ISSN 2077-6322

АСТРАХАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

АТЫРАУСКИЙ ИНСТИТУТ НЕФТИ И ГАЗА

ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

КАЛМЫЦКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ЮЖНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

САРАТОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ИНСТИТУТ ОКЕАНОЛОГИИ им. П.П. ШИРШОВА РАН

МЕЖДУНАРОДНАЯ АКАДЕМИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ

Журналу 17 лет

ГЕОЛОГИЯ, ГЕОГРАФИЯ И ГЛОБАЛЬНАЯ ЭНЕРГИЯ

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

2018. № 3 (70)

*Журнал **«Геология, география и глобальная энергия»** включен в Перечень рецензируемых научных журналов и изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени доктора и кандидата наук, по отрасли науки 25.00.00 «Науки о Земле»*

Публикуются материалы XVIII Международной научно-практической конференции «Международные и отечественные нанотехнологии поисков и освоения, разработки и добычи, переработки и транспорта природных минеральных ресурсов, рационального природопользования, экологических проблем и глобальной энергии»

Издательский дом «Астраханский университет»
2018

ББК 95:2
Г35

Рекомендовано к печати редакционно-издательским советом
Астраханского государственного университета

ГЕОЛОГИЯ, ГЕОГРАФИЯ И ГЛОБАЛЬНАЯ ЭНЕРГИЯ

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ
2018. № 3 (70)

Главный редактор:
О.И. Серебряков, д-р геол.-минерал. наук, проф.

Заместитель главного редактора:
А.Н. Бармин, д-р геогр. наук, проф.
В.И. Попков, д-р геол.-минерал. наук, проф.

Редакционная коллегия:
А.М. Никаноров, чл.-корр. РАН, директор
Гидрохимического института, Российская Федерация;
Ева Хакер, проф., д-р Ганноверского университета,
председательГерманского общества инженеров, Германия;
Герхард Маркарт, проф., д-р Федерального
научно-исследовательского института леса,
природных катастроф и ландшафта, начальник
отдела водных ресурсов, Австрия;
Д.М. Мурзагалиев, д-р геол.-минерал. наук, проф.,
Республика Казахстан;
С.Ф. Бакирова, д-р геол.-минерал. наук, проф.,
Республика Казахстан;
А.А. Чибилев, акад. РАН, директор Института степи РАН,
Российская Федерация;
Г.С. Розенберг, чл.-корр. РАН, директор Института
экологии Волжского бассейна РАН, Российская Федерация;
К.Н. Кулик, акад., д-р с.-х. наук,
Российская Федерация;
В.Т. Трофимов, д-р геол.-минерал. наук, проф.,
проректор Московского государственного университета
им. М.В. Ломоносова, Российская Федерация;
В.И. Авилов, д-р техн. наук, проф., академик РАЕН, Российская Федерация;
А.С. Рулев, д-р с.-х. наук, проф., чл.-корр. РАН, Российская Федерация;
А.А. Тишков, д-р геогр. наук, проф., чл.-корр. РАН, Российская Федерация;
Л.М. Зорькин, д-р геол.-минерал. наук, проф., Российская Федерация;
С.С. Кумеев, д-р геол.-минерал. наук, проф., Российская Федерация;
Н.М. Новикова, д-р геогр. наук, проф., Российская Федерация;
К.Е. Питъева, д-р геол.-минерал. наук, проф., Российская Федерация;
Э.С. Сианисян, д-р геол.-минерал. наук, проф., Российская Федерация;
В.Н. Синяков, д-р геол.-минерал. наук, проф., Российская Федерация;
В.М. Смольянинов, д-р геогр. наук, проф., Российская Федерация;
В.А. Соловьев, д-р геол.-минерал. наук, проф., Российская Федерация;
А.В. Великородов, д-р хим. наук, проф., Российская Федерация;
А.М. Лихтер, д-р тех. наук, проф., Российская Федерация;
А.Г. Тырков, д-р хим. наук, проф., Российская Федерация;
В.А. Андрианов, д-р геогр. наук, проф., Российская Федерация

Ответственный секретарь:
Анд.О. Серебряков, ст. преподаватель
Астраханского государственного университета

Журнал основан в январе 2001 года
Журнал выходит 4 раза в год

Статьи выражают точку зрения автора, с которой редколлегия может не соглашаться.
Все материалы, поступающие в редколлегию журнала,
проходят независимое рецензирование.

© Астраханский государственный университет,
Издательский дом «Астраханский университет», 2018

ISSN 2077-6322

ASTRAKHAN STATE UNIVERSITY

ATYRAU OIL AND GAS INSTITUTE

VORONEZH STATE UNIVERSITY

KALMYK STATE UNIVERSITY

KUBAN STATE UNIVERSITY

SOUTHERN FEDERAL UNIVERSITY

SARATOV STATE UNIVERSITY

P.P.SHIRSHOV INSTITUTE OF OCEANOLOGY
OF THE RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES

INTERNATIONAL ACADEMY OF MINERAL RESOURES

The journal is 17 years old

GEOLOGY, GEOGRAPHY AND GLOBAL ENERGY

SCIENTIFIC AND TECHNICAL JOURNAL

2018. no. 3 (70)

According to the solution of the Highest certifying commission the "Geology, Geography and Global Energy" magazine is included in the List of the conducting reviewed scientific magazines and editions in which the main scientific results of theses on competition of an academic degree of the doctor and candidate of science have to be published

Materials XVIII of the International scientific and practical conference "Geological, Geographical and Ecological Nanotechnologies of Search and Production, Transportation and Processing of Natural Mineral Resources and Global Energy"

The Publishing House "Astrakhan University"
2018

Recommended by the Editorial and Publishing Board
of Astrakhan State University

GEOLOGY, GEOGRAPHY AND GLOBAL ENERGY

SCIENTIFIC AND TECHNICAL JOURNAL
2018. no. 3 (70)

Editor Council:
Oleg I. Serebryakov, Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Full Professor,
Astrakhan State University, Astrakhan, Russia; 91/286/7

Deputy Council Editor:
Alexander N. Barmin, Doctor of Geographical Sciences, Full Professor,
Astrakhan State University, Astrakhan, Russia; 297/1576/13
Vasily I. Popkov, Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Full Professor,
Kuban State University, Krasnodar, Russia; 163/667/8

Editorial Board:
Anatoly M. Nikanorov, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences,
Director of Hydrochemical Institute, Rostov on Don, Russia; 175/2425/13
Yeva Khaker, Full Professor, Doctor Hanover University,
the Chairman of the German Association of Engineers, Germany; 0/0/0
Gerkhard Markart, Full Professor, Doctor Federal Scientific-Research Institute of Forests,
Natural Hazards and Landscape, Head of the Department of Water Management, Austria; 0/0/0
Dusen M. Murzagaliev, Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Full Professor,
Atyrau Institute of Oil and Gas, Republic of Kazakhstan; 0/0/0
Svetlana F. Bakirova, Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Full Professor,
Atyrau Institute of Oil and Gas, Republic of Kazakhstan; 17/46/1
Alexander A. Chibilev, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences,
Director of Institute of Steppe of the Russian Academy of Sciences, Orenburg, Russia; 356/3728/24
Gennady S. Rezenberg, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Director of Institute
of Ecology of Volga baisin of the Russian Academy of Sciences, Samara, Russia; 547/5509/21
Konstantin N. Kulik, Academician, Doctor of agricultural Sciences, All-Russian Research Institute
of Agricultural Sciences agroforestry, Volgograd, Russia; 149/2654/19
Victor T. Trofimov, Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Full Professor,
Prorektor der Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia; 228/1830/11
Vladimir I. Avilov, Doctor of Technology Sciences, Full Professor, Institute of Oceanology Shirshov Rus-
sian Academy of Sciences, Moscow, Russia; 72/385/8
Alexander S. Rulev, Dr. agricultural. sciences, prof.,
Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Russian Federation; 131/1068/13
Arkady A. Tishkov, Doctor of Geographical Sciences, prof.,
Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Russian Federation; 269/3872/25
Leonid M. Zorkin, Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Full Professor, All-Russian Research
Institute of geological, geophysical and geochemical systems Moscow, Russia; 22/188/3
Sergei S. Kumeev, Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Full Professor,
Kalmyk State University, Elista, Kalmykia;
Nina M. Novikova, Doctor of Geographical Sciences, Full Professor, Water Problems Institute,
Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia; 0/0/0
Clara Ye. Piteva, Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Full Professor,
Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia; 16/135/2
Edward S. Sianisyan, Doctor of Geological and Mineralogical Sciences,
Southern Federal University, Rostov on Don, Russia; 44/36/2
Vladimir N. Sinyakov, Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Full Professor,
Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering, Volgograd, Russia; 69/278/5
V.M. Smolyaninov, Doctor of Geographical Sciences, Full Professor, Voronezh State University,
Voronezh, Russia; 27/317/4
Vladimir A. Solovev, Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Full Professor,
Kuban State University,
Krasnodar, Russia; 56/1324/18
Anatoly M. Likhter, Doctor of Engineering sciences, prof., Russian Federation; 172/347/7
Alexey G. Tyrkov, Doctor of Chemical sciences, prof., Russian Federation; 175/721/8
Vladimir A. Andrianov, Doctor of Geographical Sciences, prof., Russian Federation; 39/138/4.

Executive Secretary:
Andrei O. Serebryakov, Senior Lecturer, Astrakhan State University, Astrakhan, Russia; 30/23/2

Published since 2001

The journal is published four times a year

Articles express the views of the author, which the editorial board can not agree.
All materials that come to the editorial board of the journal,
undergo independent review.

© Astrakhan State University,
Publishing House "Astrakhan University", 2018

.

СОДЕРЖАНИЕ

ЮБИЛЕЙ

Олег Иванович Серебряков: долгим путем познания к признанию 9

ГЛОБАЛЬНАЯ ЭНЕРГИЯ

Руденко М.Ф., Саинова В.Н., Кульбаракова М.Б.
Внедрение солнечной энергетики в системы природообустройства южных регионов страны 11

ГИДРОГЕОЛОГИЯ

Анисимов Л.А., Шубин М.А.
Формирование ресурсов пресных подземных вод Центральной Сахары 18
Марыныч С.Н., Стороженко Е.А., Корнилов А.Г.
Мониторинг азотных загрязнений водных объектов Белгородского региона 31
Веселко А.Ю.
Концептуальная модель воздействия эксплуатации геотермальных месторождений на окружающую среду 38

ГЕОЛОГИЯ, ПОИСКИ И РАЗВЕДКА НЕФТЯНЫХ И ГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Казанцева Т.Т.
Геодинамическое районирование Урала 43
Навроцкий О.К., Зотов А.Н., Богданов М.Б., Доценко А.М.
О возможных помехах при газометрической съемке на нефть и газ 53
Вязовкина Е.О.
Методы повышения разрешающей способности по данным сейсморазведки 63
Солодовников А.Ю., Чистобаев А.И.
Ресурсный потенциал нефти и природного газа Оренбургского региона: состояние, прогнозно-аналитическая оценка 70
Елисеев Д.В., Завьялов А.А., Минева О.К., Минев В.С., Розенберг Е.Ю., Саушин А.З.
Элементы концепции «интеллектуальная скважина» при разработке морских месторождений 80
Вязовкина А.О., Вязовкина Е.О.
Биостратиграфическое расчленение верхнемеловых отложений Приволжской возвышенности на территории Самарской области 89
Быстрова И.В., Смирнова Т.С., Бычкова Д.А., Мелихов М.С.
Перспективы нефтегазоносности в связи с особенностями тектонического развития юрско-мелового комплекса Северо-Западного Прикаспия 97

ФИЗИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ И БИОГЕОГРАФИЯ, ГЕОГРАФИЯ ПОЧВ И ГЕОХИМИЯ ЛАНДШАФТОВ

Пашков С.В.
Постсоветская динамика и оптимизация структуры сельскохозяйственного землепользования в Северо-Казахстанской области 109

Головачев И.В.
Карстовые провалы в районе озера Баскунчак 115
Пашков С.В.
Постцелинная динамика сельскохозяйственного землепользования
в Северо-Казахстанской области 127
Занозин В.В., Бармин А.Н.
Особенности районирования дельтовых ландшафтов 134
Балина Т.А., Чекменева Л.Ю., Пономарева З.В.
Влияние миграций на транформацию рынка труда:
региональные аспекты 143
Крыжановская Г.В., Иолин М.М.,
Безуглова М.С., Шарова И.С., Борзова А.С.
Геоэкологическая оценка состояния
воздушной среды городских систем 151
Выходцев А.М., Гребенюк Г.Н., Луговской А.М., Вавер О.Ю.
Анализ логистической транспортной структуры территории Югры 159
Бузмаков С.А., Андреев Д.Н., Дэюба Е.А., Хотяновская Ю.В.
Геохимические особенности трансформации почвенного покрова
при эксплуатации рудного месторождения 170
Крыжановская Г.В., Иолин М.М.,
Шарова И.С., Шведова И.Н., Борзова А.С.
Геоэкологические исследования водоемов агломератов
в условиях повышенного многопланового использования 185

ГЕОЭКОЛОГИЯ

Татаринцев С.А., Бармин А.Н., Колчин Е.А.
Геоэкологический анализ распространения техногенных опасностей
в аридных территориях 194
Панина О.В., Донцова О.Л.
Геолого-экологическое прогнозирование селевых рисков
Северо-Западного Кавказа 201

ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ

Сангаджиев М.М., Дягтерев К.С.,
Панченко В.А., Куркудинова Н.А., Онкаев В.А.
К вопросу проблем инженерной геологии населенных пунктов
в Республике Калмыкия 208
Шереметов И.М., Серебряков О.И., Григорян Р.Т., Серебряков Анд.О.
Прогнозирование поведения опор буровых платформ
на шельфе Северного Каспия 218
Сеелев И.Н., Леконцев А.В., Хафизов Р.Р.,
Перетокин С.А., Панасенко Н.Н., Синельщиков А.В., Яковлев П.В.
Сейсмомикрорайонирование строительной площадки
города Железногорска 224

АННОТАЦИЯ 265

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ ЖУРНАЛА 267

ПОРЯДОК РЕЦЕНЗИРОВАНИЯ РУКОПИСЕЙ 272

CONTENTS

JUBILEE

Oleg Ivanovich Serebryakov: in the long way of knowledge to recognition 9

GLOBAL ENERGY

Rudenko M.F., Sainova V.N., Kulbarakova M.B.
Introducing of solar energy in systems
of natural building of southern region's country 11

HYDROGEOLOGY

Anisimov L.A., Choubin M.A.
Formation of fresh underground waters resources of the Central Sahara 18
Marynych S.N., Storozhenko E.A., Kornilov A.G.
Monitoring of nitric pollution of water objects of the Belgorod region..... 31
Veselko A.Yu.
Conceptual model of the impact
of geothermal field exploitation on the environment..... 38

GEOLOGY, PROSPECTING AND EXPLORATION OF OIL AND GAS FIELDS

Kazantseva T.T.
Geodynamic division into districts of the Urals 43
Navrotsky O.K., Zotov A.N., Bogdanov M.B., Dotsenko A.M.
Possible interference while gasometric surveying for oil and gas..... 53
Vyazovkina E.O.
Seismic survey resolution enhancement methods..... 63
Solodovnikov A.Yu., Chistobayev A.I.
Gas and oil resource potential of Orenburg region: condtion and analytics..... 70
Eliseev D.V., Zavyalov A.A., Mineva O.K.,
Minev V.S., Rozenberg E.Yu., Saushin A.Z.
Elements of the concept "Intelligent well" in sea field development 80
Vyazovkina A.O., Vyazovkina E.O.
Biostratigraphic partition of the upper cretaceous deposits
of the Volga upland in the Samara region..... 89
Bystrova I.V., Smirnova T.S., Bychkova D.A., Melikhov M.S.
Petroleum prospects in connection with the peculiarities
of the tectonic development of the jurassic and cretaceous complex
of the North-West Caspian Sea 97

PHYSICAL GEOGRAPHY AND BIOGEOGRAPHY, SOIL GEOGRAPHY AND LANDSCAPE GEOCHEMISTRY

Pashkov S.V.
Post Soviet dynamics and optimization
of agricultural land use in the North Kazakhstan region..... 109

Golovachev I.V.
Karst holes in Lake Baskunchak area 115
Pashkov S.V.
Post virgin dynamics of agricultural land use
in the North Kazakhstan region 127
Zanozin V.V., Barmin A.N.
Features of division into districts of deltoid landscapes 134
Balina T.A., Chekmeneva L.Yu., Ponomareva Z.V.
Impact of migrations on transformation of the labour market:
regional dimensions 143
Kryzhanovskaya G.V., Iolin M.M., Bezuglova M.S.,
Sharova I.S., Borzova A.S.
Geoecological assessment of the state of city system air environment 151
Vykhodtsev A.M., Grebenyuk G.N., Lugovskoy A.M., Vaver O.Yu.
Analysis of logistic transport structure of Yugra territory 159
Buzmakov S.A., Andreyev D.N., Dziuba E.A., Khotyanovskaya Yu.V.
Geochemical features of soil cover transformation
when operating ore field 170
Kryzhanovskaya G.V., Iolin M.M., Sharova I.S.,
Shvedova I.N., Borzova A.S.
Geoecological analysis of water resources
of the agglomerates under conditions of high multidimensional use 185

GEOECOLOGY

Tatarintsev S.A., Barmin A.N., Kolchin Ye.A.
Geoecological analysis of the distribution
of technological hazards in arid territories 195
Panina O.V., Dontsova O.L.
Main geological and ecological forecasting river risks
of the North-West Caucasus 201

ENGINEERING GEOLOGY

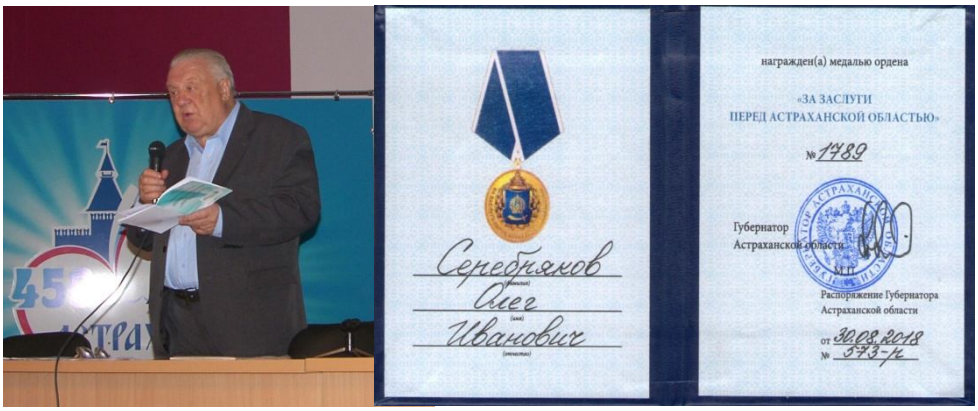
Sangadzhiev M.M., Dyagtyarev K.S., Panchenko V. A.,
Kurkudinova N.A., Onkaev V.A.
On the problems of human settlement engineering geology
in the Republic of Kalmyky 208
Sheremetov I.M., Serebryakov O.I., Grigoryan R.T., Serebryakov And. O.
Forecasting of behavior of drilling platform support
on the shelf of the North Caspian Sea 218
Seelev I.N., Lekontsev A.V., Khafizov R.R.,
Peretokin S.A., Panasenko N.N., Sinelshikov A.V., Yakovlev P.V.
Seismic microundering of the construction site of Zheleznogorsk city 224

ABSTRACT 265

RULES FOR AUTHORS 271

ORDER OF REVIEWING 274

ОЛЕГ ИВАНОВИЧ СЕРЕБРЯКОВ: ТЕРНИСТЫЙ ПУТЬ К ПРИЗНАНИЮ



Заведующему кафедрой промысловой геологии, гидрогеологии и геохимии горючих ископаемых, главному редактору и основателю журнала ВАКа «Геология, география и глобальная энергия», профессору Серебрякову Олегу Ивановичу исполняется 80 лет. Друзья и коллеги, студенты и выпускники поздравляют уважаемого профессора с замечательной датой, вспоминая о его тернистом пути к познанию недр.

Выпускник Ростовского государственного (ныне Южного федерального) университета по инженерной специальности «Геология и разведка месторождений полезных ископаемых» Олег Иванович начал свою трудовую деятельность среди поисковиков-разведчиков углеводородов в пустынях Средней Азии (Уч-Кудук) и в степях Калмыкии и Ставропольского края. Благодаря цепкому уму необыкновенная любознательность вскоре увлекает его в среду ученых-производственников, которым интересно было анализировать, обобщать, прогнозировать полевые работы и писать. Неудивительно, что первым очерком молодого геолога был рассказ «Землепроходцы» в 1967 г. и кандидатская диссертация.

Дальше судьба направила работать в Астраханский регион, где удалось найти и разведать крупнейшее Астраханское газоконденсатное месторождение. В 1975 г. Олег Иванович организовал и возглавил научно-исследовательскую лабораторию на месторождении и по результатам геохимических исследований подготовил докторскую диссертацию. Он также изучал гидрогеологию нефтегазовых месторождений, минеральных и промышленных вод соседних регионов, Калмыкии и Ставропольского края. Олег Иванович на протяжении долгих лет дружит со многими именитыми геологами, геохимиками и гидрогеологами столичного и южных регионов страны, Оренбуржья.

В 1992 г. Олег Иванович избирается заведующим лабораторией АстраханьНИПИГаза, где проработал около четверти века, подготовил плеяду молодых ученых – кандидатов наук, вел интереснейшие фундаментальные и прикладные исследования, а также помог в организации кафедр геологии и

геохимии горючих ископаемых и гидрогеологии Астраханского государственного университета.

В середине девяностых Олег Иванович был избран академиком Международной академии минеральных ресурсов, возглавив Астраханское отделение, членом-корреспондентом РАЕН. В 1999 г. ему присваивают звание почетного работника газовой промышленности и ветерана труда газовой промышленности.

С начала 2000-х гг. Олег Иванович вплотную переключается на образовательную деятельность, открывает аспирантуру, магистратуру, проводит ежегодные международные конференции естествоиспытателей, результаты которых собираются и публикуются в научном журнале. Доброй традицией становятся встречи крупных ученых геологов, геохимиков, географов и гидрогеологов на астраханской земле со студентами, молодыми специалистами, аспирантами. Формируются и укрепляются научные связи. В результате такой плодотворной работы журнал вошел в перечень рекомендованных ВАК к публикации научных исследований и достижений, занимая верхние строчки рейтинга. Серебряков О.И. становится почетным работником высшего образования.

Последние годы Олег Иванович в соавторстве со своими учениками и коллегами пишет и выпускает учебники по дисциплинам: «Экологическая геология», «Химия горючих ископаемых», «Гидрогеология нефти и газа», «Геология регионов России», «Нефтегазовая литология», «Геохимические дистанционные поиски месторождений» для бакалавров и магистрантов.

Хотя труд профессора заслуженно отмечен правительственными наградами и званиями, Олега Ивановича характеризует удивительная скромность и доступность в общении с человеком любого уровня и положения. Он всегда добр и внимателен к проблемам близких и коллег, генератор идей и виртуоз в воплощении инновационных проектов.

Искренне его поздравляем, благодарим за сотрудничество, внимание, творческую поддержку, желаем крепкого здоровья, долгих лет работы с нами на благо отечественной науке и российского образования!

За успехи, достигнутые в многолетней плодотворной работе в системе образования, и высокий профессионализм Серебряков Олег Иванович награжден Губернатором Астраханской области медалью ордена «За заслуги перед Астраханссой областью».

Руководство Астраханской области
Руководство Астраханского государственного университета
Геологи юга России
Редколлегия журнала

ВНЕДРЕНИЕ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ В СИСТЕМЫ ПРИРОДООБУСТРОЙСТВА ЮЖНЫХ РЕГИОНОВ СТРАНЫ

Руденко Михаил Федорович, доктор технических наук, профессор, Астраханский государственный технический университет, 414056, Российская Федерация, г. Астрахань, ул. Татищева, 16, e-mail: mf.rudenko@mail.ru

Саинова Виктория Николаевна, кандидат технических наук, доцент, Астраханский государственный технический университет, 414056, Российская Федерация, г. Астрахань, ул. Татищева, 16, e-mail: kivragtu@gmail.com

Кульбаракова Майя Баймуратовна, магистр, Астраханский государственный технический университет, 414056, Российская Федерация, г. Астрахань, ул. Татищева, 16, e-mail: chapickmaxwell@gmail.com

Энергия солнечной радиации является экологически безопасным источником и в настоящее время способна заменить получение электрической и тепловой энергии для технических и хозяйственных нужд предприятий и организаций. В данном исследовании предлогается методика для расчета эффективности внедрения гелиоэнергетических станций получения тепловой энергии на основании критериальных зависимостей с управляемыми и неуправляемыми коэффициентами в сравнении с существующими традиционными способами на котельных, работающих на газообразном, жидком и твердом топливах. Внедрение новых концентраторов солнечной энергии в гелиоприемных устройствах позволяет значительно улучшить показатели некоторых критериальных коэффициентов. Расчеты интегральных критериев эффективности внедрения гелиоэнергетических станций для получения тепловой энергии показали, что в настоящее время целесообразно внедрение комбинированных станций, использующих энергию сжигаемого природного газа и солнечной радиации.

Ключевые слова: солнечная энергия, интегральный критерий, экологичность, метрологические условия, отчуждение территорий, безопасность, трудоемкость, концентраторы, эффективность внедрения

INTRODUCING OF SOLAR ENERGY IN SYSTEMS OF NATURAL BUILDING OF SOUTHERN REGIONS' COUNTRY

Rudenko Mikhail F., D.Sc. in Engineering, Professor, Astrakhan State Technical University, 16 Tatishchev st., Astrakhan, 414056, Russian Federation, e-mail: mf.rudenko@mail.ru

Sainova Viktoriya N., C.Sc. in Engineering, Associate Professor, Astrakhan State Technical University, 16 Tatishchev st., Astrakhan, 414056, Russian Federation, e-mail: kivragtu@gmail.com

Kulbarakova Maiia B., Master, Astrakhan State Technical University, 16 Tatishchev st., Astrakhan, 414056, Russian Federation, e-mail: chapickmaxwell@gmail.com

The energy of solar radiation is an environmentally friendly source and nowadays it is able to substitute production of electrical and thermal energy for technical and household

needs of enterprises and organizations. In this study, we proposing a methodology for computation the efficiency of introducing solar energy stations for obtaining thermal energy based oncriterial dependencies with controllable and uncontrolled coefficients in comparison with existing traditional methods in boiler houses operating on gaseous, liquid and solid fuels. The introduction of new solar energy concentrators in helio-receivingdevices makes possibility to improve significantly the performance of some criteria coefficients. Calculations of integral criteria of the efficiency of introducing solar energy stations for obtaining thermal energy have shown that nowadays it is advisable to introduce combined stations, which uses energy of burning natural gas and the energy of solar radiation.

Keywords: solar energy, integral criterion, environmentally friendly, metrological conditions, alienation of territories, safety, labor intensity, concentrators, efficiency of introducing

Географические территории для внедрения солнцеиспользующей техники в регионы России должны обладать следующими особенностями, иначе экономический или технологический эффекты могут быть очень низкими: сухим, теплым климатом, большим количеством солнечных дней в году, длительным периодом солнцестояния, большими энергетическими характеристиками солнечного сияния на небосводе [1–3].

Такими регионами могут быть Нижнее Поволжье, включающее Астраханскую, Волгоградскую, Ростовскую области, Краснодарский и Ставропольский края, Крым, Дагестан, Калмыкию и республики Северного Кавказа, зауральские южные регионы (Свердловская, Омская, Новосибирская области), Хакасия, забайкальские регионы (Читинская, Уссурийская области, Еврейская автономия), приморский дальневосточный край. На этих территориях доля солнечной энергии высокая, а количество солнечных дней в году составляет больше половины.

Тенденцией развития энергетики в мире является безопасное производство энергии с наименьшим нанесением вреда на окружающую среду и биосферу. Электричество и теплота являются основными источниками потребления энергии. Большая часть тепловой энергии производятся тепловыми электростанциями. Современные ТЭС, работающие на твердом топливе, выбрасывают большее количество загрязняющих веществ, чем на жидком или твердом топливе. Все это способствует ухудшению экологической обстановки в южных регионах страны [4–6].

Для данных регионов альтернативой получения тепла может быть создание и внедрение гелиоэнергетических систем, которые обладают рядом преимуществ по отношению к существующим традиционным котельным с точки зрения улучшения экологичности [7].

Однако механизма оценки внедрения таких солнечных установок, по сравнению с традиционными котельными установками, пока не существует. Оценить экологическую эффективность внедрения гелиоэнергетических систем для выработки тепла, по сравнению с тепловыми котельными, работающими при сжигании традиционного топлива, возможно через систему интегральных критериальных коэффициентов.

В работах [2–3] разработаны основные критерии оценки экологической безопасности традиционных и возобновляемых (гелиоэнергетических) источников производства теплоты применительно для нужд отопления и горячего водоснабжения, которые представлены следующим интегральным уравнением оценки экологической безопасности:

$$J_k[\varepsilon] = \Sigma W(\varepsilon_{\text{атм}}) \cdot \Sigma W(\varepsilon_{\text{вода}}) \cdot \Sigma W(\varepsilon_{\text{почва}}) \cdot W(\varepsilon_{\text{метеор}}) \cdot W(s) \cdot \Sigma W(ч),$$

где $\Sigma W(\varepsilon_{\text{атм}})$ – критерий экологической безопасности атмосферы; $\Sigma W(\varepsilon_{\text{воды}})$ – критерий экологической безопасности водной среды; $\Sigma W(\varepsilon_{\text{почвы}})$ – критерий экологической безопасности почвы; $W(\varepsilon_{\text{метеор}})$ – критерии влияния метеорологических условий [8]; $W(s)$ – критерий отчуждения территории земли; $\Sigma W(ч)$ – критерий экологической безопасности и трудоемкости.

Площадь солнечных установок с коллекторами простой конструкции можно рассчитать исходя из анализа эквивалентной мощности тепловой котельной [9, 10]:

$$N_{\text{гел.сист}} = N_{котел} = 1 \cdot 10^6 = L \cdot c_p \cdot \rho_в \cdot (t_{вых} - t_{вх}) = \\ = G \cdot Q_p^H \cdot \rho \cdot \eta_{котел} = S_{гел.уст} \cdot Q_{пад} \cdot \cos i \cdot \gamma \cdot \nu \cdot \xi \cdot \eta_{КПД},$$

где L – объемный расход воды, подогреваемой в котлах, м^3 / с; G – расход углеводородного топлива, реализуемого в котлах, м^3 / с; Q_p^H – низшая теплота сгорания топлива, МДж / кг; $t_{вых}$, $t_{вх}$ – соответственно температуры жидкости после входа и выхода после прохождения нагреваемого прибора, К; c_p – средняя теплоемкость жидкости, Дж / кг·К; $\rho_в$, ρ – плотности соответственно подогреваемой жидкости и подаваемого топлива, кг / м^3; $\eta_{котел}$ – КПД котельной установки; $Q_{пад}$ – максимальная мощность солнечной радиации, падающей на горизонтальную поверхность земли, $Q_{пад}$ = 750 Вт / м^2 (для Астрахани в июне месяце) [11]; $\cos i$ – угол, учитывающий расположение солнечных модулей; γ – коэффициент, учитывающий степень облачности небосвода в течение дня; ν – коэффициент, изменения солнечной энергии инсолирующей на нагревание в течение суток; ξ – коэффициент ухудшения пропускающей способности стекла коллектора из-за пыли (ξ = 0,85); $\eta_{КПД}$ – КПД модуля простой конструкции, $\eta_{КПД}$ = 0,3.

Тогда $$S_{гел.уст} = \frac{1 \cdot 10^6 \cdot}{Q_{пад} \cdot \cos i \cdot \gamma \cdot \nu \cdot \xi \cdot \eta_{КПД}},$$

где $S_{уст}$ – площадь территории (например, котельной), включающая здание тепловой котельной, площадки под складирование строительных материалов, отработанной тары, запасов топлива для станции мощностью 1 МВт, можно принять равной $20 \times 30 м$, $S^*_{уст}$ – площадь эффективной гелиоэнергетической установки, зависящая от степени совершенства модулей и установленной мощности, можно рассчитать как:

$$S^*_{уст} = S_{гел.уст} \cdot \eta_{С_{о.э.}} \cdot \eta_{эфф}^{сел} \cdot \eta_{аккум.системы} \cdot 1{,}5,$$

где $\eta_{С_{о.э.}}$ – коэффициент интенсивности концентрации солнечных лучей в плоских коллекторах типа «горячий ящик».

При однократном отражении лучей в концентраторах $\eta_{C_{о.э.}} = \frac{1}{C_{о.э.}} = 0{,}52$, а при двукратном – $\eta_{C_{о.э.}} = \frac{1}{C''_{о.э.}} = 0{,}37$, где $C_{о.э.}$ – оптико-энергетический коэффициент, который зависит от рабочих элементов в коллекторе и для однократного отражения $C_{о.э.} = 1{,}9$, а для двукратного – $C''_{о.э.} = 2{,}7$ [12]; $\eta^{сел}_{эфф}$ – коэффициент, учитывающий эффективность рабочего покрытия инсолирующей поверхности, принят равным 0,9; $\eta_{аккум.системы}$ – коэффициент, показывающий применение в системе теплового аккумулятора, принятый 0,85; 1,5 – коэффициент, учитывающий отклонение солнечной энергии в течении суток от среднестатистических значений.

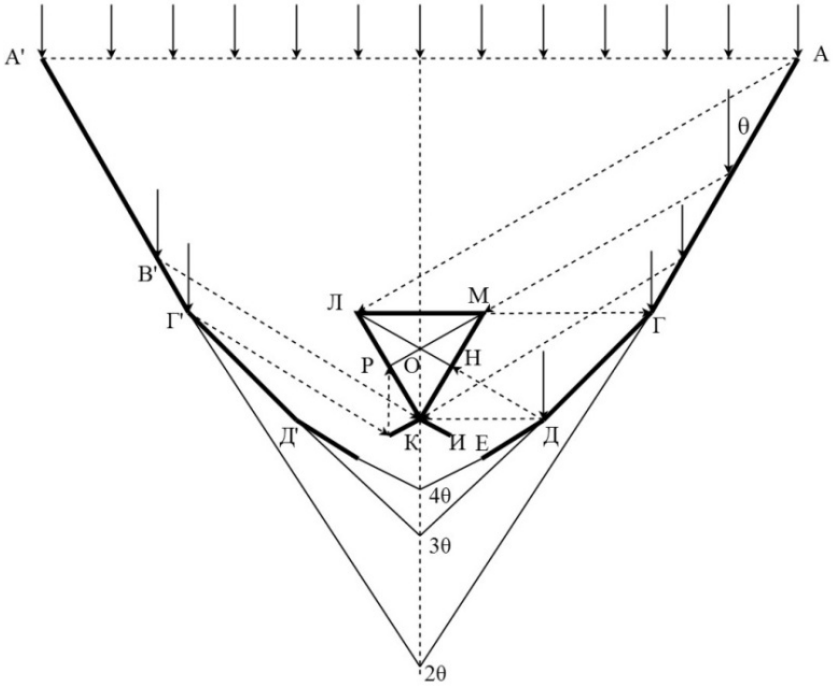


Рис. Многозеркальные концентрирующие системы на поглощающую поугольной формы: поверхности зеркал АГ, А'Г', ГД, Г'Д', ДЕ, Д'Е', ИК, И'К, поглощающие поверхности ЛМ, МК, КЛ

Особый интерес представляют многозеркальные фокусирующие конструкции на адаптивные поверхности различной формы. На рисунке изображен профиль зеркальной конструкции, состоящий из восьми зеркал. Они расположены симметрично таким образом, чтобы эффективность освещения по средствам оптического коэффициента на трехгранную конструкцию трубки составляла девять раз. От зеркала АГ одинарное отражение на поверхность ЛМ и МК и двойное отражение от зеркала И'К' на пластинку КН. От зеркала ГД однократное отражение на поверхность МК, аналогично от зеркала ДЕ – на поверхность НК. Симметрично расположенные зеркала обладают теми же отражающими свойствами. Тогда коэффициент интенсивности концентрации солнечных лучей с учетом увеличения энергетической мощности будет:

$$\eta_{C_{оэ.}} = \frac{1}{C_{о.э.}} = 0{,}11 .$$

В таких системах уменьшается не только площадь поверхности, занимаемая гелиоприемными системами, но и стоимость единицы мощности, приходящейся на единицу поверхности конструкции.

По вышеприведенным формулам составлен алгоритм математической модели [2]. Проведены расчеты, которые показывают, что интегральный критерий экологической оценки внедрения энергетических систем должен быть $J_k\,[\varepsilon] < 1$. Для котельных, работающих на твердом топливе, данный критерий равен $J_k\,[\varepsilon]_{\text{угля}} = 0{,}2062$; для котельных на жидком топливе – $J_k\,[\varepsilon]_{\text{мазут}} = 0{,}03427$; для котельных на газе – $J_k\,[\varepsilon]_{\text{газ}} = 0{,}003305$; для солнечных установок коллекторного типа – $J_k\,[\varepsilon]_{\text{гел.уст.}} = 0{,}003$ [13].

Анализ сравнения интегральных коэффициентов показывает, что в летний период времени котельные на газе и солнечные установки соизмеримы в оценке экологичности. Однако, по нашему мнению, приведенное выше выражение не отражает особенности характера круглогодичного цикла получения тепла.

Авторы предлагают ввести новый коэффициент – $W(C)$, учитывающий влияния сезонности эксплуатации установок.

$W(C)$ – критерий сезонности работы, который характеризует длительность работы гелиоэнергетической установки и традиционных котельных. Он равен отношению времени эксплуатации установки к годичному периоду времени. С другой стороны, котельная работает в летнее время не на полную мощность, так как летом нет отопления, а для обеспечения горячей воды в период с 10 мая по 1 октября расходуется такое же количество топлива. Для Астраханского региона эксплуатация солнечной установки возможна с 15 апреля по 15 октября. В этот период среднестатистическое значение составляет 240 дней. Поэтому эффективнее использовать комбинацию альтернативного и традиционного топлива, что было применено в городе Нариманов.

$W(C)_{гел.уст.} = \frac{240}{365} = 0{,}66$ – для работы солнечной установки в летнее время;

$W^*(C)_{кот.} = \frac{365}{365} = 1$ – для круглогодичной работы котельной;

$W(C)_{кот.} = \frac{211}{365} = 0{,}58$ – для котельной в сезоне предполагаемой эксплуатации [13].

В критерий отчуждения территории земли $W(s)$ при расчете площади эффективной солнечной установки кроме коэффициента сезонности работы введен коэффициент $\eta_{эфф}^{ряд}$, учитывающий способы компоновки коллекторных панелей на единицу площади (однорядные, двухрядные, многорядные).

Сравнение расчетных данных показывает, что чем ниже значения критерия оценки внедрения энергетических систем, тем более экологически безопасная их работа. В настоящее время просматривается и соизмеримость экологической эффективности внедрения гелиоэнергетических систем для

выработки теплоты с теплоэнергетическими установками, работающими на природном газе.

Для котельных коэффициенты $\Sigma W(\varepsilon_{атм}), \Sigma W(\varepsilon_{вода}), \Sigma W(\varepsilon_{почва}), W(ч)$ просматриваются как определяющие в обосновании экологичности проекта внедрения установок. Однако технология, строительство и эксплуатация котельных на различных видах топлива сейчас надежнее и совершенствуются по мере развития технического прогресса.

$$J_k[\varepsilon] = \Sigma W(\varepsilon_{атм}) \cdot \Sigma W(\varepsilon_{вода}) \cdot \Sigma W(\varepsilon_{почва}) \cdot W(\varepsilon_{метеор}) \cdot W(s) \cdot W(ч) \cdot W(c)$$

Таким образом, полученное нами выражение дает более точное значение решения интегрального критерия.

Список литературы

1. Руденко М. Ф. Экологические аспекты внедрения гелиоэнергетической техники в нефтегазовые комплексы / М. Ф. Руденко, Ю. В. Шипулина, М. Ш. Каримов // Нефть и газ. – 2014. – № 5 (83). – С. 91–100.

2. Руденко М. Ф. Оценка экологической безопасности при внедрении гелиоэнергетических систем для производства теплоты / М. Ф. Руденко, Ю. В. Шипулина, С. Д. Бобракова // Геология, география и глобальная энергия. – 2014. – № 3 (54). – С. 159–161.

3. Руденко М. Ф. Моделирование экологической эффективности внедрения гелиоэнергетических комплексов для производства теплоты / М. Ф. Руденко, Л. П. Третьяк, В. В. Гривина и др. // Вестник АГТУ. Серия: Управление, вычислительная техника и информатика. – 2016. – № 2. – С. 73–80.

4. Петров Т. И. Воздействие тэс на окружающую среду / Т. И. Петров, В. В. Ядутов // Поколение будущего: взгляд молодых ученых – 2014 : сборник научных статей 3-й Международной молодежной научной конференции (Курск, 13–15 ноября 2014 г.). – Курск, 2014. – С. 246–248.

5. Крылов Д. А. Пути снижения экологического воздействия на окружающую среду угольных ТЭС России / Д. А. Крылов, Г. П. Сидорова // Горный информационно-аналити-ческий бюллетень (научно-технический журнал). – 2015. – № 11. – С. 277–285.

6. Бочкарев В. А. Оценка выбросов парниковых газов предприятиями энергетики / В. А. Бочкарев, А. В. Бочкарева // Вестник иркутского государственного технического университета. – 2017. – № 2 (121). – С. 85–86.

7. Руденко М. Ф. Критерии экологической безопасности станций при работе тепловых котельных на различных видах топлива / М. Ф. Руденко, В. В. Гривина, Д. В. Городянина // Новейшие технологии освоения месторождений углеводородного сырья и обеспечение безопасности экосистем Каспийского шельфа : материалы VI Международной научно-практической конференции (Астрахань 7 сентября 2015 г.). – Астрахань, 2015. – С. 206–208.

8. Экология : сборник задач, упражнений и примеров : учебное пособие для вузов / Н. А. Бродская, О. Г. Воробьев, А. Н. Маковский и др. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Дрофа, 2006. – 508 с.

9. Мазур И. И. Инженерная экология. Теоретические основы инженерной экологии / И. И. Мазур, О. И. Молдаванов, В. Н. Шишов. – Москва : Высшая школа, 1996. – Т. 2. – 637 с.

10. Инженерная экология : справочное пособие / И. И. Мазур, О. И. Молдаванов, В. Н. Шишов и др. – Москва : Высшая школа, 1996. – Т. 2. – 656 с.

11. Руденко М. Ф. Теоретические основы проектирования экологически безопасной гелиоэнергетической техники для производства теплоты / М. Ф. Руденко, Б. Ж. Туркпенбаева, Ю. В. Чивиленко. – Актау : АктГУ им. Ш. Есенова, 2008. – 165 с.

12. Руденко М. Ф. Фотоконцентраторы для морских и береговых энергетических комплексов / М. Ф. Руденко, А. И. Давыденко // Вестник АГТУ. Серия: Морская техника и технология. – 2017. – № 1 (февраль). – С. 89–96.

13. Кульбаракова М. Б. Оценка внедрения гелиоэнергетической техники для систем нефтегазовых комплексов / М. Б. Кульбаракова, М. Ф. Руденко, Ю. В. Шипулина // Новейшие технологии освоения месторождений углеводородного сырья и обеспечение безопасности экосистем Каспийского шельфа : материалы VIII Международной научно-практической конференции (Астрахань, 8 сентября 2017 г.). – Астрахань, 2017. – С. 208–211.

References

1. Rudenko M. F., Shipulina Yu. V., Karimov M. Sh. Ekologicheskie aspekty vnedreniya gelioenergeticheskoy tekhniki v neftegazovye kompleksy [Ecological aspects of the introduction of solar energy equipment into oil and gas complexes]. *Neft i gaz* [Oil and Gas], 2014, no. 5 (83), pp. 91–100.

2. Rudenko M. F., Shipulina Yu. V., Bobrakov S. D. Otsenka ekologicheskoy bezopasnosti pri vnedrenii gelioenergeticheskikh sistem dlya proizvodstva teploty [Evaluation of environmental safety in the introduction of solar energy systems for the production of heat]. *Geologiya, geografiya i globalnaya energiya* [Geology, Geography and Global Energy], 2014, no. 3 (54), pp. 159–161.

3. Rudenko M. F., Tretyak L. P., Grivina V. V., et al. Modelirovanie ekologicheskoy effektivnosti vnedreniya gelioenergeti-cheskikh kompleksov dlya proizvodstva teploty [Modeling of ecological efficiency of introduction of solar energy complexes for heat production]. *Vestnik Astrakhanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Seriya: Upravlenie, vychislitelnaya tekhnika i informatika* [Bulletin of the Astrakhan State Technical University. Series: Management, Computer Science and Informatics], 2016, no. 2, pp. 73–80.

4. Petrov T. I., Yadutov V. V. Vozdeystvie tes na okruzhayushchuyu sredu [The impact of TES on the environment]. *Pokolenie budushchego: vzglyad molodykh uchenykh – 2014 : sbornik nauchnykh statey 3-y Mezhdunarodnoy molodezhnoy nauchnoy konferentsii (Kursk, 13–15 noyabrya 2014 g.)* [Generation of the future: the view of young scientists – 2014. Proceedings of the 3rd International Youth Scientific Conference (Kursk, November 13–15, 2014)], Kursk, 2014, pp. 246–248.

5. Krylov D. A., Sidorova G. P. Puti snizheniya ekologicheskogo vozdeystviya na okruzhayushchuyu sredu ugolnykh TES Rossii Ways to reduce the environmental impact on the environment of coal-fired TPPs in Russia. *Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten* [Mining Information and Analytical Bulletin], 2015, no. 11, pp. 277–285.

6. Bochkarev V. A., Bochkareva A. V. Otsenka vybrosov parnikovykh gazov predpriyatiyami energetiki [Estimation of greenhouse gas emissions by energy companies]. *Vestnik irkutskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta* [Bulletin of the Irkutsk State Technical University], 2017, no. 2 (121), pp. 85–86.

7. Rudenko M. F., Grivina V. V., Gorodyanina D. V. Kriterii ekologicheskoy bezopasnosti stantsiy pri rabote teplovykh ko-telnykh na razlichnykh vidakh topliva [Criteria for the environmental safety of stations in the operation of thermal boiler houses on various fuels]. *Noveyshie tekhnologii osvoeniya mestorozhdeniy uglevodorodnogo syrya i obespechenie bezopasnosti ekosistem Kaspiyskogo shelfa : materialy VI Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konfe-rentsii (Astrakhan 7 sentyabrya 2015 g.)* [The Newest Technologies for Development of Hydrocarbon Resources and Ensuring Ecosystem Safety of the Caspian Shelf. Proceedings of the VI International Scientific and Practical Conference (Astrakhan September 7, 2015)], Astrakhan, 2017, pp. 206–208.

8. Brodskaya N. A., Vorobev O. G., Makovskiy A. N., et al. *Ekologiya : sbornik zadach, uprazhneniy i primerov : uchebnoe posobie dlya vuzov* [Ecology: a collection of problems, exercises and examples: a textbook for high schools]. 2nd ed. Moscow, Drofa Publ., 2006. 508 p.

9. Mazur I. I., Moldavanov O. I., Shishov V. N. *Inzhenernaya ekologiya. Teoreticheskie osnovy inzhenernoy ekologii* [Engineering ecology. Theoretical bases of engineering ecology], Moscow, Vysshaya shkola Publ., 1996, vol. 2. 637 p.

10. Mazur I. I., Moldavanov O. I., Shishov V. N., et al. *Inzhenernaya ekologiya* [Engineering ecology], Moscow, Vysshaya shkola Publ., 1996, vol. 2. 656 p.

11. Rudenko M. F., Turkpanbaeva B. Zh., Chivilenko Yu. V. *Teoreticheskie osnovy proektirovaniya ekologicheski bezopasnoy gelioenergeticheskoy tekhniki dlya proizvodstva teploty* [Theoretical Bases of designing of ecologically safe solar energy engineering for heat production], Aktau, ActuGu named Sh. Esenova Publ. House, 2008. 165 p.

12. Rudenko M. F., Davydenko A. I. Fotokontsentratory dlya morskikh i beregovykh energeticheskikh kompleksov [Photo Concentrators for Marine and Coastal Energy Complexes]. *Vestnik Astrakhanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Seriya: Morskaya tekhnika i tekhnologiya* [Bulletin of the Astrakhan State Technical University. Series: Marine technology and technology], 2017, no. 1 (February), pp. 89–96.

13. Kulbarakova M. B., Rudenko M. F., Shipulina Yu. V. Otsenka vnedreniya gelioenergeticheskoy tekhniki dlya sistem neftegazovykh kompleksov [Evaluation of the introduction of solar energy equipment for oil and gas complex systems]. *Noveyshie tekhnologii osvoeniya mestorozhdeniy uglevodorodnogo syrya i obespechenie bezopasnosti ekosistem Kaspiyskogo shelfa : materialy VIII Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii (Astrakhan, 8 sentyabrya 2017 g.)* [The Newest Technologies for Development of Hydrocarbon Resources and Ensuring Ecosystem Safety of the Caspian shelf. Proceedings of the VIII International Scientific and Practical Conference (Astrakhan, September 8, 2017)], Astrakhan, 2017, pp. 208–211.

ФОРМИРОВАНИЕ РЕСУРСОВ ПРЕСНЫХ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ЦЕНТРАЛЬНОЙ САХАРЫ

Анисимов Леонид Алексеевич, доктор геолого-минералогических наук, профессор, Волгоградский государственный технический университет, 400074, Российская Федерация, г. Волгоград, ул. Академическая, 1, e-mail: l_anisimov@yahoo.com

Шубин Михаил Алексеевич, доктор геолого-минералогических наук, профессор, Волгоградский государственный университет, 400062, Российская Федерация, г. Волгоград, Университетский проспект, 100, e-mail: m-shubin@yandex.ru

Исследование формирования химического состава подземных вод Центральной Сахары и оценка их ресурсов проведены на примере анализа гидрогеологических условий кристаллического массива Хоггар и прилегающих к нему седиментационных бассейнов. Данные о минерализации и химическом составе вод в осадочных породах в бассейнах, примыкающих к Хоггару, показывают в основном их идентичность с водами кристаллического массива. Низкая минерализация подземных вод большинством исследователей объясняется благоприятными условиями инфильтрации в водоносные горизонты в плейстоцене, учитывая ливневый характер осадков и хорошую вертикальную проницаемость разреза. В то же время для объяснения широкого распространения пресных вод необходимо привлекать данные об оледенении Африканского континента в палеозое.

Ключевые слова: Центральная Сахара, кристаллические массивы, подземные воды, ресурсы, палеозойское оледенение

FORMATION OF FRESH UNDERGROUND WATERS RESOURCES OF THE CENTRAL SAHARA

Anisimov Leonid A., D.Sc. in Geology and Mineralogy, Professor, Volgograd State Technical University, 1 Akademicheskaya st., Volgograd, 400074, Russian Federation, e-mail: l_anisimov@yahoo.com

Choubin Mikhail A., D.Sc. in Geology and Mineralogy, Professor, Volgograd State Technical University, 100 Universitetskiy av., Volgograd, 400062, Russian Federation, e-mail: m-shubin@yandex.ru

The study of the formation of the chemical composition of groundwater in the Central Sahara and the assessment of their resources are carried out on the example of the analysis of hydrogeological conditions of the Hoggar crystalline massif and adjacent sedimentation basins. Data on mineralization and chemical composition of subsurface waters in sedimentary rocks in the basins adjacent to Hoggar show, basically, their identity with the waters of the crystalline massif. Most researchers is explained the low groundwater salinity by favorable conditions for infiltration into aquifers in Pleistocene, given the stormy nature of precipitation and good vertical permeability of the geological section. At the same time, to explain the wide spread of fresh water, it is necessary to involve data on the glaciation of the African continent in Paleozoic.

Keywords: Central Sahara, crystalline massifs, underground water, resources, Paleozoic glaciation

Широко известны данные о распространении крепких рассолов (до 200 г / л и выше) в докембрийских породах Канадского, Скандинавского щитов, кристаллических массивов Восточно-Европейской и Сибирской платформ. На этом фоне резким диссонансом выглядят данные о химическом составе вод кристаллических массивов Африканского континента, где распространены в основном пресные воды. Вопросы их формирования и условий залегания имеют не только теоретическое, но и большое практическое значение для организации систем водоснабжения значительных территорий с ограниченными в настоящее время водными ресурсами.

В 2010 г. гидрогеологи Британской геологической службы завершили ряд проектов по оценке запасов подземных вод Африки. Были собраны данные по гидрогеологическим картам, имеющимся в распоряжении правительства стран Африки, и 283 исследованиям подземных водоносных горизонтов. Новая детализированная карта, построенная ими, показывает, что многие государства, ныне обозначенные как «не имеющие водных ресурсов», на самом деле располагают огромными запасами пресной воды.

В своем интервью корреспонденту Би-би-си по вопросам науки Хелен Бонсор одна из авторов исследования отмечает, что впервые специалистам Британского геологического общества и Университетского колледжа Лондона удалось собрать воедино информацию о водоносных горизонтах по всему континенту. «Самые обширные запасы грунтовых вод скопились в Северной Африке, в больших подземных резервуарах в глубине осадочных пород – под Ливией, Алжиром и Чадом…Объемы этой воды таковы, что она могла бы покрыть территорию этих стран слоем в 75 метров толщиной, Это очень много». Далее Хелен Бонсор говорит, что до сих пор на подземные воды никто «не обращал внимания и не задумывался о них». Она надеется, что «новые карты откроют людям глаза на их потенциал» [20].

Такое заявление не совсем корректно, учитывая, что по гидрогеологии Африки имеется обширная литература. Тем более сами авторы отмечают, что «отсутствие качественных гидрогеологических карт по Северной и Западной Африке компенсируется многочисленными исследованиями локального и регионального уровня. В Центральной Африке как карты, так и информация об исследованиях немногочисленная».

Многочисленные исследования проводились французскими геологами до получения странами Северной Африки независимости. Они в основном касались районов северной Сахары, где широко представлены пресные воды в мезозойских (континенталь интерколер) и кайнозойских (континенталь терминал) отложениях. Из опубликованных работ, содержащих краткие сведения о распространении подземных вод в породах фундамента и палеозоя центральной Сахары, можно отметить труды А. Корне [12, 13, 14] и Ж. Дюрозоя [17]. Малочисленные опубликованные статьи и отчеты, посвященные вопросам гидрогеологии отдельных участков центральной Сахары, не содержали обобщающих сведений и достоверных оценок гидрогеологических условий территории.

В 70–80-х гг. прошлого века в Алжире советские гидрогеологи вместе с алжирскими коллегами проводили исследования по поискам подземных вод и оценке их ресурсов. Был опубликован ряд обобщающих работ по гидрогеологии Африки [3, 4, 8, 9]. Авторы данной статьи также проводили исследования в Алжирской Сахаре в 1971–1974 и 1980–1981 гг. К сожалению, не все результаты исследований опубликованы, хотя гидрогеология многих районов Африки до-

статочно необычная. Поэтому возникает ряд теоретических вопросов регионального и глобального уровня. Рассмотрение этих вопросов проведено на примере анализа гидрогеологических условий кристаллического массива Хоггар и прилегающих к нему седиментационных бассейнов в Центральной Сахаре.

Природные условия. Хоггар с административным центром в г. Таманрассете, Алжир, занимает площадь около 400 тыс. км^2 в центральной части Сахары. Район выделяется в особую морфологическую зону с абсолютными отметками поверхности 1500–3000 м над уровнем моря, с типично горным рельефом, резкими перепадами высот, узкими ущельями, небольшими плато и скалистыми грядами. Другая крупная морфологическая зона включает пенепленизированные равнины кристаллического фундамента с абсолютными отметками поверхности от 800 м на юге до 1000–1500 м на севере и северо-востоке. Для неё характерен слабохолмистый рельеф, нарушаемый отдельными небольшими гранитными массивами и грядами песчаных дюн. Отмечается общее снижение рельефа от центрального массива Атакор к тассилийскому обрамлению (рис.).

Горный массив представляет собой ряд плосковершинных ступенчатых хребтов, вытянутых с севера на юг. В конце третичного и начале четвертичного периодов нагорье было приподнято (до 2000 м в центре – Атакоре) и разбито трещинами, по которым излились лавы и образовались вулканы. С севера на юг в пределах Ахаггара можно выделить следующие молодые лавовые плато: Тассилин-Аджер, Тассилин-Адрар, Тассилин-Анахев, Тассилин-Атакор, Тассилин-Тахалра. В результате выветривания образовались скальные останцы причудливых форм – итог работы ветровой эрозии.

Горная и равнинная зоны Хоггара и его осадочного обрамления имеют различные гидрометеорологические особенности. В горной части Хоггара среднегодовое количество осадков достигает 50 мм, в то время как в равнинных областях их количество снижается до 5–15 мм / год.

Гидрографическая сеть Хоггара представлена преимущественно сетью многочисленных сухих уэдов, стекающих по радиальным направлениям от Атакора. Большая часть крупных уэдов прорезает тассилийское обрамление Хоггара и теряется в песках окружающих равнин. В паводки, после ливневых дождей вода, в связи с отсутствием разработанных русел, разливается по равнине многочисленными широкими потоками. При этом паводковый сток исчезает в пределах пенепленизированных равнин фундамента в радиусе до 100–150 км от Атакорского массива, расходуясь на испарение и инфильтрацию в трещины и тектонические разломы горных пород.

На рассматриваемой территории, как и в других районах Сахары осадки выпадают в виде редких ливневых дождей. Яркую, хотя и типичную, картину такого явления описал Анри Лот [6] для района Форт Полиньяк, где русло крупного уэда с плато Тассилин-Аджер выходит на равнину бассейна Илизи. «… на Форт Полиньяк обрушивается настоящий проливной дождь… Вскоре уэд Илези превращается в поток; сначала он течет как бы нехотя, но постепенно набирает силу. На следующий день это уже бурная кипящая река шириной более трехсот метров, а вода, питающая ее, все прибывает сверху».

Равнины кристаллического фундамента и осадочное обрамление Хоггара – это типичная песчано-каменистая пустыня, практически безжизненная в южной и западной частях. Лишь в северных и северо-восточных частях Высоких Тассили ландшафт несколько оживлен за счет увеличения годового количества осадков от 5 до 15–25 мм. Редкие населенные пункты здесь находятся

вблизи хорошо обеспеченных колодцев или фоггар (линейный поверхностный водозабор), а в северо-восточной и северо-западной частях расположены оазисы с относительно крупными населенными пунктами

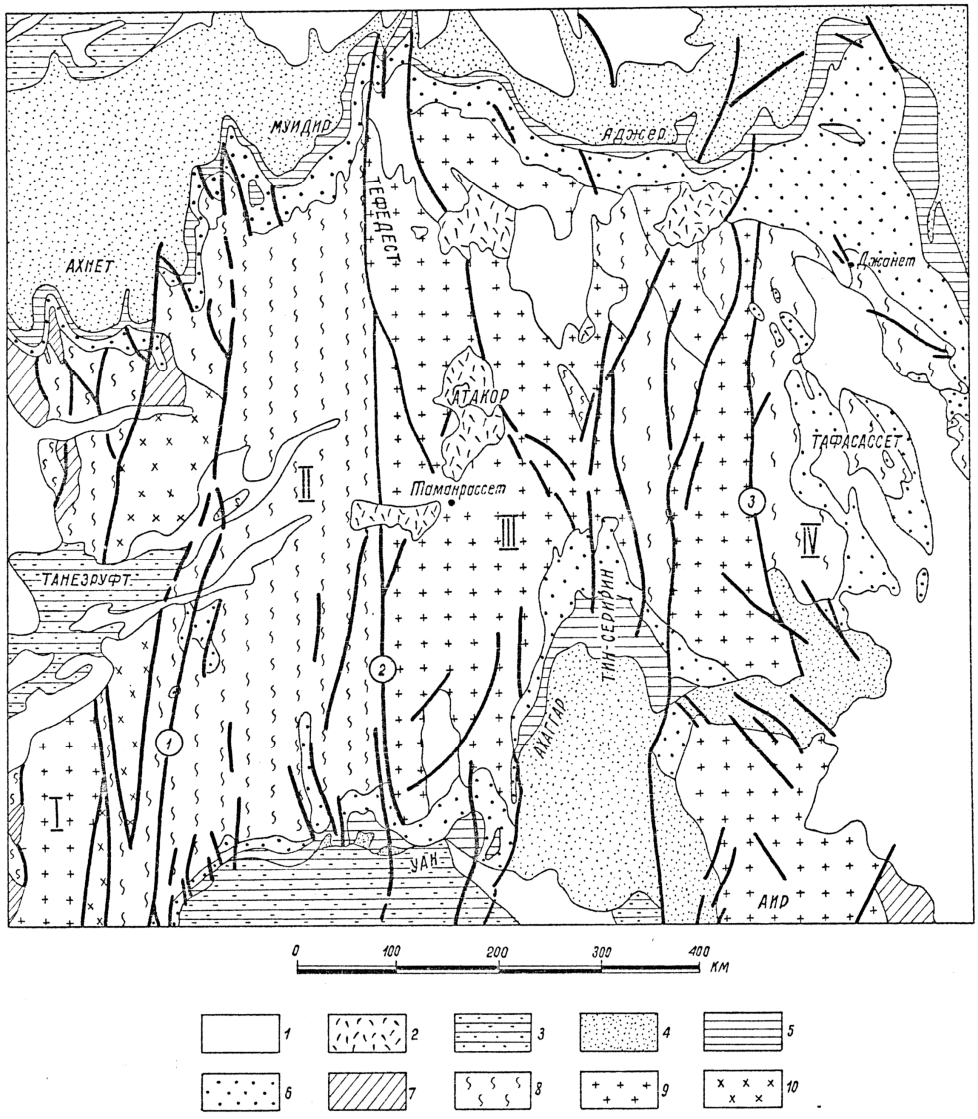


Рис. Геолого-структурная карта Хоггара (по С. Бёфу).
Отложения фанерозойского платформенного чехла: 1 – конечные континентальные; 2 – покровные базальты; 3 – промежуточные континентальные; 4 – нерасчлененные верхнепалеозойские (Д – С1); 5 – силурийские; 6 – кембро-ордовикские; 7 – инфракембрий. Отложения кристаллического докембрийского фундамента: 8 – фарузий; 9 – суггарий; 10 – уззалий. Основные тектонические структуры: I – Инуззальское поднятие; II – Западно-Хоггарский мегасинклинорий; III – Центрально-Хоггарский мегасинклинорий; IV – Восточная складчатая зона. Основные и оперяющие тектонические разломы: (1) – Западный тектонический шов; (2) – Главный западный разлом Центрального Хоггара; (3) – Восточный разлом.

В геологическом отношении ядро массива Хоггар образуют мощные комплексы кристаллических пород – гнейсы, гранито-гнейсы, слюдяные сланцы и амфиболиты общей мощностью 20000 м [1]. На востоке и северо-востоке Хоггара распространены менее метаморфизованные породы – гнейсы, сланцы, кварциты и известняки. Возраст комплекса определяется как среднепротерозойский. В периферийных частях кристаллического массива фундамент перекрыт осадочными породами, которые далее развиваются в крупные седиментационные бассейны.

Условия залегания подземных вод. На территории кристаллического массива Хоггар подземные воды распространены не повсеместно. Обнаруженные здесь горизонты грунтовых вод связаны преимущественно с русловыми отложениями уэдов и подстилающими их выветрелыми породами фундамента, с линейно вытянутыми участками крупных тектонических разломов, а также с базальтами, перекрывающими древнечетвертичные речные долины [11].

Грунтовые воды аллювиальных отложений наиболее широко распространены на склонах массива Атакор. Здесь на участках спрямления (в профиле) русел уэдов формируются довольно значительные по объему бассейны, часто питающие круглогодичные поверхностные водоемы. Оценка эксплуатационных запасов бассейна гидродинамическим методом показала возможность получения 3000 $м^3$ / сутки с помощью линейного водозабора из трех скважин. При этом грунтовые воды горизонта русловых отложений и выветрелых пород фундамента отличаются повсеместно хорошим качеством и относительно неизменным во времени химическим составом.

Водоносный горизонт в зонах тектонических нарушений приобретает максимальную водообильность на участках пересечения крупных уэдов с мощными тектоническими разломами русел на незначительном удалении от Атакорского горного массива. На остальной территории запасы грунтовых вод в таких коллекторах незначительны. Значительная протяженность крупных разломов обеспечивает подземный сток от массива Атакор до осадочного обрамления Хоггара и таким образом способствует накоплению крупных запасов подземных вод в мощных коллекторах фанерозоя. Качество грунтовых вод в зонах тектонических нарушений пород фундамента хуже, чем в русловых отложениях, что объясняется особыми условиями водообмена в глубоких разломах.

Водоносный горизонт покровных базальтов распространен на участках развития базальтовых покровов, перекрывающих русла древних уэдов или непосредственно залегающих на кристаллических породах фундамента. Основная роль базальтов заключается в создании защитного экрана, перекрывающего водоносные горизонты русловых отложений и трещиноватых отложений фундамента. Глубина залегания уровня грунтовых вод колеблется от 2,5 до 44 м в зависимости от рельефа местности. Результаты опробования горизонта, как правило, показывают очень низкую водообильность. Качество грунтовых вод удовлетворительное – минерализация колеблется от 0,3–0,5 г / л до 1,0–1,7 г / л.

Формирование и режим подземных вод в пределах кристаллического массива Хоггар в целом связано с инфильтрацией атмосферных осадков. Областью питания подземных вод для всего массива является наиболее высокая центральная часть, где имеет место непосредственная инфильтрация атмосферных осадков в породы фундамента. В то же время значительные уклоны поверхности в этой зоне (от 0,007 до 0,01) не способствуют накоплению здесь

крупных запасов подземных вод, которые задерживаются лишь в русловых отложениях на спрямленных участках склонов. Учитывая малую долю инфильтрации осадков, основная часть их формирует паводковый поверхностный сток. Данный сток, выходя на равнины фундамента, поглощается тектоническими разломами и выветрелыми кристаллическими породами. Значительная часть стока в пределах равнин фундамента расходуется на испарение, тем не менее условия для накопления запасов подземных вод здесь более благоприятны, чем в горной части Хоггара.

Подземные воды отложений осадочного обрамления Хоггара на севере, востоке и юге Хоггара представлены толщей палеозойских морских отложений, на западе массив обрамляется мощными осадками промежуточного континентального цикла. В соответствии с этим, на севере выделяются палеозойские артезианские склоны крупных бассейнов Ахнет, Муидир и Аджер, на юго-востоке – бассейна Тафасассет, на юге – Тин-Серирин и на западе – примыкающая к Хоггару часть мезо-кайнозойского артезианского бассейна Танезруфт (рис. 1). Наиболее детальные гидрогеологические исследования были выполнены в пределах артезианских склонов на участках Тафасассет и Тин-Серирин.

Артезианский бассейн Тафасассет включает девонский и кембро-ордовикский водоносные комплексы.

Девонский комплекс распространен неравномерно, заметно расширяясь по площади в направлении с севера на юг. В отложениях девона выделены три основные толщи: верхняя, залегающая на поверхности лишь в восточной части участка мощностью до 100 м; средняя, сложенная аргиллитами и алевролитами мощностью до 70–150 м, и нижняя, содержащая крупнозернистые песчаники и гравелиты с редкими прослоями алевролитов общей мощностью свыше 200 м. По химическому составу воды девонских отложений относятся к сульфатно-гидрокарбонатным натриево-кальциевым с общей минерализацией 0,3 г / л (табл. 1).

Таким образом, по водообильности и качеству воды девонский водоносный комплекс бассейна Тафасассет представляется вполне перспективным для целей хозяйственно-питьевого и технического водоснабжения. Наличие и использование подземных вод девона известно также в районе Тассилей Аджер (Форт Полиньяк).

Отложения кембро-ордовика повсеместно распространены в пределах артезианского склона синклинали Тафасассет, обнажаясь по периферии структуры. В направлении к её оси они заметно погружаются, следуя за тектоническими дислокациями фундамента. Породы перекрываются водоупорными отложениями силура и подстилаются породами фундамента.

Мощность обводненной зоны песчаников изменяется в направлении к центру синклинали от 50 до 150 м. По оси структуры наблюдается уменьшение мощности обводненной зоны с северо-запада на юго-восток от 150 до 90 м одновременно с уменьшением мощности кембро-ордовикских песчаников. Следует заметить, что полная мощность обводненной толщи песчаников в центральной и восточной частях структуры не установлена. Глубина залегания уровня подземных вод колеблется от 70 до 30 м от поверхности земли, уменьшаясь по направлению от западного борта синклинали к оси. В то же время абсолютные отметки статических уровней закономерно снижаются с северо-запада на юго-восток, следуя направлению потока подземных вод.

Таблица 1

Химический состав подземных вод Хоггара [11]

Местоположение, № скважины	Дата отбора пробы	Минерализация, г / л	Ионный состав, мг / л					
			Cl	SO_4	HCO_3	Ca	Mg	Na + K
Тафасассет, девон, кембро-ордовик								
Тафасассет, 200	06.01.1978	0,43	72	106	72	36	16	72
Тафасассет 201	02.03.1978	0,28	14	94	79	19	11	41
Тафасассет, 202	06.01.1978	0,22	14	77	48	15	4	41
Тафасассет, 203	26.02.1979	0,34	85	38	73	50	13	35
Тафасассет, 204	07.06.1979	0,43	106	75	85	68	20	28
Зоны тектонических нарушений								
Абанкор, 15	06.04.1971	1,81	399	427	152	154	125	107
Инрабир, 45	30.11.1972	2,75	556	1026	316	408	100	320
Таншафао, 47	04.04.1973	5.45	1213	1480	122	960	146	179
Лауни, 31	07.05.1971	2,39	564	842	91	408	46	249
Шахта В	23.11.1968	3,42	936	619	73	456	22	310
Русловые отложения								
Таманрассет, 37	14.02.1972	0,32	20	51	211	66	9	38
Тинамзи, 53	21.11.1973	0,44	17	69	212	21	6	95
Тинфелки, 31	02.11.1971	0,72	55	61	571	23	4	238
Тиририн, (колодец)	15.04.1979	1,68	447	496	146	48	11	508
Иссалян, 23	25.04.1971	0,48	32	106	189	48	8	75
Ин-Афалелах, (кол.)	14.04.1979	0,94	255	285	61	86	10	214
Силет, 169	19.11.1978	0,55	37	92	216	8	30	120
Мениет, 12	29.01.1974	0,66	24	160	276	56	3	127
Тин-Серирин, кембро-ордовик								
Скважина 1	07.04.1974	0,23	36	109	18	24	12	32
Скважина 6	28.04.1974	0,26	46	117	24	22	13	40
Скважина 7	08.05.1974	0,30	49	130	30	23	12	56
Иназауа (колодец)	25.11.1973	0,39	44	150	78	19	6	96
Скважина 65	07.2.1975	0,22	21	49	85	24	5	33
Скважина 16	10.05.1975	0,36	44	88	122	38	7	58

Основная область питания кембро-ордовикского водоносного горизонта расположена к северо-востоку за пределами описываемого участка, в горной зоне Хоггара, а область разгрузки – к юго-западу на территории Нигера. Кроме того, существует и местное питание, связанное с подрусловыми потоками уэдов. Условия для инфильтрации потока благоприятны в связи с широким распространением выходов кембро-ордовикских песчаников на поверхность в долине уэдов, а также вследствие интенсивной дислоцированности пород. Местная разгрузка горизонта не исключена по тектоническим разломам на питание девонского водоносного комплекса и трещиноватых зон в фундаменте ниже по потоку.

По результатам гидрогеологических исследований была проведена оценка эксплуатационных запасов подземных вод кембро-ордовикского водоносного горизонта в пределах северо-западной части артезианского склона бассейна Тафасассет. Подсчет запасов проводился для площади территории, составляющей 2520 км^2, в том числе площади распространения напорных вод – 1890 км^2. Средняя мощность водоносного горизонта в кембро-ордовикских отложениях по геологическим разрезам составляет 118 м, по напорной части пласта – 137 м.

Естественные запасы подземных вод горизонта в пределах упомянутой площади составляют 26,1 км^3, а естественные ресурсы – 123 л / с. Режим подземных вод кембро-ордовикских отложений характеризуется стабильностью, которая объясняется высокой водообильностью и глубоким погружением горизонта, а также приблизительным равенством приходной и расходной статей баланса.

По результатам химических анализов (табл. 1), подземные воды кембро-ордовикских отложений являются пресными с минерализацией 0,15–0,47 г / л, по жесткости – от очень мягких до умеренно жестких. Концентрация водородных ионов колеблется в пределах 6,8–8,1, что характеризует воды как нейтральные или слабощелочные.

Артезианский бассейн Тин-Серирин является частью южного палеозойского обрамления Хоггара под общим названием Тассили Уан-Ахаггар. Поверхность территории представляет собой пустынную равнину, полого наклоненную в юго-западном направлении с отметками от 650 до 400 м. Гидрографическая сеть развита довольно широко в виде сухих русел уэдов. Крупнейшими из них являются Тин-Тарабин и Ирхархар, берущие начало с гор массива Атакор, а также Тин-Серирин. Его основное русло расположено на территории Нигера.

Геологическое строение бассейна Тин-Серирин в целом аналогично строению бассейна Тафасассет. Нижняя часть осадочного комплекса представлена отложениями кембро-ордовика. В их основании залегают базальные конгломераты мощностью от 0,3–1,5 м до 10–15 м. Конгломераты перекрываются хорошо проницаемыми крупнозернистыми песчаниками с косой слоистостью и линзами гравелитов общей мощностью 240–260 м. Выше залегают мелкозернистые кварцевые песчаники, трещиноватые в верхней части, мощностью до 150 м. Водоупорные тиллиты мощностью от 0 до 35 м венчают разрез кембро-ордовика.

Отложения силура несогласно залегают на породах кембро-ордовика и представлены аргиллитами с прослоями алевролитов и песчаников максимальной мощностью 500–550 м. Отложения девона, широко распространенные в центральной части синклинали, представлены в нижнем отделе крупнозернистыми песчаниками и конгломератами с редкими прослоями алевролитов и аргиллитов мощностью до 350 м. В пределах территории широко развиты рыхлые четвертичные отложения эолового и аллювиального генезиса мощностью 10–20 м.

Гидрогеологические исследования в бассейне Тин-Серирин были сосредоточены, учитывая суммарную мощность палеозойских отложений порядка 1500 м, лишь в прибортовых зонах. Основным объектом изучения являлся водоносный комплекс кембро-ордовикских песчаников, имеющий большую мощность пород при их значительной водообильности.

Подземные воды кембро-ордовика имеют смешанный химический состав с незначительным преобладанием сульфатов (табл. 1), что в целом не отражается на хорошем качестве пресных вод с минерализацией от 0,06 до 0,7 г / л. Минерализация обычно возрастает с удалением от бортов к оси синклинали и с увеличением глубины вскрытия водоносного горизонта. Все это соответствует схеме прямой гидрохимической зональности артезианских бассейнов. Как правило, подземные воды мягкие или умеренно-жесткие и обладают слабой щелочной реакцией.

Формирование водоносного горизонта тесно связано с атмосферным питанием на горных склонах Атакора. Оттуда по руслам уэдов и зонам тектонических нарушений поверхностный и подземный сток перемещается и аккумулируется в депрессиях фундамента, выполненных комплексом палеозойских отложений. Основная область разгрузки горизонта находится на территории Нигера, где распространение песчаников кембро-ордовика ограничивается выступом фундамента высотой 500 м в районе Тин-Мерсуа. Тем самым создается возможность перетекания подземных вод в промежуточные континентальные отложения.

Кроме кембро-ордовикского водоносного горизонта, нижнедевонские песчаники могут обладать значительной водообильностью, по аналогии с бассейном Тафасассет. Подземные воды, вскрытые в них отдельными колодцами на территории впадины Тин-Серирин, имеют химический состав и минерализацию, не отличающиеся от вод кембро-ордовика. Спорадически распространенные пресные грунтовые воды содержатся также в четвертичных отложениях, подстилаемых кембро-ордовикскими песчаниками. Эти воды, как правило, гидравлически связаны с подземными водами кембро-ордовика и не отличаются от них по составу.

Массив Хоггар окаймляется крупными артезианскими бассейнами: Илизи на севере, Мурзук на востоке (Ливия), Тауденни на юго-западе (Мали) и Уллимеден на юге (Нигер). Нижнепалеозойские отложения в этих бассейнах отличаются высокой водообильностью и содержат пресные воды.

Феномен повсеместного присутствия пресных вод в отложениях девона на больших глубинах (до 2000 м) в бассейне Илизи вызывает большой интерес у геологов и неоднократно отмечался в публикациях [2, 7]. Особенностью бассейна Илизи является то, что основной нефтегазоносный объект – пласт F_6, содержащий многочисленные залежи газа и легкой нефти, на значительной территории содержит пресные и маломинерализованные воды (на больших глубинах). Пласт F_6 раннедевонского возраста имеет среднюю толщину 200–300 м и представлен песчаниками с различной степенью глинизации, часто с хорошими коллекторскими свойствами. На площадях, граничащих с массивом Хоггар, песчаники выходят на поверхность, что позволяет предполагать инфильтрацию поверхностных вод в значительных объемах.

Условия формирования химического состава подземных вод. Основной особенностью кристаллических массивов Сахары является повсеместное распространение пресных вод. В ряде случаев их минерализация ниже 0,1 г / л, что кажется достаточно странным для одного из самых засушливых регионов мира. Данные химических анализов по Хоггару для пород различного возраста (табл. 1) позволяют оценить особенности компонентного состава подземных вод. Почти все пробы воды кембро-ордовикских и русловых отложений представлены пресными водами, в основном гидрокарбонатно-натриевого типа. Несколько более высокую минерализацию имеют воды зон тектонических нарушений.

Особенностью этих вод является высокое содержание сульфатов, что и объясняет повышение минерализации по сравнению с водами других районов. Следует заметить, что эти воды залегают в зонах, обогащенных сульфидными минералами [10]. Их окисление ведет к образованию серной кислоты, которая нейтрализуется породами, содержащими кальций. Его повышенные концентрации также фиксируются в этих водах.

Данные о минерализации и химическом составе вод в осадочных породах в бассейнах, примыкающих к Хоггару, показывают в основном их идентичность с водами кристаллического массива. По бассейну Илизи многочисленными анализами подтверждается распространение пресных и солоноватых вод в пласте F6 нижнего девона на большой территории, примыкающей к Хоггару. Химические анализы, приводимые в таблице 2, показывают преобладание в составе вод натрия и гидрокарбонат-ионов. Содержание кальция и магния низкое. Следует обратить внимание на высокие концентрации HCO_3 в водах с минерализацией более 1 г / л.

Таблица 2

Химический состав подземных вод пласта F_6 бассейна Илизи [7]

Месторождение / № скважины	Интервал опробывания	Минерализация, г / л	Концентрация ионов, мг / л					
			Cl	SO_4	HCO_3	Ca	Mg	Na + K
Эль Адеб-Лараш, 35	1472–1478	3,857	1135	200	970	290	90	957
Ла-Рекюле, 6	1734–1750	9,604	4028	590	1510	142	108	3226
Тигентурин, 38	1623–1632	4,309	1750	16	1030	140	10	1363
Ассекифаф, 1	1167–1176	0,622	71	180	184	51	5	131
Ассекифаф, 1	1078–1088	0,807	99	202	279	551	5	171
Иссауане, 1	1465–1488	0,617	134	125	150	41	28	139
Тан-Батек, 1	1276–1284	0,658	113	41	298	16	3	187
Гара, 1	1995–2020	1,409	470	45	418	74	13	390
Зауатане, 1	1686–1698	0,913	193	10	427	20	7	256

На северо-восточном обрамлении Хоггара, в бассейне Мурзук, на поверхность выходят кембро-ордовикские песчаники и конгломераты. В районе города Гат на алжиро-ливийской границе минерализация воды в колодцах не превышает 0,3 г / л. Многочисленные родники, приуроченные к песчаникам девона и силура, имеют минерализацию воды до 0,8 г / л [3].

К западу от Хоггара располагается крупный бассейн Тауденни, сложенный отложениями верхнего протерозоя и палеозоя общей мощностью до 4000 м. Неглубоко залегающие отложения фундамента, кембрия, ордовика и силура содержат пресную или солоноватую воду. В районе Бандиагара (Мали) минерализация воды в колодцах и родниках, выходящих из трещиноватых песчаников кембрия и силура, имеет минерализацию от 0,01 до 0,4 г / л [3].

Аналогичная ситуация наблюдается на южном продолжении бассейна Серирин (бассейн Уллимеден на севере Нигера). Здесь кембро-ордовикские и девонские отложения содержат воду с минерализацией до 0,3 г / л. На юге минерализация воды в кембро-ордовикских отложениях повышается до 0,6 г / л, а в девонских отложениях до 21–28 г / л [16].

Низкая минерализация подземных вод большинством исследователей объясняется благоприятными условиями инфильтрации в водоносные горизонты, учитывая ливневый характер осадков и хорошую вертикальную проницаемость разреза. Кроме того, основной объем инфильтрационных вод мог образоваться в течение длительного влажного периода в плейстоцене. Определение возраста подземных вод по данным изотопных исследований дало цифру 12000 лет [22], что соответствует этому периоду.

И все же повсеместное распространение пресных вод на обширной территории и на большой глубине современной нельзя объяснить инфильтраци-

ей поверхностных вод. Гидрогеологические данные по кристаллическим массивам Северного полушария показывают, что пресные воды уже на глубине 200–300 м могут смениться рассолами. Так на восточном склоне Воронежского массива уже на глубине 200 м девонские воды имеют минерализацию 36–48 г / л, несмотря на гумидный климат территории и широкое распространение пресных пластовых вод на меньших глубинах [5].

Полученные данные заставляют предположить, что геологическая история Африканского континента была особенно благоприятна для накопления ресурсов пресных, а в ряде случаев и ультрапресных (минерализация менее 0,1 г / л), вод и их сохранности, несмотря на жесткие аридные условия региона. Эти условия были заложены еще в докембрийский период, когда отмечались следы существования ледников. Особое значение для накопления воды на континенте имело ордовикское оледенение в период 440–420 млн лет назад. В этот период районы Гондваны, находившиеся в южной полярной зоне, были покрыты мощными ледниковыми отложениями. Следы ледниковых отложений отмечаются почти на всей территории Северной Африки, Аравийском полуострове, в Южной Америке и Австралии [18, 21].

В бассейне Илизи флювиогляциальные отложения сформировали хорошо проницаемые пласты, к которым приурочены многочисленные месторождения нефти и газа. Протяженные долины (ущелья), заполненные турбидитными осадками на северном склоне Тассили-Аджера, были сформированы потоками тающей воды, которые достигали береговой зоны моря. Предполагается, что сам ледник достигал зоны континентального шельфа [15, 19]. Анализ строения этих долин позволяет предполагать, что они являлись проводниками огромных масс пресной воды, стекающей при таянии ледников по склонам кристаллического массива и опресняющей воду седиментационных бассейнов, прилегающих к Хоггару.

В этот период породы были хорошо промыты от легкорастворимых хлористых солей. В дальнейшем континентальное положение Хоггара и его высокое гипсометрическое положение обеспечили защиту от засоления грунтов на его территории водами морского генезиса.

История геологического развития Африканского континента оказалась особенно благоприятной для накопления и сохранения значительных запасов пресных подземных вод в древних кристаллических массивах, которые никогда не погружались ниже уровня моря. В конце протерозоя и в раннем палеозое Сахара находилась в южной полярной зоне и в это время на ее территории формировались мощные ледники. По разным оценкам объем льда и территория, покрытая ледниками, были соизмеримы или даже больше, чем объем и площадь ледового покрытия современной Антарктиды. К этому времени относится и значительное (на 70–90 м) снижение уровня океана. Такая корреляция событий свидетельствует о том, что объем поверхностной гидросферы мог быть меньше, чем в настоящее время, и процесс перехода морской воды в ледники мог привести к значительному повышению солености морской воды. Для седиментационных бассейнов Северного полушария как раз и характерен высокий уровень минерализации подземных вод палеозоя.

В позднем палеозое (каменноугольный период) южный полюс сместился в Южную Африку, и началось таяние ледников Сахары с заполнением полостей кристаллических пород и прилегающих бассейнов пресной водой. Трансгрессия палеозойских морей в северные районы Сахары не затронула высоко

приподнятые кристаллические массивы, где сохранились пресные воды. Современная инфильтрация метеорных вод происходит в породы, хорошо промытые в прошлые геологические периоды. Если такая концепция верна, то огромные ресурсы пресных вод кристаллических массивов и нижнепалеозойских отложений Сахары следует отнести к слабо восполняемым и статическим, что требует бережного к ним отношения.

Список литературы

1. Богданов А. А. О строении массива Хоггар (Туарегский массив) в Алжирской Сахаре / А. А. Богданов // Геотектоника. – 1971. – № 6. – С. 27–43.

2. Геология и нефтегазоносность Алжирской Сахары / М. М. Алиев, И. А. Лаусин, М. В. Корж и др. – Москва : Недра, 1971. – 328 с.

3. Гидрогеология Африки / науч. ред. Н. А. Маринов. – Москва : Недра, 1978. – 371 с.

4. Друэн Ж. Водные ресурсы Северо-Западной Африки / Ж. Друэн // Гидрогеология и гидрология аридной зоны земного шара. – Москва: Иностранная литература, 1955. – С. 7–71.

5. Кисельгоф С. М. Новые данные по гидрогеологии девонских отложений северо-западной части Волгоградской области / С. М. Кисельгоф // Вопросы геологии и нефтегазоносности Волгоградской области : тр. ВНИИНГ. – 1965. – Вып. 3. – С. 310–323.

6. Лот А. К другим Тассили. Новые открытия в Сахаре / А. Лот. – Ленинград : Искусство, 1984. – 215 с.

7. Морозов Л. И. Нефтегазоносность зон распространения инфильтрогенных вод / Л. И. Морозов. – Москва : Недра, 1989. – 151 с.

8. Пантелеев И. Я. Подземные воды Алжира / И. Я. Пантелеев, С. М. Голубев. – Москва : Недра, 1978. – 212 с.

9. Силин-Бекчурин А. И. Подземные воды Северной Африки / А. И. Силин-Бекчурин. – Москва : АН СССР, 1962. – 201 с.

10. Чайка В. М. Рифейские зеленокаменные пояса Северной Африки и их рудные месторождения / В. М. Чайка. – Москва : Наука, 1990. – 103 с.

11. Шубин М. А. Подземные воды Центральной и Юго-Западной Сахары / М. А. Шубин. – Волгоград : Принт, 2002. – 117 с.

12. Cornet A. Essais sur l'hydrogeologie du Grand Erg Occidentale et des regions limitrophes / A. Cornet // Les Foggaras. Trav. Inst. Rech. Sahar. – 1952. – Vol. 8. – P. 71–122.

13. Cornet A. L'eau dans le Tanezrouft / A. Cornet // Bull. Liaison sahar. – 1960. – Vol. XI, no. 38. – P. 198–200.

14. Cornet A. Introduction a l'hydrogeologie saharienne / A. Cornet // Revue de geogr. phys. et geol. dyn. – 1964. – Ser. 2, vol. VI. – P. 5–72.

15. Deschamps R. Architecture of Late Ordovician glacial valleys in the Tassili N'Ajjer area (Algeria) / R. Deschamps, R. Eschard, S. Roussé // Sedimentary Geology. – May 1, 2013. – Vol. 289. – P. 124–147.

16. Dodo A. Caractérisation des systemes aquifères transfrontalières du Niger (Managing shared aquifer resources in Africa) / A. Dodo. – USA : United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, 2004. – P. 123–128.

17. Durozoy G. Hydrogeologie du Cambro-Ordovicien des Tassili Oua-N-Ahaggar (Sahara Sud-Oriental) / G. Durozoy // Publ. Serv. de la Carte Geol. de l'Algerie. Bull. – 1960. – Vol. 28. – P. 43–59.

18. Ghienne J.-F. The Late Ordovician glacial sedimentary system of the North Gondwana platform / J.-F. Ghienne, D. P. Heron, J. Moreau, M. Denis, M. // Glacial Sedimentary Processes and Products. Special Publication, International Association of Sedimentologists / Deynoux Hambrey, M. Christoffersen, P. Glasser, N. Janssen, P. Hubbard, B. and M. Siegert (eds.). – Blackwells, Oxford, 2007. – 295 рю

19. Hirst J. P. P. Tunnel valleys and density flow processes in the Upper Ordovician glacial succession / J. P. P. Hirst, A. Benbakir, D. F. Payne, I. Westlake // Journal of Petroleum Geology. – 2002. – Vol. 25, № 3. – P. 297–324.

20. 'Huge' water resource exists under Africa // BBC News. – Режим доступа: www.bbc.co.uk/news/science-environment-17775211, свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус.

21. Moreau J. 440 Ma ice stream in North Africa / J. Moreau, J.-F. Ghienne, D. P. Heron, J.-L. Rubino, M. Deynoux // Geology. – September 2005. – Vol. 33, № 9. – P. 753–756.

22. Moulla A. S. Contribution des isotopes à l'étude des ressources en eau souterraines transfrontalières en Algérie (Managing shared aquifer resources in Africa) / A. S. Moulla, A. Guendouz, M. E. H. Cherchali. – USA : United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, 2004. – P. 55–67.

23. Wright E. P. The hydrogeology of crystalline basement aquifer in Africa / E. P. Wright, W. G. Burgess (eds.) // Geological Society Special Publication. – 1992. – № 66. – P. 1–27.

References

1. Bogdanov A. A. O stroenii massiva Khoggar (Tuaregskiy massiv) v Alzhirskoy Sakhare [About the structure of the massif of the Hoggar (Tuareg) in the Algerian Sahara]. *Geotektonika* [Geotectonics], 1971, no. 6, pp. 27–43.

2. Aliev M. M., Lausen I. A., Korzh M. V., et al. *Geologiya i neftegazonosnosnost Alzhirskoy Sakhary* [Geology and oil and gas potential of the Algerian Sahara], Moscow, Nedra Publ., 1971. 328 p.

3. Marinov N. A. (ed.) *Gidrogeologiya Afriki* [Hydrogeology of Africa], Moscow, Nedra Publ., 1978. 371 p.

4. Druen Zh. Vodnye resursy Severo-Zapadnoy Afriki [Water resources of North-West Africa]. *Gidrogeologiya i gidrologiya aridnoy zony zemnogo shara* [Hydrogeology and hydrology of the arid zone of the globe], Moscow, Inostrannaya literatura Publ., 1955, pp. 7–71.

5. Kiselgof S. M. Novye dannye po gidrogeologii devonskikh otlozheniy severo-zapadnoy chasti Volgogradskoy oblasti [New data on the hydrogeology of Devonian deposits of the North-Western part of Volgograd region]. *Voprosy geologii i neftegazonosnosti Volgogradskoy oblasti : tr. VNIING* [Geology and Petroleum Potential of the Volgograd Region. Proceedings of Vedeneyev All-Russian Scientific Research Institute of Hydraulic Engineering], 1965, vol. 3, pp. 310–323.

6. Lhote H. *To other Tassilis: New discoveries in Sahara. Art*, 1984. 215 p.

7. Morozov L. I. *Petroleum potential of zones with infiltrating waters*, Moscow, Nedra Publ., 1989. 151 p.

8. Panteleev I. Ya., Golubev S. M. *Groundwater in Algeria*, Moscow, Nedra Publ., 1978. 212 p.

9. Silin-Bekchurin A. I. *Underground waters of North Africa*, Moscow, USSR Academy of Sciences Publ. House, 1962. 201 p.

10. Chaika V. M. *Riphean Greenstone belts of North Africa and their ore deposit,* Moscow, Science Publ., 1990. 103 p.

11. Shubin M. A. *Underground water of Central and South-Western Sahara*, Volgograd, Print Publ., 2002. 117 p.

12. Cornet A. Essais sur l'hydrogeologie du Grand Erg Occidentale et des regions limitrophes. Les Foggaras. *Trav. Inst. Rech. Sahar.*, 1952, vol. 8, pp. 71–122.

13. Cornet A. L'eau dans le Tanezrouft. *Bull. Liaison sahar*., 1960, vol. XI, no. 38, pp. 198–200.

14. Cornet A. Introduction a l'hydrogeologie saharienne. *Revue de geogr. phys. et geol. dyn*., 1964. ser. 2, vol. VI, pp. 5–72.

15. Deschamps R., Eschard R., Roussé S. Architecture of Late Ordovician glacial valleys in the Tassili N'Ajjer area (Algeria). *Sedimentary Geology*, May 1, 2013, vol. 289, pp. 124–147.

16. Dodo A. *Caractérisation des systemes aquifères transfrontalières du Niger (Managing shared aquifer resources in Africa)*, USA, United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization Publ. House, 2004, pp. 123–128.

17. Durozoy G. Hydrogeologie du Cambro-Ordovicien des Tassili Oua-N-Ahaggar (Sahara Sud-Oriental). *Publ. Serv. de la Carte Geol. de l'Algerie. Bull.*, 1960, vol. 28, pp. 43–59.

18. Ghienne J.-F., Heron D.P., Moreau J., Denis M., Deynoux M. The Late Ordovician glacial sedimentary system of the North Gondwana platform. *Glacial Sedimentary Processes and Products. Special Publication, International Association of Sedimentologists*, Blackwells, Oxford, 200. 295 p.

19. Hirst J. P. P., Benbakir A., Payne D. F., Westlake I. Tunnel valleys and density flow processes in the Upper Ordovician glacial succession. *Journal of Petroleum Geology*, 2002, vol. 25, no. 3, pp. 297–324.

20. 'Huge' water resource exists under Africa. *BBC News*. Available at: www.bbc.co.uk/news/science-environment-17775211.

21. Moreau J., Ghienne J.-F., Heron D. P., Rubino J.-L., Deynoux M. 440 Ma ice stream in North Africa. *Geology*, September 2005, vol. 33, no. 9, pp. 753–756.

22. Moulla A. S., Guendouz A., Cherchali M. E. H. *Contribution des isotopes à l'étude des ressources en eau souterraines transfrontalières en Algérie (Managing shared aquifer resources in Africa)*, USA, United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization Publ. House, 2004, pp. 55–67.

23. Wright E. P., Burgess W. G. (eds.) The hydrogeology of crystalline basement aquifer in Africa. *Geological Society Special Publication*, 1992, no. 66, pp. 1–27.

МОНИТОРИНГ АЗОТНЫХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ БЕЛГОРОДСКОГО РЕГИОНА

Марыныч Светлана Николаевна, аспирант, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, 308015, Российская Федерация, г. Белгород, ул. Победы, 85, e-mail: 733397@bsu.edu.ru

Стороженко Екатерина Алексеевна, аспирант, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, 308015, Российская Федерация, г. Белгород, ул. Победы, 85, e-mail: 706230@bsu.edu.ru

Корнилов Андрей Геннадьевич, доктор географических наук, профессор, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, 308015, Российская Федерация, г. Белгород, ул. Победы, 85, e-mail: kornilov@bsu.edu.ru

В статье приведены результаты полевого исследования суточной динамики содержания соединений азота в р. Разумная у п. Разумное, родника «Корсунской иконы Божьей Матери» и пруда в урочище Кургиновское в с. Шагаровка. Проанализированы данные о содержании нитритов, нитратов и аммонийного азота в выбранных водных объектах Белгородского района. Представлен анализ суточной динамики соединений азота. В период наблюдений минимальные концентрации загрязняющих веществ отмечались в воде родника: нитраты – 2,68 мг / л, нитриты – 0,06 мг / л, соли аммония – 0,38 мг / л. Среднее содержание загрязняющих веществ в р. Разумная: нитраты – 4,02 мг / л (0,01 ПДК), нитриты – 0,16 мг / л (2 ПДК), аммония – 0,38 мг / л (0,76 ПДК); в пруду: нитраты – 3,17 мг / л (0,13 ПДК), нитриты – 0,28 мл / л (3,5 ПДК), аммоний – 0,38 мг / л (0,76 ПДК). Показана умеренная суточная динамика концентраций нитратов (амплитуда колебаний 20–26 %) и незначительная суточная динамика соединений аммония и нитритов (3–13 %).

Ключевые слова: суточная динамика гидрохимических показателей, азотное загрязнение водной среды, поверхностные воды

MONITORING OF NITRIC POLLUTION OF WATER OBJECTS OF THE BELGOROD REGION

Marynych Svetlana N., post-graduate student, Belgorod State National Research University, 85 Pobeda st., Belgorod, 308015, Russian Federation, e-mail: 733397@bsu.edu.ru

Storozhenko Ekaterina A., post-graduate student, Belgorod State National Research University, 85 Pobeda st., Belgorod, 308015, Russian Federation, e-mail: 706230@bsu.edu.ru

Kornilov Andrey G., D.Sc. in Geography, Professor, Belgorod State National Research University, 85 Pobeda st., Belgorod, 308015, Russian Federation, e-mail: kornilov@bsu.edu.ru

The article presents the results of a field study of the daily dynamics of the content of nitrogen compounds in the river. Reasonable near Razumnoe, the spring of the "Korsun Icon of the Mother of God" and a pond in the tract Kurginovskoe in the village. Chagrovka. The data on the content of nitrites, nitrates and ammonium nitrogen in the selected water bodies of the Belgorod region are analyzed. The analysis of the daily dynamics of nitrogen compounds is presented. During the observation period, the minimum concentrations of pollutants were observed in the spring water: nitrates – 2,68 mg / l, nitrites – 0,06 mg / l, ammonium salts – 0,38 mg / l. The average content of pollutants in the river. Reasonable: nitrates – 4,02 mg / l (0,01 MAC), nitrites – 0,16 mg / l (2 MACs), ammonium – 0,38 mg / l (0,76 MAC); in the pond: nitrates – 3,17 mg / l (0,13 MPC), nitrites – 0,28 mg / l (3,5 MPC), ammonium – 0,38 mg / l (0,76 MAC). A moderate daily dynamics of nitrate

concentrations (amplitude of oscillations of 20–26 %) and insignificant daily dynamics of ammonium and nitrite compounds (3–13 %) are shown.

Keywords: daily dynamics of hydrochemical indicators, nitrogen contamination of the aquatic environment, surface water

Для территории Белгородского района характерен достаточно высокий уровень загрязнения соединениями азота и фосфора [2, 7, 10].

Систематический контроль за гидроэкологическим состоянием водных объектов в Белгородской области осуществляет Росгидромет, который в соответствии с нормативным документом Р 52.24.353-94 осуществляет отбор проб с интервалом в 13 недель в одно время (в 15:00) [8, 14]. Вместе с тем в ряде предыдущих исследований была показана существенная динамика содержания загрязняющих веществ в пространстве, как по ходу течения реки, так и по глубине лимнических водных объектов [1, 3, 5, 6, 13, 15].

С учетом значительной пространственно-временной динамики биогенных показателей и суточного режима официальных наблюдений Росгидрометом характер динамики этих загрязняющих веществ в течение суток представляет значительный интерес. Поскольку не исключается дискуссионное обсуждение репрезентативности наблюдений с частотой один раз в сутки, а также принятого в Росгидромете времени наблюдений (в 15:00) [4, 9, 11, 12].

Полевое обследование водных объектов проводилось с 15 октября по 16 октября 2017 г. В предшествующий период стояла устойчивая сухая погода: температура воздуха – +10…+12 °С, температура воды – +7 °С. Предшествующий период был без осадков. Высшая водная растительность в связи с похолоданием воды и сокращением светового дня в основном деградировала (остатки водной растительности наблюдались местами). В таблице 1 представлены метеонаблюдения в момент отбора проб.

Для организации системных натурных наблюдений были выбраны три пробных участка для наблюдения за гидроэкологическим состоянием водных объектов Белгородского района:

1) река Разумная ниже поселка Разумное;

2) родник «Корсунской иконы Божьей Матери», водосборная территория которого характеризуется большой долей представленности селитебных территорий – 51,0 %, лесной массив составляет 14,7 % водосборной территории, пашня – 10,5 %, кладбище – 12,8 %, сенокосы и пастбища – 11 %;

3) пруд в урочище Кургиновское на окраине села Шагаровка, водосборная территория характеризуется большой долей пашни – 46,4 %, сенокосы и пастбища занимают 28,5 %, дома и огороды – 17,7 %, лесная растительность – 7,4 %.

Таблица 1

Погода во время суточного цикла отбора проб с 15 октября по 16 октября 2017 года

Время отбора проб	Температура воздуха, °С	Осадки	Облачность	Ветер, м / с
15:00	+ 9	Моросящий дождь	Пасмурно	6
18:00	+ 9	Моросящий дождь	Пасмурно	6
21:00	+ 7	Небольшой дождь	Пасмурно	6
00:00	+ 7	Без осадков	Облачно	6
03:00	+ 6	Моросящий дождь	Облачно	9
06:00	+ 5	Без осадков	Малооблачно	9
09:00	+ 8	Без осадков	Ясно	9
12:00	+ 10	Без осадков	Ясно	9

Результаты проведенного исследования представлены в таблицах 2–4. Кроме результатов разовых наблюдений рассчитаны среднее отклонение, как от среднесуточных, так и от результатов условно нормативной пробы, т.е. пробы, отобранной в 15:00 согласно регламента Росгидромета. Дополнительно, для оценки масштабов более долговременной динамики, приводятся данные гидроэкологического состояния этих же водных объектов двумя неделями ранее (29.09.2017 г.), а также в октябре 2016 г.

Таблица 2

Суточные пробы водных объектах Белгородского района: р. Разумная

Время отбора проб	Содержание соединений азота и значение ПДК, мг / л		
	Нитраты NO3	Нитриты NO2	Амонийный азот
	(ПДК – 40,0)	(ПДК – 0,08)	(ПДК – 0,5)
15:00	4,871	0,169	0,739
18:00	5,674	0,171	0,689
21:00	6,117	0,168	0,646
00:00	4,659	0,157	0,665
03:00	4,695	0,158	0,749
06:00	4,727	0,126	0,813
09:00	4,838	0,162	0,846
12:00	4,248	0,165	0,828
Среднее значение	4,019	0,160	0,747
Суточные колебания	+ 1,851 (20 %)	+ 0,045 (9 %)	+ 0,2 (13 %)
«Нормативная проба»	4,871	0,169	0,739
Отклонение от «нормативной пробы»	± 0,852 (17 %)	± 0.009 (2 %)	± 0,008 (2 %)
Наблюдения в 15:00 29.09.2017	2,774	0,245	0,663
Наблюдения в октябре 2016 г.	5,367	–	0,772

На рисунке 1 представлен график суточной динамики содержания нитрат-, нитрит-ионов и ионов аммония в р. Разумная (п. Разумное). Содержание нитратов колеблется от 4,248 до 6,117 мг / л. В вечернее время с 15:00 до 21:00 содержание нитратов повышается, максимальное значение 6,117 мг / л наблюдается в 21:00 (в предыдущие несколько часов был небольшой дождь и понижение температуры воздуха). Затем значение показателей выравнивается и сильных колебаний не наблюдается.

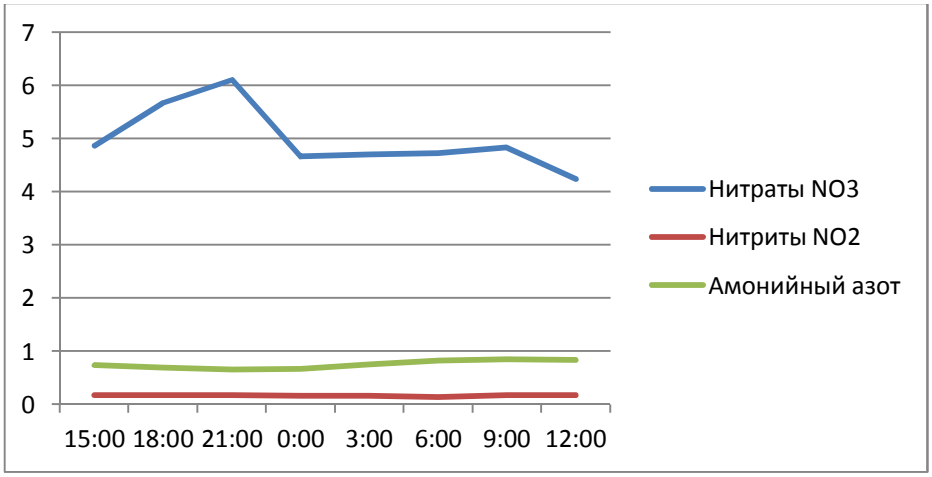


Рис. 1. Суточная динамика содержания нитрат-, нитрит-ионов и ионов аммония в р. Разумная (п. Разумное)

Отмечается высокая амплитуда суточных колебаний показателей содержания нитратов (± 20…± 24 %), по сравнению с амплитудой колебания нитритов (± 5 %) и аммония (± 7…± 13 %). Можно предположить, что на количество нитрат-, нитрит-ионов и ионов аммония в реке могут влиять относительно близкое расположение к промышленной зоне, зоне частной застройки и погодные условия.

Таблица 3

Суточные пробы водных объектах Белгородского района: род. «Корсунской иконы Божьей Матери»

Время отбора проб	Содержание соединений азота и значение ПДК, мг / л		
	Нитраты NO_3	Нитриты NO_2	Амонийный азот
	(ПДК – 40,0)	(ПДК – 0,08)	(ПДК – 0,5)
15:00	2,236	0,061	0,471
18:00	2,571	0,064	0,484
21:00	2,965	0,075	0,412
00:00	2,426	0,051	0,421
03:00	2,487	0,058	0,393
06:00	2,036	0,044	0,379
09:00	2,454	0,057	0,346
12:00	2,230	0,054	0,334
Среднее значение	2,675	0,063	0,382
Суточные колебания	+ 0,895 (24 %)	+ 0,008 (3 %)	+ 0,063 (7 %)
«Нормативная проба»	2,236	0,061	0,471
Отклонение от «нормативной пробы»	± 0,439 (12 %)	± 0,002 (2 %)	± 0,089 (9 %)
Наблюдения в 15:00 29.09.2017	2,444	0,041	0,476
Наблюдения в октябре 2016 г.	2.164	–	0,326

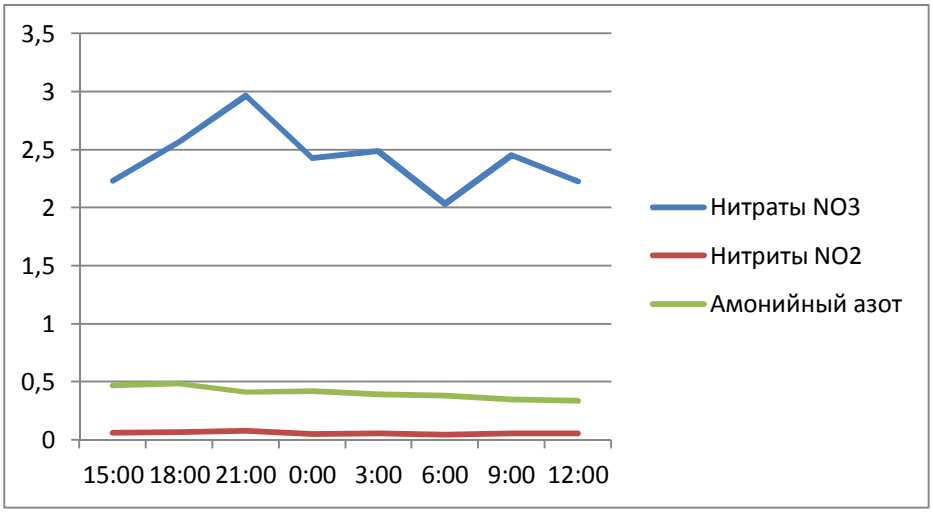


Рис. 2. Суточная динамика содержания нитрат-, нитрит-ионов и ионов аммония в роднике «Корсунской иконы Божьей Матери»

На рисунке 2 показана суточная динамика содержания нитрат-, нитрит-ионов и ионов аммония в роднике «Корсунской иконы Божьей Матери». Здесь содержание нитратов имеет приблизительно такую же динамику, что и в реке Разумная, хотя амплитуда колебаний в 2,5 раза ниже.

Таблица 4

Суточные пробы водных объектах Белгородского района: пруд в урочище Кургиновское в с. Шагаровка

Время отбора проб	Содержание соединений азота и значение ПДК, мг / л		
	Нитраты NO_3	Нитриты NO_2	Амонийный азот
	(ПДК – 40,0)	(ПДК – 0,08)	(ПДК – 0,5)
15:00	4,126	0,291	0,471
18:00	4,135	0,284	0,484
21:00	4,326	0,279	0,412
00:00	3,664	0,287	0,421
03:00	3,743	0,281	0,393
06:00	3,054	0,278	0,379
09:00	3,231	0,283	0,346
12:00	3,269	0,289	0,334
Среднее значение	3,174	0,283	0,382
Суточные колебания	+ 0,895 (24 %)	+ 0,012 (4 %)	+ 0,015 (5 %)
«Нормативная проба»	4,126	0,291	0,471
Отклонение от «нормативной пробы»	0,952 (26 %)	0,008 (2 %)	0,089 (13 %)
Наблюдения в 15:00 29.09.2017	2,443	0,283	0,665
Наблюдения в октябре 2016 г.	5.687	–	0,348

На рисунке 3 показана суточная динамика содержания нитрат-, нитрит-ионов и ионов аммония в пруду в урочище Кургиновское в близи села Шагаровка. Как и в предыдущих случаях, максимальную динамику имеют значения по нитратам, при несущественных изменениях концентраций нитритов и солей аммония.

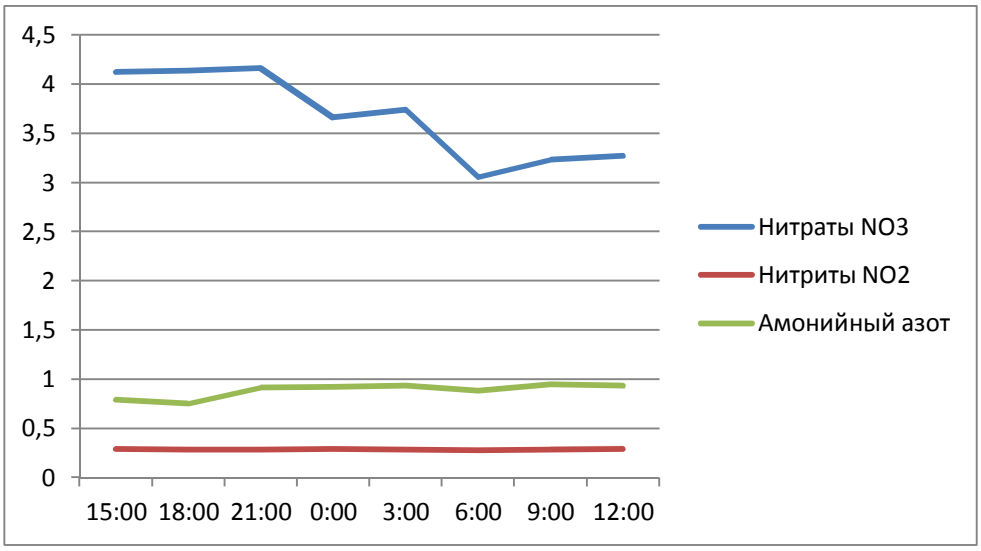


Рис. 3. Суточная динамика содержания нитрат-, нитрит-ионов и ионов аммония в пруду в урочище Кургиновское в близи села Шагаровка

Выводы. Выявлена специфическая динамика суточных колебаний содержания соединений азота в водных объектах разных типов. Изменение показателей для нитратов наблюдаются в размере 20–24 %, для нитритов – 3–7 %,

для солей аммония – 7–13 %. Для более достоверной привязки характера суточной динамики по времени суток необходимо провести дополнительные суточные исследования.

При сравнении данных, полученных двумя неделями ранее и в октябре 2016 г., выявлены незначительные изменения, что говорит в целом о стабильности гидроэкологической ситуации за последние два года.

Средние значения загрязняющих веществ по результатам круглосуточных наблюдений по сравнению со значениями условно нормативной пробы, подлежащей отбору по рекомендациям Росгидромета, отличаются в незначительных пределах для солей аммония и нитритам (2–9 %) и в умеренных – для нитратов (13–26 %).

Список литературы

1. Kolmykov S. N. Hydrochemical situation of the Vorskla River in the vicinity of the mine Yakovlevsky / S. N. Kolmykov, I. A. Kornilov, A. G. Kornilov // Scientifik Reports on Resource Issues. – 2014. – Vol. 1. – P. 28–33. (Technische University Bergakademie Freiberg, Germany).

2. Petin A. N. Regional Manifestations of Changes in Atmospheric Circulation in the Central Black Earth Region (By the Example of Belgorod Region) / A. N. Petin, M. G. Lebedeva, O. V. Krymskaya, Y. G. Chendev, A. G. Kornilov, A. R. Lupo // Advances in Environmental Biology. – June 2014. – № 8 (10). – P. 544–547.

3. Колмыков С. Н. Гидрохимический анализ состояния рек, подверженных влиянию горнодобывающей промышленности на территоирии Белгородской области : автореф. дис. … канд. геогр. наук / С. Н. Колмыков. – Белгород, 2008. – 24 с.

4. Колмыков С. Н. Практика гидроэкологического анализа состояния рек староосвоенных территорий региона КМА (на примере Белгородской области) / С. Н. Колмыков, А. Г. Корнилов, М. Г. Лебедева. – Белгород : БелГУ, 2016. – С. 144.

5. Корнилов А. Г. Азотное загрязнение прудов и водохранилищ Белгородской области в зимний период / А. Г. Корнилов, С. Н. Колмыков, С. Н. Сыромятникова // Научные ведомости Белгородского государственного университета. – 2014. – № 10. – С. 150–157.

6. Корнилов А. Г. Загрязнение водных объектов Белгородской области в условиях аномальной жары 2010 года / А. Г. Корнилов, А. Н. Петин, М. Г. Лебедева, С. Н. Колмыков, М. А. Петина. – 2012. – № 2. – С. 58–62.

7. Корнилов А. Г. Геоэкологическая ситуация малых рек в зоне влияния Старооскольско-Губкинского горнопромышленного узла / А. Г. Корнилов, А. Н. Петин, М. Г. Лебедева, С. Н. Колмыков // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Естественные науки. – 2009. – № 11 (66), вып. 9/2. – С. 101–108.

8. Корнилов А. Г. Дифференциация антропогенной нагрузки и показателей качества воды на примере реки Оскол Белгородской области / А. Г. Корнилов, С. Н. Колмыков // Южно-российский вестник геологии, географии и глобальной энергии. – 2006. – № 5 (18). – С. 41–42.

9. Корнилов А. Г. Мониторинг экологического состояния малых рек Чувашской Республики (Цивиль, Кубня, Люля, Киря) / А. Г. Корнилов, А. В. Димитриев, С. В. Васюков, С. С. Максимов, В. И. Кириллова, В. Н. Подшивалина, А. А. Кириллов, Т. Ю. Сотнезова, В. Ю. Ильин, Ал. Г. Корнилов, И. Г. Корнилов, М. В. Гусаров, А. Ю. Сергеева, Н. А. Димитриева, Л. П. Теплова // Экологический вестник Чувашской Республики. – 2007. – № 58. – 159 с.

10. Корнилов А. Г. Сравнительная характеристика воздействия горнодобывающих предприятий КМА на экологическую ситуацию рек Белгородской области / А. Г. Корнилов, С. Н. Колмыков, Е. В. Кичигин, Л. Ю. Гордеев // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2010. – № 6. – С. 134–139.

11. Корнилов А. Г. Тренды изменения годового и сезонного стока р. Северский Донец за период инструментальных гидрологических наблюдений (на территории Белгородской области) / А. Г. Корнилов, М. Г. Лебедева, В. С. Решетников // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Естественные науки. – 2017. – № 4 (253), вып. 38. – С. 133–140.

12. Кочуров Б. И. Экодиагностика и сбалансированное развитие : учебное пособие / Б. И. Кочуров. – 2-е изд., доп. и испр. – Москва : ИНФРА–М, 2016. – 362 с.

13. Марыныч С. Н. Азотное загрязнение водных объектов юго-западных районов Белгородской области / С. Н. Марыныч, В. А. Курепина, А. Г. Корнилов // Современные тенденции развития аграрного комплекса. 11–13 мая 2016 г. в с. Соленое Займище на базе ФГБНУ «Прикаспийского НИИ аридного земледелия». – 2016. – С. 55–57.

14. Петин А. Н. Исследование малых водных объектов и их экологического состояния / А. Н. Петин, В. Н. Шевченко, М. А. Петина. – 2-е изд., перераб. и доп. – Белгород : БелГУ, 2012. – С. 244.

15. Сыромятникова С. Н. Азотное загрязнение водных объектов Белгородской области в сельскохозяйственных и горнопромышленных районах / С. Н. Сыромятникова, С. Н. Колмыков, А. Г. Корнилов // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Естественные науки. – 2012. – № 15, вып. 20. – С. 173–177.

References

1. Kolmykov S. N., Kornilov I. A., Kornilov A. G. Hydrochemical situation of the Vorskla River in the vicinity of the mine Yakovlevsky. *Scientifik Reports on Resource Issues*, 2014, vol. 1, pp. 28–33. (Technische University Bergakademie Freiberg, Germany).

2. Petin A. N., Lebedeva M. G. , Krymskaya O. V., Chendev Y. G., Kornilov A. G., Lupo A. R. Regional Manifestations of Changes in Atmospheric Circulation in the Central Black Earth Region (By the Example of Belgorod Region). *Advances in Environmental Biology*, June 2014, no. 8 (10), pp. 544–547.

3. Kolmykov S. N. *Gidrokhimicheskiy analiz sostoyaniya rek, podverzhennykh vliyaniyu gornodobyvayushchey promyshlennosti na territoirii Belgorodskoy oblasti* [Hydrochemical analysis of the state of rivers affected by the mining industry in the territory of the Belgorod Region], Belgorod, 2008. 24 p.

4. Kolmykov S. N., Kornilov A. G., Lebedeva M. G. *Praktika gidroekologicheskogo analiza sostoyaniya rek staroosvoennykh territoriy regiona KMA (na primere Belgorodskoy oblasti)* [The practice of the hydroecological analysis of the condition of the rivers of the old-developed territories of the KMA region (on the example of the Belgorod region)], Belgorod, Belgorod State National Research University Publ. House, 2016, pp. 144.

5. Kornilov A. G., Kolmykov S. N., Syromyatnikova S. N. Azotnoe zagryaznenie prudov i vodokhranilishch Belgorodskoy oblasti v zimniy period [Nitrogen pollution of ponds and reservoirs of the Belgorod region in winter]. *Nauchnye vedomosti Belgorodskogo gosudarstvennogo universiteta* [Belgorod State University Scientific Bulletin], 2014, no. 10, pp. 150–157.

6. Kornilov A. G., Petin A. N., Lebedeva M. G., Kolmykov S. N., Petina M. A. *Zagryaznenie vodnykh obektov Belgorodskoy oblasti v usloviyakh anomalnoy zhary 2010 goda* [Pollution of water bodies in the Belgorod Region in the anomalous heat of 2010], 2012, no. 2, pp. 58–62.

7. Kornilov A. G., Petin A. N., Lebedeva M. G., Kolmykov S. N. Geoekologicheskaya situatsiya malykh rek v zone vliyaniya Starooskolsko-Gubkinskogo gornopromyshlennogo uzla [Geoecological situation of small rivers in the zone of influence of Starooskolsko-Gubkinsky mining hub]. *Nauchnye vedomosti Belgorodskogo gosudarstvennogo universiteta. Yestestvennye nauki* [Belgorod State University Scientific Bulletin. Natural Sciences], 2009, no. 11 (66), issues 9/2, pp. 101–108.

8. Kornilov A. G., Kolmykov S. N. Differentsiatsiya antropogennoy nagruzki i pokazateley kachestva vody na primere reki Oskol Belgorodskoy oblasti [Differentiation of anthropogenic load and water quality indicators by the example of the Oskol River in the Belgorod Region]. *Yuzhnorossiyskiy vestnik geologii, geografii i globalnoy energii* [South Russian Bulletin of Geology, Geography and Global Energy], 2006, no. 5 (18), pp. 41–42.

9. Kornilov A. G., Dimitriev A. V., Vasyukov S. V., Maksimov S. S., Kirillov V. I., Podshivalina V. N., Kirillov A. A., Sotnezova T. Yu. , Ilin V. Yu., Kornilov Al. G., Kornilov I. G., Gusarov M. V., Sergeeva A. Yu., Dimitrieva N. A., Teplova L. P. Monitoring ekologicheskogo sostoyaniya malykh rek Chuvashskoy Respub-liki (Tsivil, Kubnya, Lyulya, Kirya) [Monitoring of the ecological status of small rivers of the Chuvash Republic (Tsivil, Kubnya, Lyulya, Kirya)]. *Ekologicheskiy vestnik Chuvashskoy Respubliki* [Ecological Herald of the Chuvash Republic], 2007, no. 58. 159 p.

10. Kornilov A. G., Kolmykov S. N., Kichigin Ye. V., Gordeev L. Yu. Sravnitelnaya kharakteristika vozdeystviya gornodobyvayushchikh predpriyatiy KMA na ekologicheskuyu situatsiyu rek Belgorodskoy oblasti [Comparative characteristics of the impact of mining enterprises of the KMA on the ecological situation of the rivers of the Belgorod region]. *Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten* [Mining Information and Analytical Bulletin], 2010, no. 6, pp. 134–139.

11. Kornilov A. G., Lebedeva M. G., Reshetnikov V. S. Trendy izmeneniya godovogo i sezonnogo stoka r. Severskiy Donets za period instrumentalnykh gidrologicheskikh nablyudeniy (na territorii Belgorodskoy ob-lasti) Trends in the annual and seasonal runoff of the Seversky Donets river during the period of instrumental hydrological observations (on the territory of the Belgorod region). *Nauchnye vedomosti Belgorodskogo gosudarstvennogo universiteta. Yestestvennye nauki* [Belgorod State University Scientific Bulletin. Natural Sciences], 2017, no. 4 (253), issue 38, pp. 133–140.

12. Kochurov B. I. *Ekodiagnostika i sbalansirovannoe razvitie* [Ecodiagnostics and balanced development]. 2nd ed., add. and rev. Moscow, INFRA–M Publ., 2016. 362 p.

13. Marynich S. N., Kurepina V. A., Kornilov A. G. Azotnoe zagryaznenie vodnykh obektov yugo-zapadnykh rayonov Belgorodskoy oblasti [Nitrogen pollution of water bodies in the southwestern regions of the Belgorod Region]. *Sovremennye tendentsii razvitiya agrarnogo kompleksa. 11–13 maya 2016 g. v s. Solenoe Zaymishche na baze FGBNU «Prikaspiyskogo NII aridnogo zamledeliya»* [Modern Tendencies of Development of an Agrarian Complex. May 11–13, 2016 in Salted Zaymishche village on the basis of FGBIC "Caspian Research Institute of Arid Agriculture"], 2016, pp. 55–57.

14. Petin A. N., Shevchenko V. N., Petina M. A. *Issledovanie malykh vodnykh obektov i ikh ekologicheskogo sostoyaniya* [Research of small water objects and their ecological state]. 2nd ed., add. and rev. Belgorod, Belgorod State National Research University Publ. House, 2012, pp. 244.

15. Syromyatnikova S. N., S Kolmykov. N., Kornilov A. G. Azotnoe zagryaznenie vodnykh obektov Belgorodskoy oblasti v selskokhozyaystvennykh i gornopromyshlennykh rayonakh [Nitrogen pollution of water bodies of the Belgorod region in agricultural and mining areas]. *Nauchnye vedomosti Belgorodskogo gosudarstvennogo universiteta. Yestestvennye nauki* [Belgorod State University Scientific Bulletin. Natural Sciences], 2012, no. 15, issue 20, pp. 173–177.

КОНЦЕПТУАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ ВОЗДЕЙСТВИЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ ГЕОТЕРМАЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Веселко Алексей Юрьевич, аспирант, младший научный сотрудник, Научно-исследовательский геотехнологический центр Дальневосточного отделения Российской академии наук, 683002, Российская Федерация, Камчатский край, г. Петропавловск-Камчатский, Северо-Восточное шоссе, 30, а / я 56, e-mail: ecocogy@yandex.ru

Рассмотрены факторы влияния на окружающую среду при строительстве и эксплуатации геотермальных электростанций. Предложена концептуальная модель воздействия эксплуатации геотермальных месторождений на окружающую среду. При составлении модели использовался информационный подход. Модель описана в формате IDEF. В настоящее время вопрос разработки концептуальной модели в геотермальной отрасли является мало изученным и соответственно актуальным. Цель моделирования – обобщить известные данные по негативному воздействию на окружающую среду при разработке геотермальных месторождений. Задачи исследования: изучить факторы негативного воздействия на окружающую среду при разработке геотермальных месторождений, разработать концептуальную модель воздействия эксплуатации геотермальных месторождений на окружающую среду.

Ключевые слова: геотермальное месторождение, геотермальная энергия, окружающая среда, загрязнение окружающей среды, концептуальная модель, микроклимат, природные термопроявления, теплоноситель, загрязнение атмосферы, загрязнение водоемов

CONCEPTUAL MODEL OF THE IMPACT OF GEOTHERMAL FIELD EXPLOITATION ON THE ENVIRONMENT

Veselko Aleksey Yu., post-graduate student, Junior Researcher, Geotechnical Research Center of the Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences, 30 Severo-Vostochnoe Highway, p.o. box 56, Petropavlovsk-Kamchatsky, Kamchatka Region, 683002, Russian Federation, e-mail: ecocogy@yandex.ru

The factors of influence on the environment during construction and operation of geothermal power plants are considered. A conceptual model of the impact of the exploitation

of geothermal deposits on the environment is proposed. An information approach was used to compile the model. The model is described in the IDEF format. At present, the issue of developing a conceptual model in the geothermal industry is poorly understood and relevant. The aim of the simulation is to summarize the known data on the negative impact on the environment in the development of geothermal deposits. Objectives of the study: to study the factors of the negative impact on the environment when developing geothermal deposits, to develop a conceptual model of the impact of the operation of geothermal deposits on the environment.

Keywords: geothermal deposit, geothermal energy, environment, environmental pollution, conceptual model, microclimate, natural thermal manifestations, coolant, air pollution, water pollution

Геотермальная энергетика является перспективным направлением альтернативной энергетики. Важной задачей стоит изучение факторов влияния на окружающую среду, которые оказывают воздействие в процессе выработки геотермальной энергии. Для систематизации и представления информации в удобном виде была разработана концептуальная модель воздействия эксплуатации геотермальных месторождений на окружающую среду.

Моделирование выполнялось в два этапа: сначала осуществлялось приобретение, систематизация и структуризация знаний, а затем представление полученной информации в формализованном виде.

В концептуальной модели приводятся сведения об объекте исследования (геотермальное месторождение), явления, оказывающие влияние на окружающую среду.

Концептуальная модель представляется в виде совокупности элементов. В данную совокупность включены все элементы, которые позволяют оценить картину в целом и соответствуют достижению поставленной цели моделирования.

Определение понятия «воздействие на окружающую среду». Окружающая среда – совокупность всех материальных сил и явлений природы, ее вещество и пространство, совокупность абиотических, биотических и социальных сред, совместно оказывающих влияние на человека и его хозяйство [1].

Право на благоприятную окружающую среду закреплено в Конституции Российской Федерации.

Эксплуатация геотермального комплекса оказывает воздействие на окружающую среду, в том числе и неблагоприятное. Необходимо уточнить, что мы понимаем под термином «воздействие на окружающую среду».

Воздействие на окружающую среду – любое отрицательное или положительное изменение в окружающей среде, полностью или частично являющееся результатом деятельности человека [2].

Факторы неблагоприятного воздействия на окружающую среду разнообразны. В каждом случае проявляются с разной степенью воздействия и зависят от многих причин: технологий, применяемых на месторождении, специфики геотермального месторождения – и обуславливаются спецификой местности (рельефа). Поэтому изучение данной проблемы является актуальным. Для ее решения необходимо идентифицировать важные факторы негативного воздействия на окружающую среду и представить их в виде концептуальной модели.

Концептуальная модель воздействия эксплуатации геотермальных месторождений на окружающую среду. Рассматриваемая концептуальная модель воздействия эксплуатации геотермальных месторождений на окру-

жающую среду представляет собой совокупность компонентов (геотермальное месторождение – окружающая среда) и взаимосвязь между ними.

При эксплуатации геотермального месторождения оказывается негативное воздействие на атмосферу, гидросферу, литосферу и биосферу. Факторы (процессы) воздействия, влияющие на окружающую среду, были представлены в двух группах: факторы воздействия на окружающую среду при строительстве геотермального комплекса и факторы воздействия при эксплуатации геотермальных месторождений.

При строительстве геотермального комплекса нарушается естественный рельеф местности. Строятся объекты геотермальной энергетики, линии электропередачи, дороги.

Средняя величина земельных нарушений в ходе строительства электростанции мощностью в 50 МВт оценивается в 0,85 км^2 [4]. Кроме того бурение скважин и ввод их в эксплуатацию приводит к понижению гидростатического уровня водоносных горизонтов. Данные изменения способствуют исчезновению природных термопроявлений.

Для добычи теплоносителя бурятся скважины. Стадия тестирования составляет до 60 дней. В это время уровень шума превышает предельно допустимые показатели и составляет 70–110 дБА [5].

Факторы влияния на окружающую среду при строительстве геотермального комплекса – загрязнение подземных и поверхностных вод, загрязнение атмосферы [3].

Во время эксплуатации месторождения факторы воздействия частично повторяются: загрязнение атмосферы и поверхностных водотоков, но за счет длительного времени воздействия негативный эффект на окружающую среду усиливается.

Одним из важных факторов воздействия является тепловое загрязнение и изменение микроклимата в регионе работы геотермального комплекса [6]. В зоне геотермальных месторождений формируются особые климатические условия. Именно они обуславливают специфичность животного и растительного сообществ в регионе. Нарушение микроклимата может вызвать гибель растений и миграцию животных. Извлечение теплоносителя в ряде случаев [7–8] приводит к проседанию земной поверхности. Данный процесс медленный, но через некоторое время изменение уровня земной поверхности становится заметно не вооруженным взглядом и приводит к появлению трещин и обвалов земной поверхности.

Необходимо отметить, что процесс выработки геотермальной энергии сопровождается загрязнением атмосферы и водоемов. Поступающий в атмосферу геотермальный пар содержит вещества, способствующие росту экологической напряженности. В выбросах содержатся такие вещества, как кислород, сероводород, аммиак, бор, мышьяк, ртуть. В атмосфере группа веществ (аммиак, бор, ртуть и др.) выщелачивается дождем, который вносит загрязнение в почву [9]. В сбрасываемом в водоемы теплоносителе присутствуют большие концентрации бора, мышьяка, ртути. Основными компонентами в составе жидкой фазы теплоносителя являются натрий, хлор, бикарбонаты, сульфаты, кремнезем, кальций, и калий. Кроме того в геотермальном теплоносителе содержится бор, сера, мышьяка, ртуть, литий. В высокотемпературном теплоносителе (> 150 °C) содержание растворенных веществ составляет

от 81 мг / л до 2500 мг / л, в теплоносителе умеренной температуры (90–150 °С) – от 1100 мг / л до 8200 мг / л [10].

Все рассматриваемые факторы влияния на окружающую среду отображены в концептуальной модели.

Концептуальная модель воздействия эксплуатации геотермальных месторождений на окружающую среду представлена на рисунке.

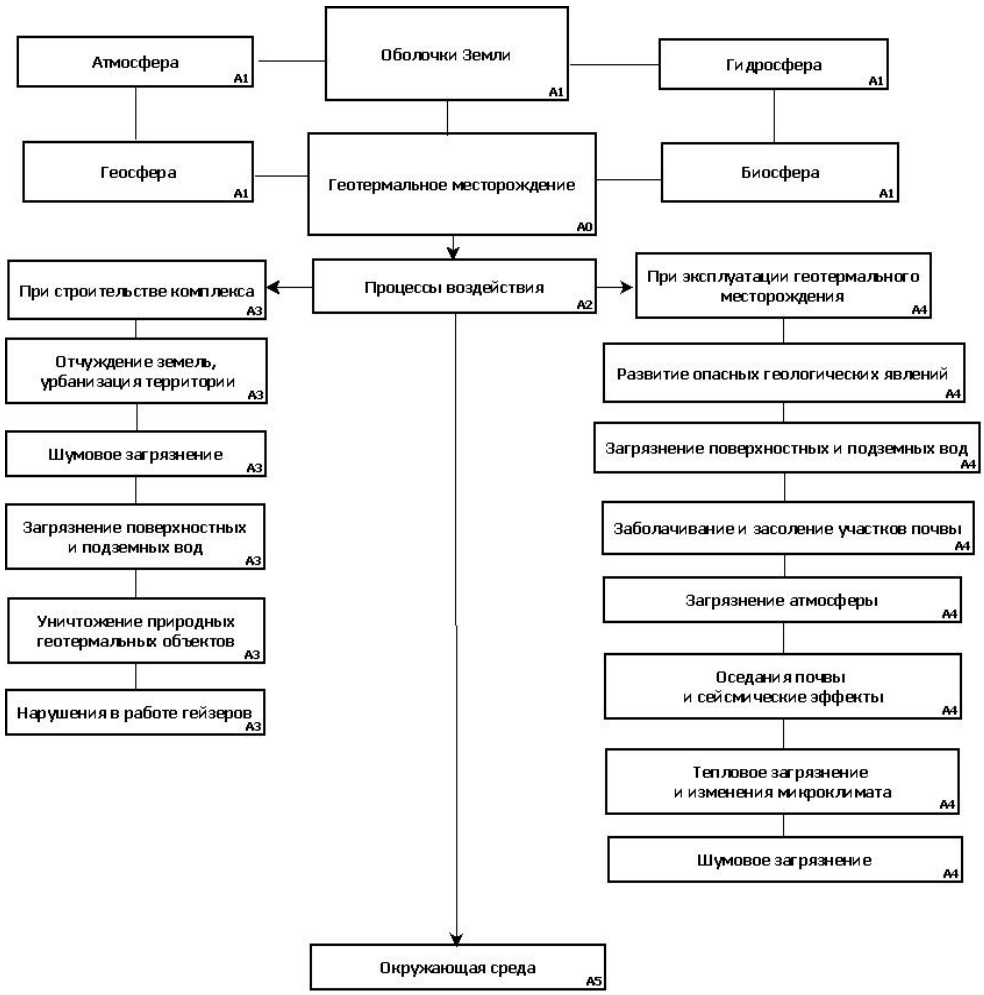


Рис. Концептуальная модель воздействия эксплуатации геотермальных месторождений на окружающую среду

По результатам проведенной работы были установлены факторы воздействия на окружающую среду, а также представлена концептуальная модель воздействия эксплуатации геотермальных месторождений на окружающую среду. Данная модель будет способствовать созданию методологии оценки воздействия на окружающую среду, а также поможет при разработке комплекса природоохранных мероприятий.

Список литературы

1. Дедю И. И. Экологический энциклопедический словарь / И. И. Дедю. – Кишинев : Главная редакция молдавской советской энциклопедии, 1990. – 406 с.

2. ГОСТ Р 14.12–2006. Экологический менеджмент. Интегрирование аспектов в проектирование и разработку продукции. – Введен 2008–07–01. – Москва : Стандартинформ, 2007. – Режим доступа: http://docs.cntd.ru/document/1200051441, свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус.

3. Веселко А. Ю. Проблемы защиты окружающей среды при разработке геотермальных месторождений / А. Ю. Веселко // Горный информационно-аналитический бюллетень «Камчатка – 2». – 2015. – Специальный выпуск 63. – С. 275–280.

4. Bayer P. Renewable and Sustainable Energy Reviews / P. Bayer, L. Rybach, P. Blum, R. Brauchler. – 2013. – Vol. 26. – P. 446–463.

5. Wanqing C. Environmental impact of geothermal development in the Isafjardarbaer area, nw-iceland, Iceland / C. Wanqing // Geothermal training programme, Reykjavik, Iceland, Report. – 2001. – Vol. 2. – P. 1–26.

6. Pashkevich R. I. On environmental aspects of geothermal development / R. I. Pashkevich // Geothermal Resources Council, September 29 – October 2 1996, Portland, Oregon, GRC Transactions. – Vol. 20. – P. 241–243.

7. Baba A. Geothermal environmental impact assessment with special reference to the Tuzla, geothermal area, Canakkale, Turkey / A. Baba // Geothermal training programme. – Report 2003. – Vol. 5. – P. 75–114.

8. Kristmannsdóttir H. Environmental aspects of geothermal energy utilization / H. Kristmannsdóttir, H. Armannsson // Geothermics. – 2003. – Vol. 32. – P. 451–461.

9. Junfeng L. Environmental impact of geothermal development in the isafjardarbaerarea, Iceland / L. Junfeng // Training Programme Reykjavik, Iceland. – 2004. – Vol. 9. – P. 160–182.

10. Finser M. Geothermal produced fluids: Characteristics, treatment technologies, and management options / M. Finser, C. Clark, J. Schroeder, L. Martino // Renewable and Sustainable Energy Reviews. – 2015. – Vol. 50. – P. 952–966.

References

1. Dedyu I. I. *Ekologicheskiy entsiklopedicheskiy slovar* [Ecological encyclopedic dictionary], Kishinev, Glavnaya redaktsiya moldavskoy sovetskoy entsiklopedii Publ., 1990. 406 p.

2. GOST R 14.12-2006. Ecological management. Integration of aspects into product design and development. Introduced 2008–07–01. Moscow, Standardinform, 2007. Available at: http://docs.cntd.ru/document/1200051441.

3. Veselko A. Yu. Problemy zashchity okruzhayushchey sredy pri razrabotke geotermalnykh mestorozhdeniy [Problems of environmental protection in the development of geothermal deposits]. *Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten «Kamchatka – 2»* [Mining information and analytical bulletin "Kamchatka – 2"], 2015, special issue 63, pp. 275–280.

4. Bayer P., Rybach L., Blum P., Brauchler R. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2013, vol. 26, pp. 446–463.

5. Wanqing C. Environmental impact of geothermal development in the Isafjardarbaer area, nw-iceland, Iceland. *Geothermal training programme, Reykjavik, Icelan, Report*, 2001, vol. 2, pp. 1–26.

6. Pashkevich R. I. On environmental aspects of geothermal development. *Geothermal Resources Council,* September 29 – October 2 1996, Portland, Oregon, GRC Transactions, vol. 20, pp. 241–243.

7. Baba A. Geothermal environmental impact assessment with special reference to the Tuzla, geothermal area, Canakkale, Turkey. *Geothermal training programme. Report*, 2003, vol. 5, pp. 75–114.

8. Kristmannsdóttir H., Armannsson H. Environmental aspects of geothermal energy utilization. *Geothermics*, 2003, vol. 32, pp. 451–461.

9. Junfeng L. Environmental impact of geothermal development in the isafjardarbaerarea, Iceland. *Training Programme Reykjavik, Iceland*, 2004, vol. 9, pp. 160–182.

10. Finser M., Clark C., Schroeder J., Martino L. Geothermal produced fluids: Characteristics, treatment technologies, and management options. *Renewable and Sustainable Energy Review*, 2015, vol. 50, pp. 952–966.

ГЕОДИНАМИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ УРАЛА

Казанцева Тамара Тимофеевна, доктор геолого-минералогических наук, главный научный сотрудник, Институт геологии Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук, 450077, Российская Федерация, Республика Башкортостан, г. Уфа, ул. К. Маркса, 16 / 2, e-mail: ktt@ufaras.ru

Информация о геодинамических особенностях эволюции земной коры отражена в характере и интенсивности деформирования, закономерностях площадного размещения известных типов аллохтонных структур. Такие сведения сосредоточены в особых объектах, которыми являются геодинамические пояса трансрегионального уровня, выделяемые на территории Уральской складчатой области впервые. В основу их выделения положены дислокационный принцип и главный его критерий – изменчивость. Установленная связь интенсивности проявлений дислокаций и происхождения полезных ископаемых позволяет Трансуральские геодинамические пояса рассматривать как перспективные зоны локализации залежей. Потому их изучение является одной из важнейших задач геологической науки как фундаментального, так и прикладного характера.

Ключевые слова: Трансуральские пояса, типы аллохтонов, надвиги, сдвиги, шарьяжи, дислокационный принцип, критерий изменчивости, пояса геодинамической активности

GEODYNAMIC DIVISION INTO DISTRICTS OF THE URALS

Kazantseva Tamara T., D.Sc. in Geology and Mineralogy, Chief Researcher, Institute of Geology, Ufa Federal Research Center of the Russian Academy Sciences, 16 / 2 K. Marks st., Ufa, Republic of Bashkortostan, 450077, Russian Federation, e-mail: ktt@ufaras.ru

Information on the geodynamic features of the evolution of the earth's crust is reflected in the nature and intensity of deformation, the regularities of the area allocation of known types of allochthonous structures. Such information is concentrated in special objects, which are the geodynamic belts of the trans-regional level, allocated for the first time in the territory of the Ural fold region. The basis for their selection is the dislocation principle and its main criterion is variability. The established relationship between the intensity of manifestations of dislocations and the origin of minerals allows the Transuralian geodynamic belts to be regarded as promising zones of localization of their deposits. Therefore, their study is one of the most important tasks of geological science, both fundamental and applied.

Keywords: Transuralian belts, types of allochthons, thrusts, shifts, sharyazhi, dislocation principle, variability criterion, belt of geodynamic activity

Как известно, в настоящее время в геологии используется тектоническое районирование, основанное на структурно-формационном принципе. Не умоляя достоинств его, в данной статье предлагается ещё один вид тектонического районирования, который основан на геодинамическом принципе. Необходимость геодинамического районирования связана с появлением и дальнейшим развитием представлений на геодинамический механизм формирования полезных ископаемых [2, 4–7, 13].

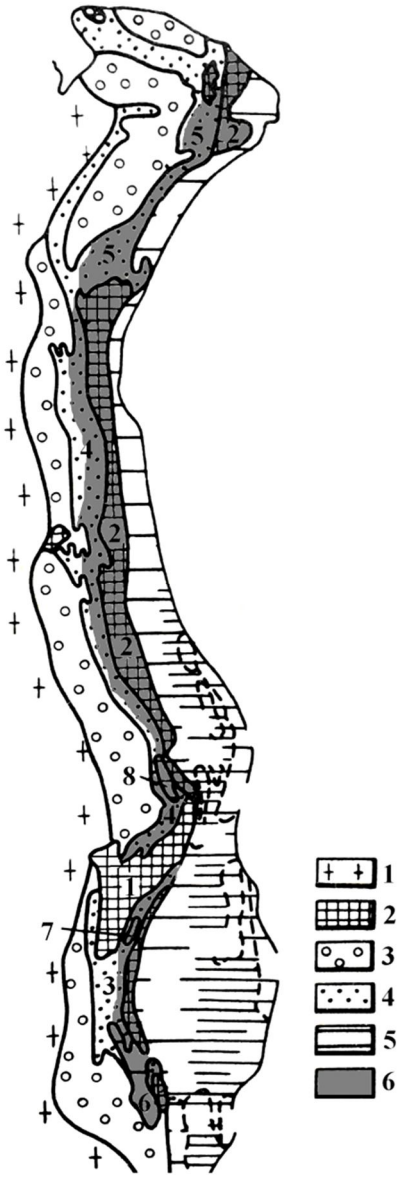


Рис. 1. Структурные элементы Урала. По А.В. Пейве и др. (1977) с добавлениями:

1 – Русская плита; 2 – докембрийские отложения; 3 – формации Предуральского прогиба; 4 – субплатформенные отложения западного склона Урала; 5 – с участием магматизма восточного склона Урала; 6 – зона высокой геодинамической активности (шарьяжный пояс западного склона Урала и геодинамические пояса динамометаморфизма зоны Уралтау). Цифры на карте: 1 – Башкирский антиклинорий; 2 – зона Уралтау; 3 – Зилаирский синклинорий; 4 – Западно-Уральская зона и Уфимский амфитеатр; 5 – Лемвинская синклинальная зона; шарьяжи: 6 – Сакмарский; 7 – Кракинский; 8 – Уфимского амфитеатра: (Нязепетровский, Бардымский и другие аллохтоны)

Современная структурная геология Уральского региона характеризуется значительным развитием аллохтонных структур, что обосновано фактическим материалом, полученным бурением, геологическими съемками и тематическими исследованиями различной направленности. В результате доказана приоритетность тектонических горизонтальных напряжений над вертикальными силами, выявлена ведущая роль надвигания в формировании структуры. В пределах каждого структурного подразделения признанного тектонического районирования Урала (рис. 1) наблюдаются зоны повышенной дислоцированности. В этих зонах разрывные нарушения классифицированы преимущественно как *надвиги и сдвиги*, а аллохтонные тела, последовательно надвинутые со стороны складчатой области к сопредельной платформе, представлены разноранговыми типами. Среди них, в порядке повышения уровня, выделяются: *тектонические чешуи*, образованные наклонными поверхностями надвигания; *тектонические*

пластины, состоящие из нескольких чешуй, объединяемых общей поверхностью смещения; *шарьяжи*, характеризующиеся крупными размерами и большими амплитудами перемещения. Каждый член такой системы является носителем конкретной информации о характере направленности и интенсивности проявления геодинамического режима.

Сведения о закономерностях площадного размещения разнотипных аллохтонов во времени мы сосредоточили в особых объектах, основанных в данном случае на дислокационном принципе и важнейшем из его критериев – изменчивости во времени и пространстве. В результате определены *трансрегиональные геодинамические пояса* разного уровня активности, явившиеся составными элементами геодинамического районирования региона, основой познания истории тектонической эволюции изучаемого объекта, а также размещения соответствующих каждому поясу видов полезных ископаемых. Для Уральского региона они именуются **трансуральскими** (рис. 2).

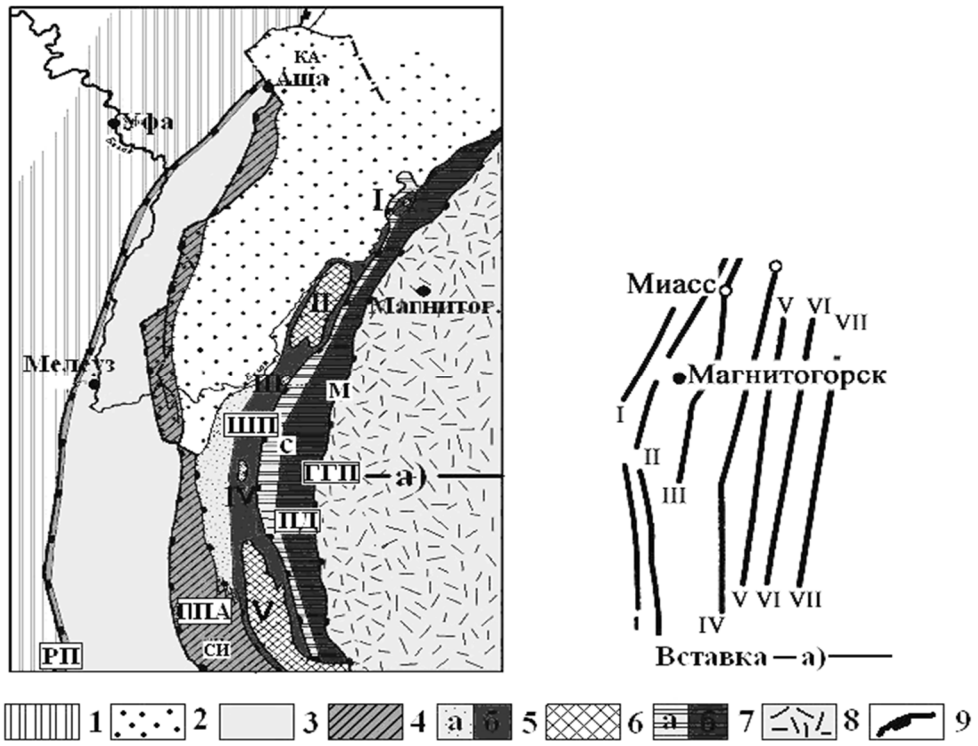
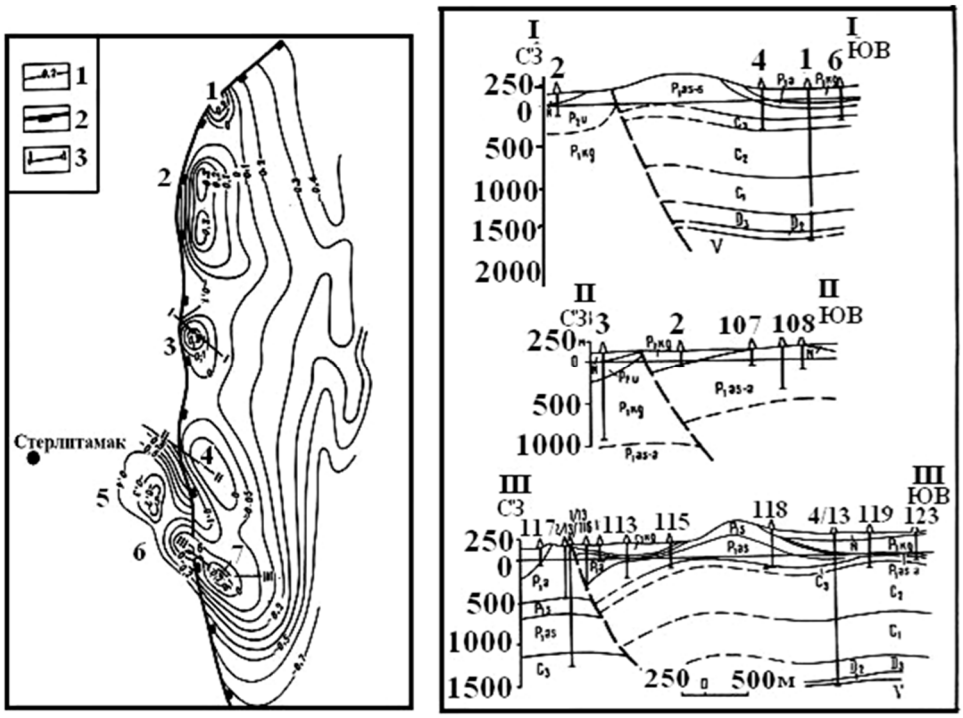


Рис. 2. Трансуральские пояса геодинамической активности Ю. Урала:
1 – Восточно-Европейская платформа. РП – рифовый пояс. 2 – Башкирский антиклинорий. 3, 4 – Предуральский прогиб. 4 – Трансрегиональский пояс повышенной геодинамической активности – ППА. (КА – Каратауский аллохтон; СИ – Сакмаро-Икская пластина). 5 – западный склон Ю. Урала: а – Зилаирский синклинорий, б – шарьяжный пояс – ШП. 6 – шарьяжи: I – Тирлянский, II – Кракинский, III – Кзылбалыкский, IV – Малосуреньский, V – Сакмарский. 7 а и б – зона Уралтау. б – Трансуральские пояса динамометаморфизма (высокой геодинамической активности) – ПД: С – Суванякский кварцито-сланцевый, М – Максютовский глаукофан-эклогитовой типы метаморфизма. 8 – восточный склон Ю. Урала. Вставка а) – гипербазитовые пояса предельной геодинамической активности: ГГП – Главный Уральский, I – Салатимско-Кимперсайский, II – Серовско-Невьяновский, III – Миасско-Кацбахский, IV – Алапаевско-Татищевский, V – Полтавско-Киембайский, VI – Джетыгаринско-Аккаргинский, VII – Тобольский. 9 – границы Трансуральских геодинамических поясов

I. На всем протяжении пограничной зоны между Восточно-Европейской платформой и Предуральским передовым прогибом располагается меридиональный **трансуральский пояс рифовых массивов**. Он представлен цепочкой рифовых тел верхнепалеозойского возраста, приуроченных к контакту платформенных известняков и терригенных осадков передового прогиба (рис. 3). Происхождению рифов посвящено довольно много публикаций. Ещё в 1945 г. В.Д. Наливкин, изучая геологию Уфимского амфитеатра и уделяя при этом основное внимание стратиграфии района, положение рифовых тел каменноугольного и пермского периодов рассматривал только в плане соотношений их с вмещающими слоистыми образованиями.



А Б

Рис. 3. Фрагмент Трансуральского рифового пояса. План (А) и разрезы (Б) через Шиханскую структуру:
1 – изогипсы поверхности артинских отложений (в км); 2 – Шиханско-Волостновский надвиг; 3 – линии геологических разрезов. Рифовые массивы: 1 – Юрактау, 2 – Куштау, 3 – Шахтау, 4 – Новый Шихан, 5 – Карайгановский, 6 – Малый Шихан, 7 – Тратау

Влияние тектоники на размещение рифов не предполагалось этим исследователем. Примерно в то же время и в пределах той же структуры В.П. Масловым в 1950 г. обосновывается зависимость происхождения рифовых тел от тектонического строения включающего их объекта. Но В.Д. Наливкин обратил внимание на закономерность, согласно которой из четырех разновозрастных групп рифовых тел более молодые биогермы располагаются западнее сравнительно более древних. Таким образом, рифы, по мнению этого автора, с течением времени отступали к западу, а открытое море наступало с востока. Значительно более поздними по времени исследованиями Ю.В. Казанцева установлена подобная же закономерность для рифов Бельской впадины Предуралья. По его мнению, рифы образуются на определенных возвышенных участках морского дна, созданных в основном надвиговой тектоникой.

В зависимости от расположения по отношению к складчатой области, рфы являются показателями соответствующего геодинамического режима. Кроме того, автор солидных публикаций по этой теме Д.Ф. Шамов, часто наблюдая грубообломочные образования в основании рифовых тел, ввел понятие «фация подножья рифа». Такие брекчии могут рассматриваться как тектонические.

Связь рифов с тектоникой подтверждается закономерностями образования и пространственного положения флишевой формации. Омоложение её возраста с запада на восток, но с накатыванием во времени с востока на запад, определяет характер миграции геодинамического режима [4].

На Южном Урале многочисленные выходы рифовых известняков нижнего кембрия и среднего девона известны среди серпентинитового меланжа Сакмарского и Кракинского аллохтонов, почти всегда отделяясь от вмещающих пород тектонической «каймой» различной выраженности. Происхождение их можно объяснять так. На возвышенностях морского дна, образованных лобовыми частями надвигов, периодически, после разрядки тектонических напряжений тангенциального сжатия, временно устанавливаются довольно спокойные геодинамические условия. Это благоприятная обстановка для поселения и роста рифостроящих организмов, являющихся весьма чуткими индикаторами морских глубин и условий среды. Биогермные сооружения дают и ценный материал для суждения об особенностях и темпах их роста. В частности, относительно малые размеры свидетельствуют о повышенной подвижности морского дна и, следовательно, о характере активности тектонической обстановки. Уже изложенное выше позволяет считать, что **пограничная полоса развития рифовых массивов для восточной окраины Восточно-Европейской платформы является Трансуральским поясом мигрирующей во времени и пространстве геодинамической активности**.

II. **Предуральский передовой прогиб**, граничащий на западе с Восточно-Европейской платформой, прослеживается вдоль складчатого Урала на расстоянии более 2000 км от Мугоджарских гор на юге до Печорского моря к северу. Прогиб разделен поднятиями и седловинами на четыре впадины с юга на север: Бельскую, Юрюзано-Сылвинскую, Соликамскую и Печорско-Воркутинскую. Вещественное выполнение их представлено разными типами осадков, закономерно сменяющихся по латерали формаций: рифовая – депрессионная – флишевая, соответствующих структурным зонам: краевой, соседней с сопредельной платформой, центральной или срединной и предгорной, граничащей с западным склоном Урала. Идентичность их состава и стратиграфического уровня показана на рисунке 4 и в публикациях Ю.В. Казанцева 1974–2013 гг.

Детальное описание структурной геологии Предуралья содержится в публикациях [1, 3, 4]. Показано, что пластинчато-надвиговая тектоника является характерной для всех его структурных зон. Фронтальные зоны надвигов, как правило, осложняются приразломными линейными антиклиналями, многие из которых нефтегазоносны. В тыловых зонах обнаруживаются куполовидные поднятия, также содержащие залежи нефти и газа. Среди разрывных нарушений детально изучены региональные надвиги и сдвиги – поперечные к надвигам дизъюнктивы [1]. Развитие их возрастает от краевой зоны к предгорной, иногда ослабевает с глубиной.

Дислокации на востоке выражены более интенсивно, чем на западе. Породы смяты в довольно сжатые складки, так что в их ядрах часто обнажаются наиболее древние слои палеозоя, венда и верхнего рифея. Эти особенности характерны для восточной части Предуралья, вытянутого полосой субмери-

дионального простирания вдоль западного склона складчатого сооружения и выделяемого раньше как передовые складки Урала.

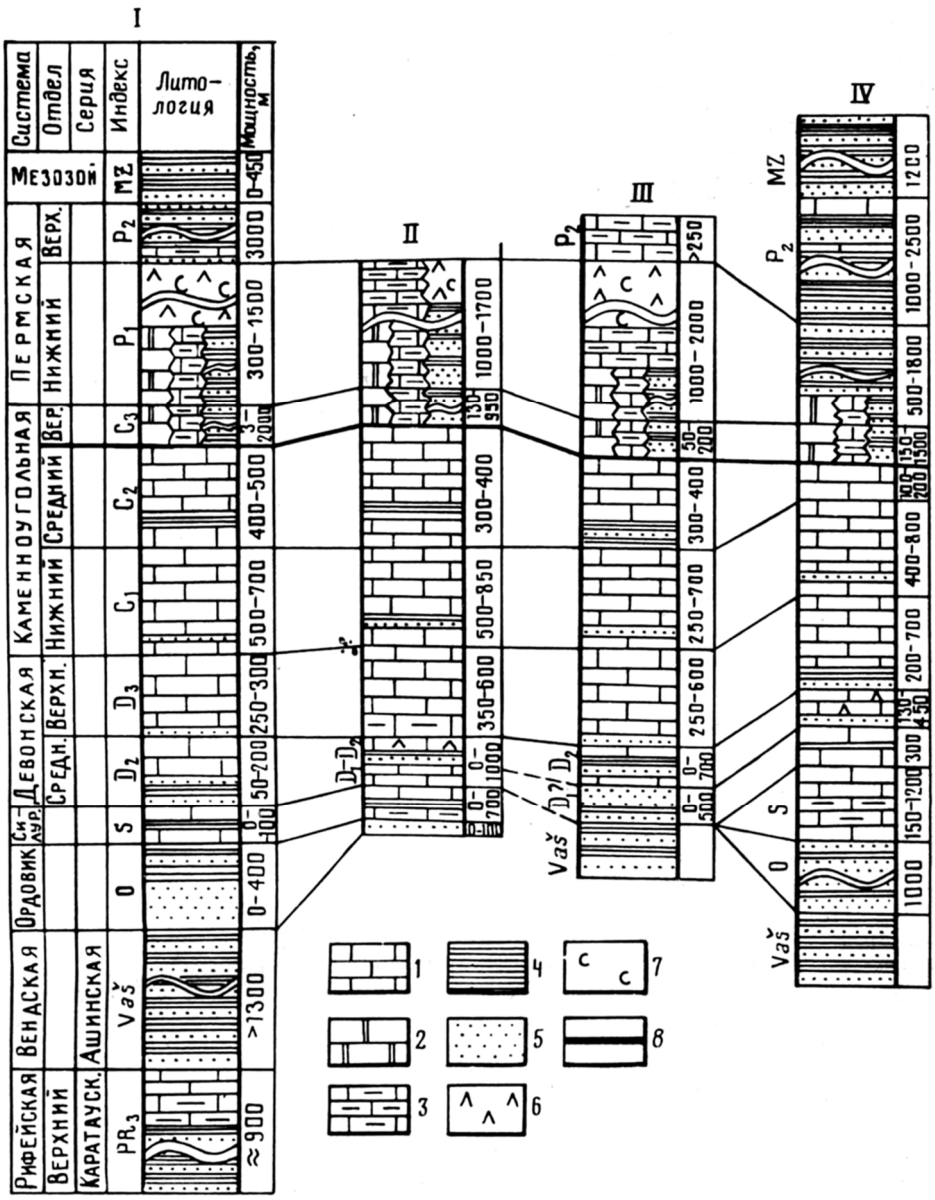


Рис. 4. Стратиграфическое содержание разрезов палеозоя Предуральского прогиба. Впадины: I – Бельская, II –Юрюзано-Сылвинская, III – Соликамская, IV – Печорско-Воркутинская. 1 – известняки; 2 – рифовые известняки; 3 – мергели и глинистые известняки; 4 – аргиллиты и алевролиты; 5 – песчаники и конгломераты; 6 – гипсы и ангидриты; 7 – соли; 8 – нижняя граница фаций краевого прогиба

В общем виде структурная геология Предуралья характеризуется отчетливым *чешуйчато-надвиговым строением*, а его предгорная зона – более высокой степенью дислоцированности, представляя собой **Трансуральский пояс повышенной геодинамической активности** (рис. 5 и 6).

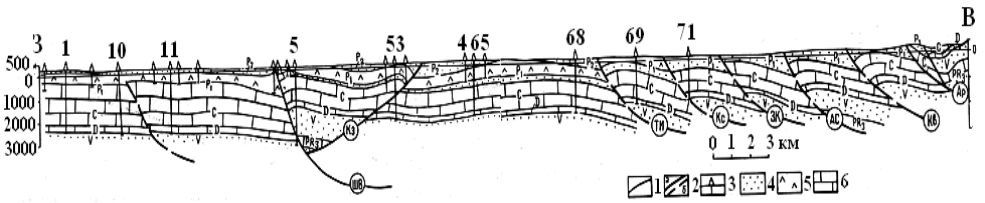


Рис. 5. Геологический разрез через Бельскую впадину на широте г. Стерлитамак. Надвиги: ШВ – Шиханско-Волостновский, Кз – Кинзебулатовский, ТИ – Табынско-Иштугановский, Кс – Кисындинский, ЗК – Зилимско-Красноусольский, АС – Архлатышско-Саитбабинский, Кв – Ковардинский, Ар – Арларовский. 4–6 – отложения: 4 – преимущественно терригенные, 5 – гипсоангидритовые, 6 – карбонатные



Рис. 6. Характер структуры Трансуральского пояса геодинамической активности Предуралья (Передовые складки Урала): 1 – гипсы и ангидриты; 2 – песчаники и алевролиты; 3 – известняки; 4 – мергели

Идентичная структурная геология и в более северных районах Предуралья, что показано Ю.В. Казанцевым в серии публикаций.

III. Акцентируется особое внимание на выделении **Трансуральского шарьяжного пояса**, располагающегося в пограничной области западного и осевого секторов Урала (рис. 1 и 2). Здесь сосредоточены хорошо доказанные покровные структуры: Тирлянский, Кракинский и Сакмарский шарьяжи**,** приуроченные к Тирлянской и Зилаирской синклиналям Ю. Урала; Нижнесергинский, Нязепетровский, Бардымский и др. Уфимского амфитеатра Среднего Урала. Они описаны в серии публикаций автора совместно с Ю.В. Казанцевым и М.А. Камалетдиновым (1968–2016 гг.). Севернее находятся шарьяжи Вишерско-Чусовской системы тектонических покровов и пластин. Это Язьвинско-Яйвинский и Чусовской шарьяжи, сложенные рифейскими и палеозойскими образованиями. Они ограничены с запада и востока надвигами встречного падения. Еще севернее шарьяжный пояс продолжается в пределах Лемвинской зоны. Аллохтонное строение этой зоны установлено К.Г. Войновским-Кригером еще в 1945 г., затем описано В.Н. Пучковым [11]. Сведения приводятся и М.А. Камалетдиновым [10]. Согласно названным исследователям Лемвинский шарьяж располагается на каменноугольных и нижнепермских платформенных образованиях одноименного прогиба. Состоит из пластин и глыб терригенных и кремнистых пород, туфов и туффитов, реже доломитов и известняков, возраст которых от ордовика до нижней перми.

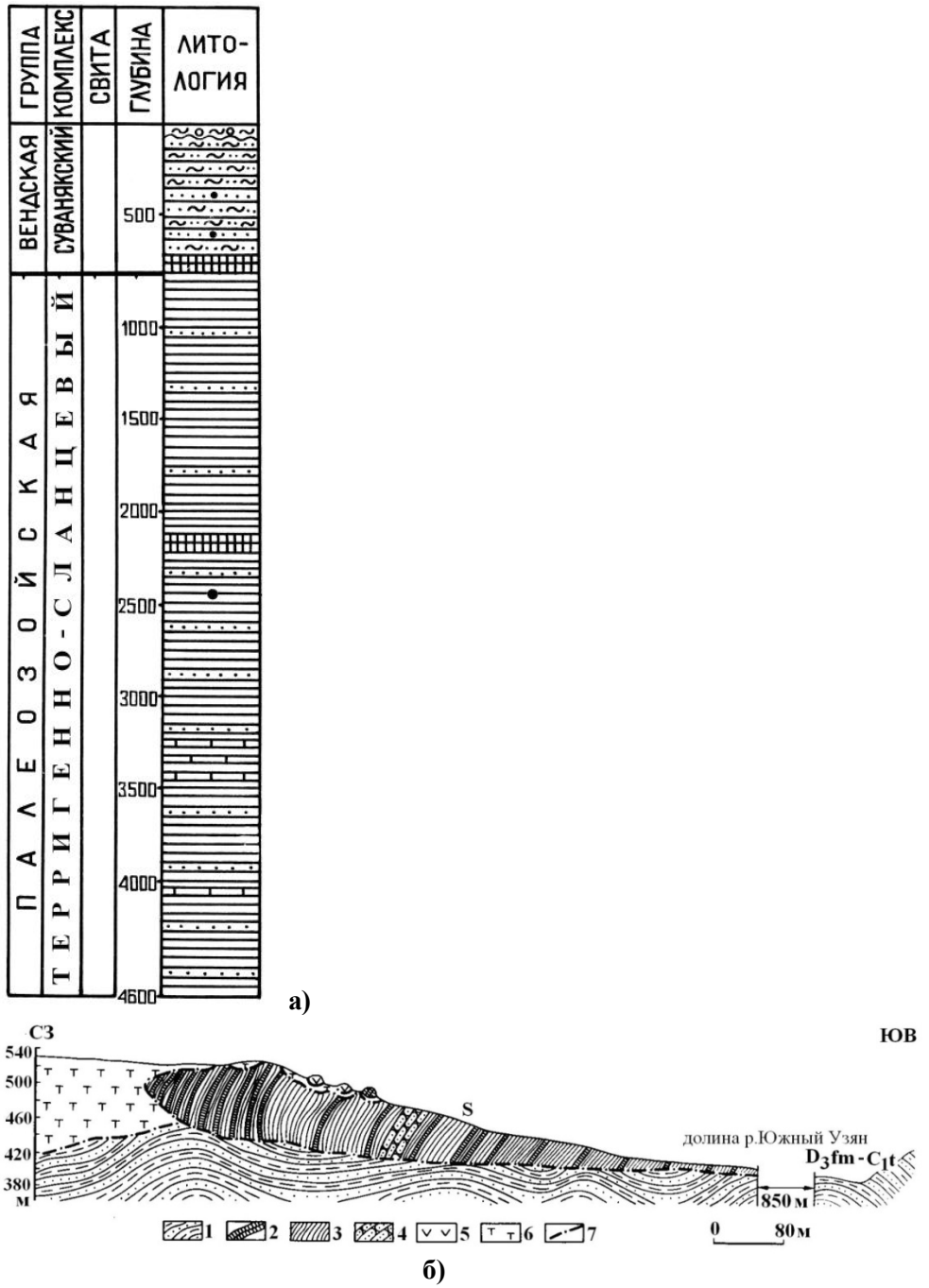


Рис. 7. а) скважина Уралтауская-1; б) тектонический блок Кракинского шарьяжа д. Абдулмамбетово, р. Южный Узян. 1 – граувакки зилаирской свиты; 2–5 – силур: 2 – кремни, 3 – глинистые сланцы, 4 – песчаники, 5 – эффузивы; 6 – серпентиниты; 7 – тектонические контакты

Главными особенностями состава и строения шарьяжного пояса западного склона Урала являются нижеследующие. 1. В рельефе аллохтоны выражены положительными формами. 2. Южноуральские шарьяжи располагаются среди олистостромо-флишевых пород зилаирской свиты верхнего девона – нижне-

турнейского подъяруса нижнего карбона. 3. Постелью шарьяжей Уфимского амфитеатра кроме зилаирской свиты служат и каменноугольные отложения. В пределах северных районов данного пояса шарьяжи размещаются и на еще более молодых толщах, включая пермь. 4. Разрез автохтона представлен породами палеозоя субплатформенного типа с преобладанием карбонатных реже терригенных и сланцевых толщ различной мощности. 5. Значительным распространением пользуются клиппы идентичного основным аллохтонам состава, структурного положения и возраста. 6. В составе тектонических пластин нередки палеозойские и докембрийские толщи хребта Уралтау (рис. 7 а и б).

Вся западная часть последнего, согласно современным представлениям, сложена породами почти не метаморфизованными. Это Западно-Уралтауский терригенно-сланцевый комплекс палеозойского возраста, который кроме ордовикских и силурийских свит Д.Г. Ожиганова представлен мощной терригенно-сланцевой толщей, перебуренной скважиной Уралтауская-1 в интервале глубин от 700 до 4600 м. Возраст ее, по определению Е.В. Чибриковой, моложе кембрийского. Аналогичные по составу и строению разрезы палеозоя описаны нами в составе тектонических пластин шарьяжей Урала.

7. В сложении крупных аллохтонов участвуют пластины пород офиолитового комплекса. Среди них массивы гипербазитов, часто серпентинизированные, кремни и вулканиты основного состава, являющиеся составными частями океанической коры геологического прошлого.

IV. **На территории хребта Уралтау** раньше принято было выделять две меридиональные структурные единицы, сложенные докембрийскими образованиями, отличающиеся разной степенью метаморфизма и дислоцированности. Это Суванякская тектоническая пластина на западе и Максютовская на востоке. Граница между ними проводилась по Янтышевско-Юлукскому надвигу. В составе одной части первой из названных имеется достаточно много данных об образованиях палеозойского возраста (фауна граптолитов венлока и лудлова в филлитах белекейской свиты, а ордовика в акбиикской). Другая часть этой пластины состоит из рифейских, возможно вендских метаморфизованных образований, сложенных кварцитами и сланцами с большим участием слюд (серицит и мусковит), придающих породе «мерцающий» отблеск. Это свиты уткальская и курташская – по В.И. Козлову [12], а по Д.Г Ожиганову, кроме того: тупаргасская, мазаринская и укшук-арвякская. Обоснование возраста данных свит как рифейский подкреплено радиологическими данными по циркону (660 ± 15 млн лет, Pb-Pb и U-Pb методы) из гранитов Бурангуловского массива, прорывающих мазаринскую свиту. Эта часть Суванякской пластины рассматривается как **Трансуральский пояс динамометаморфизма кварцито-сланцевого типа** (рис. 2).

Максютовская пластина представлена свитами: галеевской, кайраклинской, юмагузинской и карамалинской, объединенными в две метаморфические серии, разные по составу и возрасту. Нижняя серия – юмагузинская, верхняя – карамалинская. Контакт между ними тектонический. Первичный состав пород юмагузинской и нижележащих свит определяют как преимущественно осадочного происхождения. Карамалинская свита сложена также метаморфическими породами, но в первичном составе их, кроме осадочных, присутствуют и изверженные породы. Они, согласно А.А. Алексееву (1984 г.) и Т.Т. Казанцевой [4, 8], являлись составной частью океанической коры геологического прошлого. В этой свите были обнаружены археоциаты и конодонты позднекембрий-

ского и ордовикского возраста. Возраст остальных свит, судя погеохронологическим данным, докембрийский. В составе максютовского комплекса широко известны глаукофановые сланцы и эклогиты – производные условий высоких давлений и умеренных температур. Дислоцированность и метаморфизм Максютовского комплекса значительно выше Суванякского, что и определяет отнесение его к **Трансуральскому поясу динамометаморфизма эклогит-глаукофанового типа** (рис. 2).

V. Гипербазитовые линеаменты, размещенные вдоль границ структурно-формационных зон восточного склона Урала, рассматриваются нами как **пояса предельной геодинамической активности** (см. рис. 2, вставка).

Сказанное выше согласуется с установленными ранее закономерностями, согласно которым дислокационная активность Трансуральских геодинамических поясов повышается в восточном направлении. Во времени это неоднозначно, что определяется особенностями полицикличного развития складчатой области [4], важнейшими из которых являются такие. Геологическое вещество тектонического цикла представлено комплексом формаций, составляющим формационный ряд. Более молодой из них всегда размещен восточнее по отношению к предыдущему. Но закономерное возрастание значений тектонических напряжений горизонтального сжатия в каждом последующем тектоническом цикле приводит к тому, что происходит совмещение дислокаций в тех из западных зон, где они и раньше уже были проявлены. Последнее выявлено вещественно-структурной методикой геодинамических реконструкций [4, 8, 9]. Геодинамическая модель как рудообразования и нефтегазонакопления, показанная нами в цикле работ 1981–2010 гг., позволяет рассматривать проблему выделения трансрегиональных геодинамических поясов как фундаментальную основу не только теоретического, но и прикладного назначения.

Список литературы

1. Казанцев Ю. В. Сдвиги в Южном Предуралье / Ю. В. Казанцев // Доклады Академии наук СССР. – 1981. – Т. 257, № 11. – С. 30.

2. Казанцев Ю. В. Структурная позиция, генезис и перспективы поиска медно-колчеданных руд на Южном Урале / Ю. В. Казанцев, Т. Т. Казанцева, М. А. Камалетдинов // Геология и геофизика. – 1999. – Т. 40, № 2. – С. 175–186.

3. Казанцев Ю. В. О методике картирования дислокаций горизонтального сжатия / Ю. В. Казанцев, Т. Т. Казанцева // Известия высших учебных заведений. Геология и разведка. – 1990. – № 1. – С. 113–121.

4. Казанцева Т. Т. Основы шарьяжно-надвиговой теории формирования земной коры / Т. Т. Казанцева // Геология. Известия Отделения наук о Земле и природных ресурсов АНРБ. – 2000. – № 5. – С. 15–46.

5. Казанцева Т. Т. К общей концепции генезиса нефти / Т. Т. Казанцева // Известия Уфимского научного центра РАН. – 2012. – № 1. – С. 31–38.

6. Казанцева Т. Т. Геодинамическая модель рудогенеза / Т. Т. Казанцева // Георесурсы. – 2012. – № 8 (50). – С. 3–9.

7. Казанцева Т. Т. Рудообразование в структурном аспекте / Т. Т. Казанцева, Ю. В. Казанцев // Вестник Академии наук Республики Башкортостан. – 2006. – Т. 11, № 3. – С. 11.

8. Казанцева Т. Т. Структурный фактор в теоретической геологии. Уфа. Гилем / Т. Т. Казанцева, Ю. В. Казанцев. – 2010. – 323 с.

9. Казанцева Т. Т. Фундаментальные проблемы геологии Ю. Урала / Т. Т. Казанцева, Ю. В. Казанцев. – Уфа, 2016. – 312 с.

10. Камалетдинов М. А. Покровные структуры Урала / М. А. Камалетдинов. – Москва, 1974. – 228 с.

11. Пучков В. Н. Рифтогенные окраины континентов и их реликты / В. Н. Пучков. – Сыктывкар, 1974. – 47 с.

12. Козлов В. И. Верхний рифей и венд Южного Урала / В. И. Козлов. – Москва : Наука, 1982. – 128 с.

13. Черский Н. В. Влияние сейсмогеологических процессов на преобразование ископаемого органического вещества / Н. В. Черский, В. П. Царев, Т. И. Сороко. – Якутск, 1982. – 56 с.

References

1. Kazantsev Yu. V. Sdvigi v Yuzhnom Predurale [Shifts in the Southern Urals]. *Doklady Akademii nauk SSSR* [Reports of the Academy of Sciences of the USSR], 1981, vol. 257, no. 11, pp. 30.

2. Kazantsev Yu. V., Kazantseva T. T., Kamaletdinov M. A. Strukturnaya pozitsiya, genezis i perspektivy poiska medno-kolchedannykh rud na Yuzhnom Urale [Structural position, genesis and prospects for prospecting copper-pyrite ores in the Southern Urals]. *Geologiya i geofizika* [Geology and Geophysics], 1999, vol. 40, no. 2, pp. 175–186.

3. Kazantsev Yu. V., Kazantseva T. T. O metodike kartirovaniya dislokatsii gorizontalnogo szhatiya [On the method of mapping horizontal dislocation dislocations]. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Geologiya i razvedka* [News of higher educational institutions. Geology and exploration]. 1990. No 1. P. 113-121.

4. Kazantseva T.T. Osnovy shariazhno-nadvigovoy teorii formirovaniya zemnoy kory [Fundamentals of the shaggy-thrust theory of the formation of the earth's crust]. Geologiya. Izvestiya Otdeleniya nauk o Zemle i prirodnykh resursov ANRB [Geology. Proceedings of the Department of Earth Sciences and Natural Resources], 2000, no. 5, pp. 15–46.

5. Kazantseva T. T. K obshchey kontseptsii genezisa nefti [To the general concept of the genesis of oil]. *Izvestiia Ufimskogo nauchnogo tsentra RAN* [Proceedings of the Ufa Scientific Center of the Russian Academy of Sciences], 2012, no. 1, pp. 31–38.

6. Kazantseva T. T. Geodinamicheskaya model rudogeneza [Geodynamic model of ore genesis]. *Georesursy* [Georeources], 2012, no. 8 (50), pp. 3–9.

7. Kazantseva T. T., Kazantsev Yu. V. Rudoobrazovanie v strukturnom aspekte [Ore formation in structural aspect]. *Vestnik Akademii nauk Respubliki Bashkortostan* [Bulletin of the Academy of Sciences of the Republic of Bashkortostan], 2006, vol. 11, no. 3, pp. 11.

8. Kazantseva T. T., Kazantsev Yu. V. *Strukturnyy faktor v teoreticheskoy geologii* [Structural factor in theoretical geology], Ufa, Gilem Publ., 2010. 323 p.

9. Kazantseva T. T., Kazantsev Yu. V. *Fundamentalnye problemy geologii Yu. Urala* [Fundamental problems of geology of the Urals], Ufa, 2016. 312 p.

10. Kamaletdinov M. A. *Pokrovnye struktury Urala* [Cover structures of the Urals], Moscow, 1974. 228 p.

11. Puchkov V. N. *Riftogennye okrainy kontinentov i ikh relikty* [Riftogenic margins of continents and their relics], Syktyvkar, 1974. 47 p.

12. Kozlov V. I. *Verkhniy rifey i vend Yuzhnogo Urala* [Upper Riphean and Vendian of the Southern Urals], Moscow, Nauka. Publ., 1982. 128 p.

13. Cherskiy N. V., Tsarev V. P., Soroko T. I. *Vliyanie seysmogeologicheskikh protsessov na preobrazovanie iskopaemogo organicheskogo veshchestva* [The influence of seismogeological processes on the transformation of fossil organic matter], Yakutsk, 1982. 56 p.

О ВОЗМОЖНЫХ ПОМЕХАХ ПРИ ГАЗОМЕТРИЧЕСКОЙ СЪЕМКЕ НА НЕФТЬ И ГАЗ

Навроцкий Олег Константинович, профессор, доктор геолого-минерало-гических наук, действительный член Академии горных наук, заслуженный геолог РФ, Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского, 410012, Российская Федерация, г. Саратов, ул. Астраханская, 83; главный научный сотрудник, Нижне-Волжский научно-исследовательский институт геологии и геофизики, 413503, Российская Федерация, Саратовская обл., г. Саратов, ул. Московская, 70, e-mail: oknavr01@gmail.com

Зотов Алексей Николаевич, исполнительный директор, главный геолог, ООО «Лукбелойл», 410056, Российская Федерация, г. Саратов, ул. Ульяновская, 42, e-mail: Zotov@lukbeloil.com

Богданов Михаил Борисович, доктор физико-математических наук, профессор, Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского, 410012, Российская Федерация, г. Саратов, ул. Астраханская, 83, e-mail: BogdanovMB@ info.sgu.ru

Доценко Антон Михайлович, аспирант, Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского, 410012, Российская Федерация, г. Саратов, ул. Астраханская, 83, e-mail: gidrogeologant@ gmail.com

Выявлены возможные помехи при газометрической съемке на нефть и газ. Исследования проводились на территории северо-западной части Прикаспийской впадины. Пробы газа отбирались в специально пробуренной и оборудованной скважине глубиной 2,5 м. Газовые пробы анализировались на хроматографе «Кристалл 2000М». Определялись метан и его гомологи, а также неуглеводородные газы, в том числе гелий и водород. Момент отбора пробы фиксировался расчетом величины вертикальной компоненты приливного ускорения Δg в точке с заданными географическими координатами и высотой над уровнем моря по компьютерной программе Tsoft, разработанной в Королевской обсерватории Бельгии. Установлена следующая зависимость геохимического фона: при отливах наблюдается уменьшение средней концентрации углеводородных газов, сопровождающееся ростом средней концентрации неуглеводородных. Коэффициент контрастности достигает 2. Выявлено изменение газогеохимического фона подпочвенной геосферы во время сизигийных приливов.

Ключевые слова: подпочвенные газы, гравитационное поле, концентрация, газогеохимический фон, лунно-солнечные приливы, приливное ускорение, газометрическая съемка, вертикальная компонента, контрастность аномалий, углеводородные газы, сизигийные, квадратурные приливы, коэффициент корреляции, газогеохимический мониторинг

POSSIBLE INTERFERENCE WHILE GASOMETRIC SURVEYING FOR OIL AND GAS

Navrotsky Oleg K., D.Sc. in Geology and Mineralogy, Professor, Full Member of the Academy of Mining Sciences, Honored Geologist of the Russian Federation, Saratov National Research University named after N. G. Chernyshevsky, 83 Astrakhanskaya st., Saratov, 410012, Russian Federation; Chief Researcher, LLC "NNIIGG", 70 Moskovskaya, st. Saratov, 413503, Russian Federation, e-mail: oknavr01@gmail.com

Zotov Aleksey N., Executive Director, Chief Geologist, LLC "Lukbeloyl", 42 Ulyanovskaya st., Saratov, 410056, Russian Federation, e-mail: Zotov@lukbeloil.com

Bogdanov Mikhail B., D.Sc. Physics and Mathematics, Professor, Saratov National Research University named after N. G. Chernyshevsky, 83 Astrakhanskaya st., Saratov, 410012, Russian Federation, e-mail: BogdanovMB@info.sgu.ru.

Dotsenko Anton M., post-graduate student, Saratov National Research University named after N. G. Chernyshevsky, 83 Astrakhanskaya st., Saratov, 410012, Russian Federation, e-mail : gidrogeologant@gmail.com

Possible interference while gasometric surveying for oil and gas was identified. Studies were carried out on the territory of the northwestern part of the Reri-Caspian depression. Gas samples were taken in a specially drilled and equipped 2,5 m deep well. Gas samples were analyzed on a "Crystal 2000M" chromatograph. Methane and its homologues, as well as non-

hydrocarbon gases, including helium and hydrogen, were determined. The moment for the sample was recorded by calculating the vertical component of the tidal acceleration delta g at a point with given geographic coordinates and altitude above the sea level using the Tsoft computer program developed at the Royal Observatory of Belgium. The following dependence of the geochemical background is established: at "outflows" a decrease in the average concentration of hydrocarbon gases is observed, accompanied by an increase in the average concentration of non-hydrocarbon gases. The contrast ratio reaches 2. The change in the geochemical background of the subsoil geosphere during syzygian tides has been revealed.

Keywords: subsoil gases, gravitational field, concentration, gas geochemical background, lunar-solar tides, tidal acceleration, gas metering, vertical component, contrast of anomalies, hydrocarbon gases, syzygy, quadrature tides, correlation coefficient, gas-geochemical monitoring

Оптимистичный настрой использования при геологоразведочных работах на нефть и газ прямых геохимических методов продолжает существовать и в настоящее время. Однако появляются работы, в которых основа основ газометрической съемки (диффузионный массоперенос углеводородов от залежи к дневной поверхности, создающий аномальные поисковые зоны) подвергается справедливому сомнению.

Абсолютизация диффузии и теории миграции (не умаляя важности этого направления в науке) не способствовали всестороннему развитию геохимических методов поисков. В стороне оставались масштабы генерационных процессов углеводородов в результате катагенетических преобразований органического вещества в различных литолого-стратиграфических комплексах и геотектонических условиях.

Опыт работ по газометрической съемке показал зависимость фиксируемых концентраций углеводородных и других газов в подпочвенной геосфере от многих факторов: способа отбора газов (ручное или механическое бурение скважин), времени года, в зависимости от вибросейсмического воздействия в зоне отбора газовых проб. Кроме того, в 80–90-х гг. прошлого века появились работы, в которых показывается влияние лунных фаз на концентрации газов в подпочвенной геосфере. Так, в течение месяца максимальная концентрация газов отмечается в полнолуние, несколько меньше в новолуние и более чем наполовину в первую и последнюю фазы Луны. Увеличивается количество взрывов в угольных шахтах.

В научной литературе и практике по добыче углеводородного сырья все чаще поднимается вопрос о роли лунно-приливных сил в изменении количественных характеристик геофизических и геохимических полей.

1. Из области изобретений, например:

- способ увеличения нефтеотдачи месторождения и добычи нефти (Мирзоев К.М. и др., 2009);
- способ разработки нефтяной залежи (Хисамов и др., 2011);
- способ повышения нефтеотдачи месторождения и добычи нефти (Жуков Ю.Н., Чернявец В.В. и др. 2018);
- способ повышения нефтеотдачи пластов с карбонатными породами (Хисамов Р. С., Бакиров И. М. и др. 2010);
- способ разработки водонефтяной залежи (Ибатуллин Р.Р., Файзуллин И.Н. и др., 2010);
- способ контроля напряженного состояния геологической среды (Садовский М.А., Башилов И.П. и др., 1990);
- способ прогноза геофизических величин (Полозов В.В., 1993).

2. Из области опубликованных работ:

- о реакциях геофизических и геохимических полей на гравитационные приливы в земной коре, повышение эффективности прогноза нефтегазовых залежей [2, 3];
- о влиянии гравитационных приливов на сами залежи углеводородов [6];
- о вариациях геофизических полей на границе земная кора – атмосфера [1].

В настоящей работе приведены результаты специальных исследований, направленных на выявление взаимосвязи газогеохимического фона под влиянием лунно-приливных сил.

Условия эксперимента:

1. Газогеохимические пробы отбирались в условиях сизигийных приливов (рис. 1, 2).

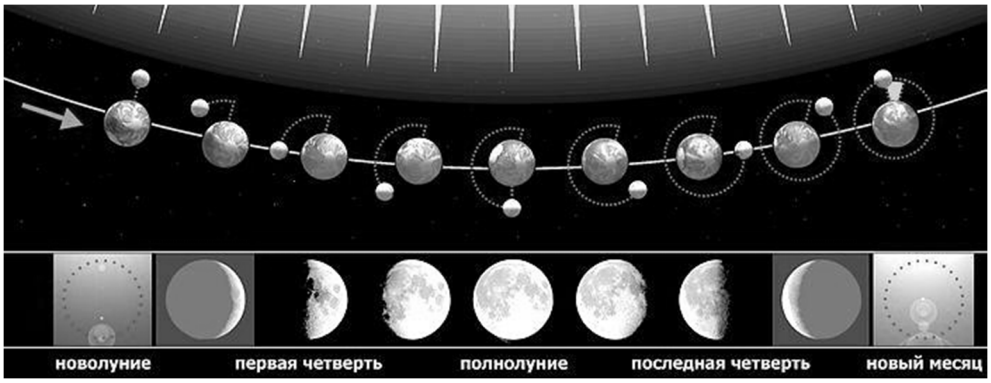
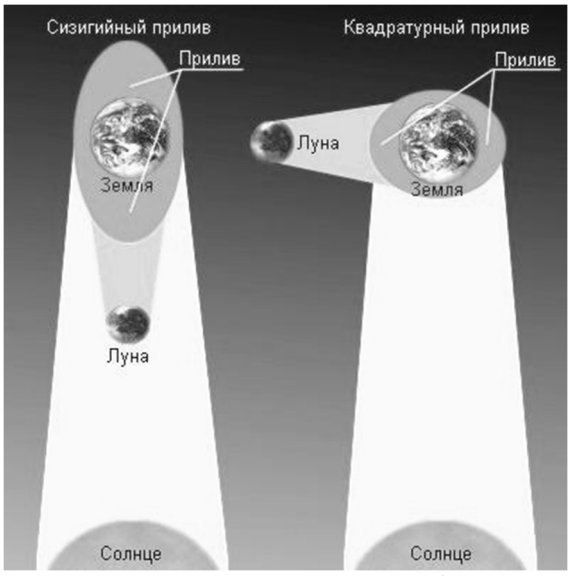


Рис. 1. Полнолуние – наиболее оптимальный вариант отбора газогеохимических проб для исследования



а б

Рис. 2. Возникновение сизигийных (а) и квадратурных (б) приливов

2. Территория исследования – северо-западная часть Прикаспийской впадины (рис. 3), месторождение, открытое при новом подходе к интерпретации

газовых аномалий в подпочвенной геосфере и особенностей геодинамической напряженности выбранного участка [7].

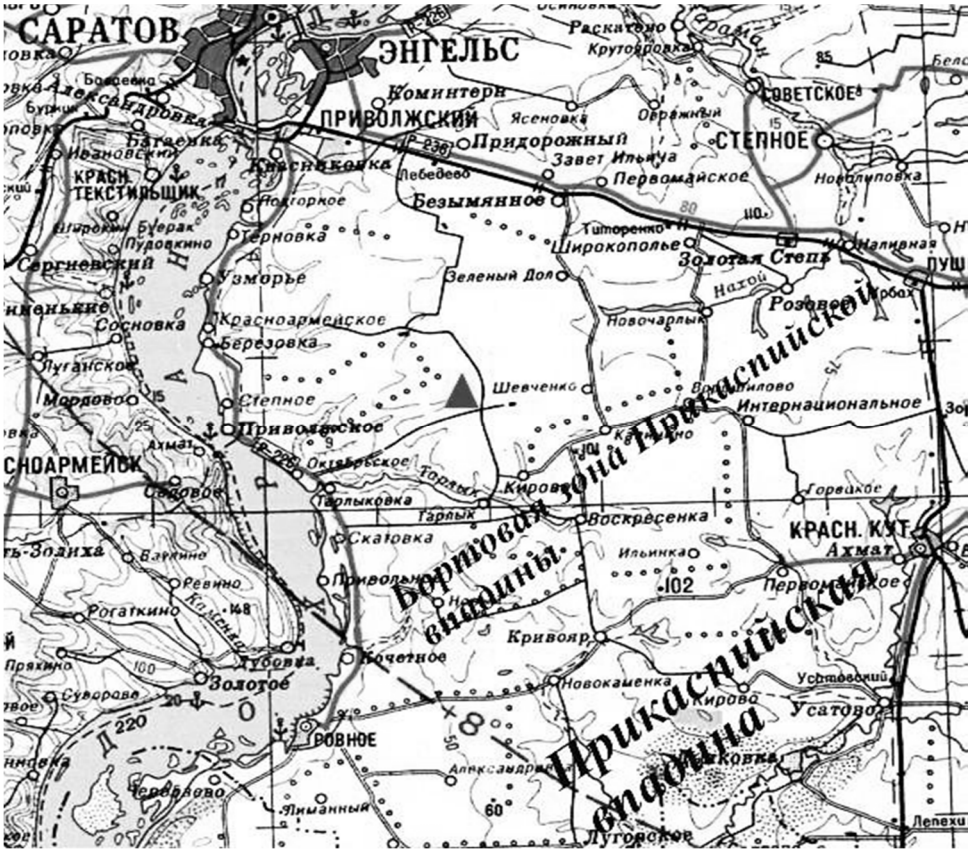


Рис. 3. Северо-Западная часть Прикаспийской впадины.
Место проведения газогеохимического мониторинга отмечено треугольником

3. С целью оптимизации процесса была предложена следующая конструкция скважины для отбора газовых проб глубиной 2,5 м. Пробоотборник представлен тонкой трубкой диаметром 3 мм, перфорированной на конце, которая опускается на необходимую глубину. Он находится в обсадной полиэтиленовой трубе. При этом место перфорации пробоотборника и обсадной трубы совпадают. Для предотвращения попадания воздуха был смонтирован изолирующий пакер внутри обсадной трубы. Далее устье скважины отделялось глинистым раствором для предотвращения попадания воздуха при последующих операциях.

4. Газ для анализа отбирался с помощью вакуумного насоса. Было установлено оптимальное время отбора пробы – 1–2 мин после прокачки скважины вакуумным насосом. Пробы газа помещались в пробоотборники с насыщенным раствором поваренной соли в объёме до 200 см^3.

Анализ содержания различных газов проводился в лабораторных условиях на хроматографе «Кристалл-2000М» с детекторами: ПИД – для определения углеводородных и ДТП – для неуглеводородных компонентов. Определялись концентрации (% об.) углеводородных компонентов (метана, этана, пропана, бутана, изобутана, пентана, изопентана, гексана) и других газов (водорода, гелия, диоксида углерода, азота и кислорода).

В период август – декабрь 2014 г. было отобрано и проанализировано 40 проб газа.

5. Отметим, что нами использовалась компьютерная программа Tsoft (версия 2.2.0, 2013 г.), разработанная в Королевской обсерватории Бельгии [9]. Эта программа выполняет расчеты с учетом 1200 гармоник приливного потенциала Тамуры [10]. Погрешность оценки вертикальной компоненты ускорения составляет около 1 нм / с^2.

В качестве примера на рисунке 4 приведены значения Δg, рассчитанные для точки взятия проб газа на дату 5.11.2014 г. с шагом в один час по всемирному времени UT. Минимальные значения Δg соответствуют приливу, максимальные – отливу. Для сопоставления с эмиссией газов величина вертикальной компоненты приливного ускорения интерполировалась на момент взятия пробы с использованием кубических сплайнов.

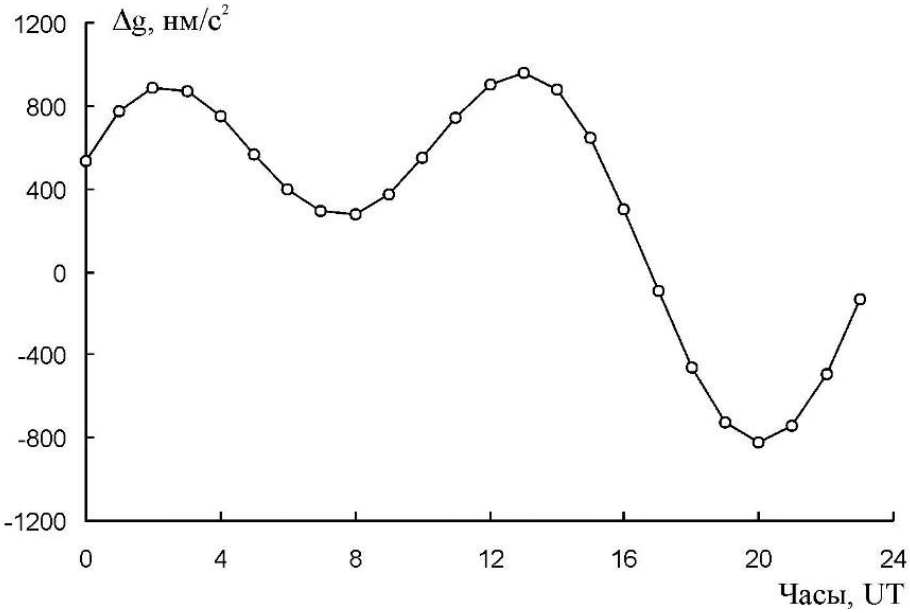


Рис. 4. Значения вертикальной компоненты приливного ускорения Δg, рассчитанные для точки взятия проб газа на дату 5 ноября 2014 г. в зависимости от всемирного времени UT

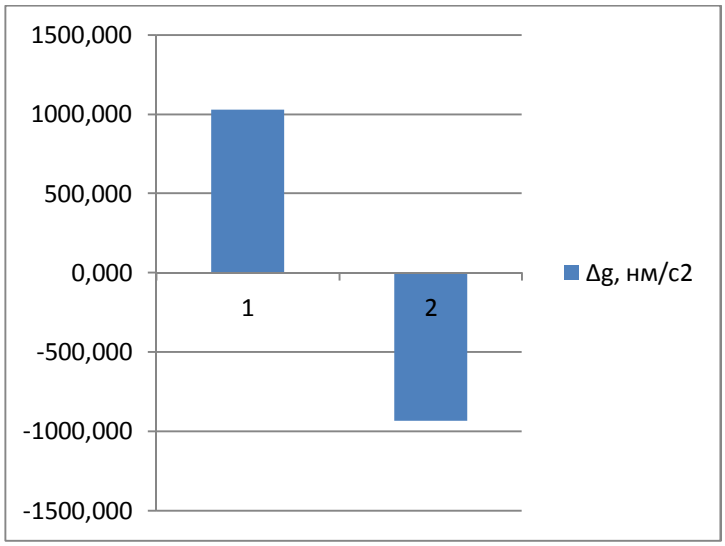
Анализ влияния Δg на концентрации подпочвенных газов в целом для всех результатов наблюдений показал, что четкой корреляционной зависимости не наблюдается: значения коэффициентов корреляции Δg ↔ CH_4, C_3H_8, C_4H_{10} и неуглеводородные газы, в том числе и гелий, по абсолютным значениям не превышают 0,2 [8].

Различные подходы к обработке полученной информации показали, что наиболее максимальная информация получается при обработке результатов в том случае, если генеральную выборку (все результаты наблюдений) раскласcифицировать по признаку однородной совокупности (прилив и отлив) и рассчитать для них средние значения.

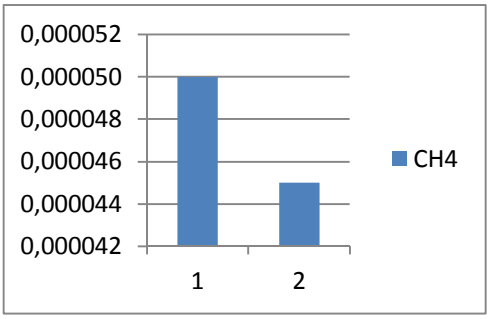
Такой подход реализован для всего времени наблюдений: август → октябрь → ноябрь → декабрь.

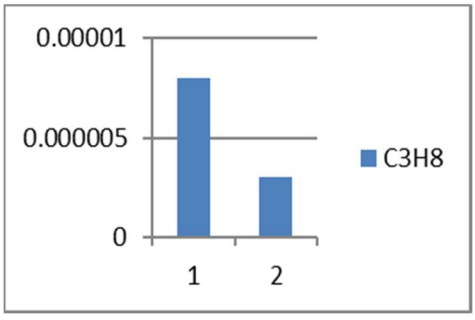
В качестве примера приведем результаты по августу месяцу (1 – отлив, $\Delta g > 0$; 2 – прилив, $\Delta g < 0$).

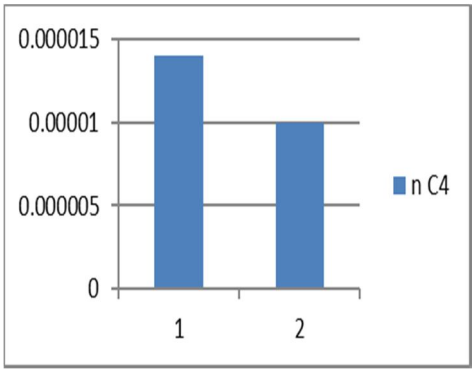
1. Характер изменения вертикальной компоненты приливного ускорения Δg :

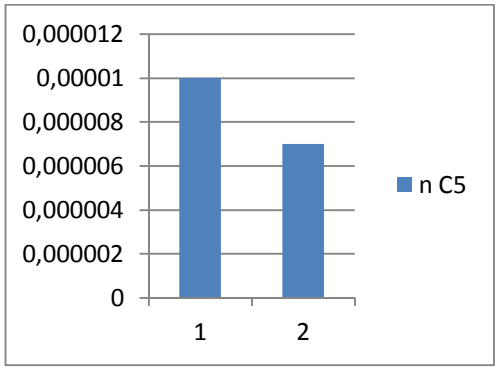


2. Максимумы эманаций газов (здесь и далее % об) во время августовских отливов:

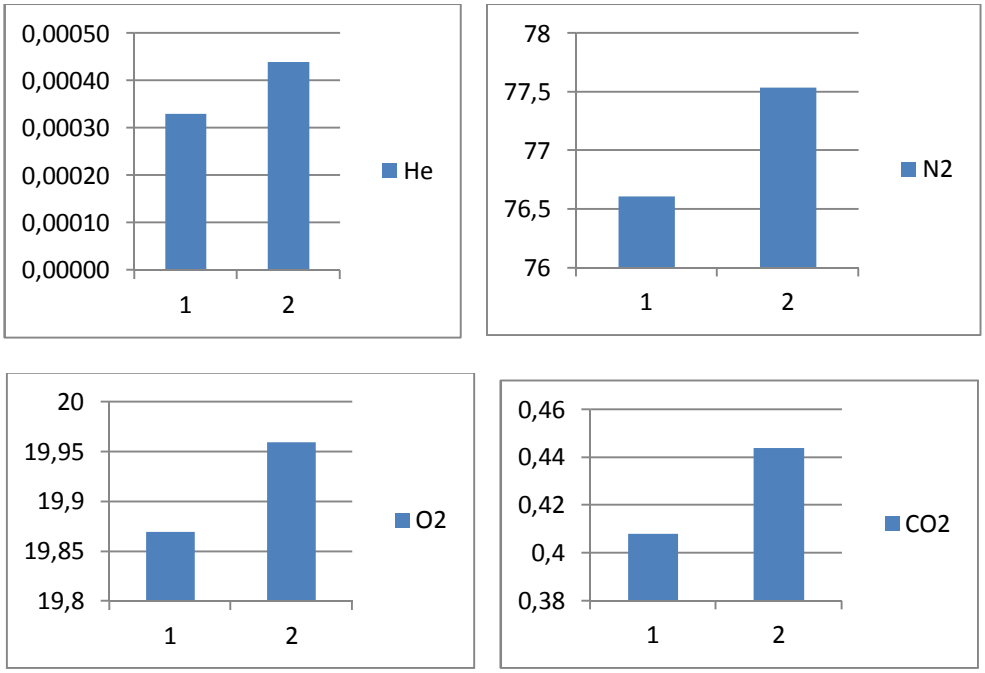








3. Максимумы эманаций газов во время приливов:



Сводные результаты нашего мониторинга приведены в таблице 1.

Таблица 1

Повышение (●) газогеохимического фона подпочвенных газов под влиянием изменения вертикальной компоненты приливного ускорения Δg

Время наблюдений	Углеводородные газы			Неуглеводородные газы		
	Газ	«Отлив» Δg > 0	«Прилив» Δg < 0	Газ	«Отлив» Δg > 0	«Прилив» Δg < 0
август	CH_4	●		He		●
	C_3	●		N_2		●
	C_4	●		O_2		●
	C_5	●		CO_2		●
октябрь	CH_4	●		He		●
	C_3	●		N_2	●	
	C_4	●		O_2	●	
	C_5	●		CO_2	●	
ноябрь	CH_4	●		He		●
	C_3	●		N_2		●
	C_4	●		O_2		●
	Отс.			CO_2		●
декабрь	CH_4	●		He	●	
	C_3	●		N_2		●
	C_4	●		O_2	●	
	Отс.			CO_2		●

Из таблицы видно, что углеводородные газы демонстрируют четкую тенденцию повышенных концентраций при положительных значениях приливного ускорения. Для неуглеводородных газов результаты менее определенные. Но в целом эти газы показывают повышенную концентрацию при отрицательных значениях *Δg*.

Контрастность аномалий (пример по августу) «отлив ↔ прилив» составляет для углеводородных газов:

- метан – 1,12;
- пропан – 2;
- бутан – 1,5;
- пентан – 2

Для неуглеводородных газов контрастность «отлив ↔ прилив» составляет:

- гелия – 0,76;
- азота – 0,78;
- кислорода – 0,99;
- диоксида углерода – 0,9.

Важно отметить, что за все время наблюдений в анализируемых пробах газов не был замечен водород. Отсутствие водорода подтверждает выявленную ранее закономерность уменьшения газогеохимического фона над нефтегазовыми месторождениями [7].

Корреляционный анализ (табл. 2) показал практически отсутствие парагенетических ассоциаций газов подпочвенной геосферы.

Таблица 2

Парагенетические ассоциации подпочвенных газов по результатам корреляционного анализа

	CH_4	He	O_2	N_2	CO_2	C_3H_8	C_4H_{10}
CH_4	1,00	0,00	– 0,28	0,25	– 0,27	– 0,10	**– 0,45***
He	–	1,00	– 0,19	– 0,04	0,26	**– 0,32**	– 0,08
O_2	–	–	1,00	**0,66***	**– 0,68***	– 0,20	**– 0,44***
N_2	–	–	–	1,00	**– 0,60***	– 0,17	**– 0,53***
CO_2	–	–	–	–	1,00	0,28	**0,54***
C_3H_8	–	–	–	–	–	1,00	**0,53***
C_4H_{10}	–	–	–	–	–	–	1,00

Примечание: * – значком выделены коэффициенты корреляции, отличающиеся от нуля с вероятностью 0,95.

Обращает на себя внимание независимость метана и ассоциация тяжелых углеводородов. Аналогичные закономерности отмечены и в работе [4].

Таким образом, полученные результаты газогеохимического мониторинга показывают:

1. Завсисимость геохимического фона: при отливах наблюдается уменьшение средней концентрации углеводородных газов, сопровождающееся ростом средней концентрации неуглеводородных. Коэффициент контрастности достигает 2.

2. Выявлено изменение газогеохимического фона подпочвенной геосферы во время сизигийных приливов. Остается проблема выявления связи в полном цикле, в частности во время квадратурных приливов. Учет этого фактора при газометрической съемке на нефть и газ должен выражаться, очевидно, нормированием концентраций газа на единицу приливного ускорения Δg в точке с заданными географическими координатами и высотой над уровнем моря. Однако этот вопрос требует более детальных исследований.

3. Одна из важных особенностей исследуемого месторождения заключается в отсутствии эмиссии водорода за все время наблюдений.

4. Особенность исследуемой территории заключается в унаследованности рельефом структурных поверхностей палеозоя, особенного каменноугольного возраста. В этой связи возникает необходимость выявления закономерностей для территорий со сложным соотношением рельефа и структурных поверхностей нефтегазоносных комплексов, содержащих залежи углеводородов.

Список литературы

1. Адушкин В. В. Влияние лунно-солнечного прилива на вариации геофизических полей на границе земная кора-атмосфера / В. В. Адушкин, А. А. Спивак, В. А. Харламов // Физика Земли. – 2012. – № 2. – С. 14–26.

2. Дидичин Г. Я. Повышение эффективности прогноза нефтегазовых залежей на основе изучения реакции геофизических и геохимических полей на гравитационные приливы в земной коре / Г. Я. Дидичин, В. Г. Сибгатулин, С. А. Перетокин, О. В. Гутина // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Сибири. – 2011. – № 2. – С. 38–46.

3. Кабанов А. А. Мониторинг резонансов гравитационных приливов для целей геологоразведки на нефть и газ / А. А. Кабанов, В. Г. Сибгатулин // Экспозиция. Нефть. Газ. – 2013. – № 2. – С. 31–33.

4. Навроцкий О. К. Газовые поля в зоне сочленения сложнопостроенных крупных геоструктурных блоков юго-восточной части Русской платформы (по региональному профилю Уварово-Свободный, Саратовская область) / О. К. Навроцкий, Г. И. Тимофеев, И. А. Титаренко, Ю. А. Писаренко, А. И. Диброва, Е. В. Глухова // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия Науки о Земле. – 2012. – Т. 12, вып. 2. – С. 77–84.

5. Навроцкий О. К. О возможном влиянии лунно-солнечных приливов на эмиссию подпочвенных газов / О. К. Навроцкий, М. Б. Богданов, А. Н. Зотов, А. М. Доценко // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия Науки о Земле. – 2017. – Т. 117, вып. 4. – С. 222–226.

6. Сибгатулин В. Г. Резонансы гравитационных приливов в земной коре и их влияние на нефтегазовые залежи / В. Г. Сибгатулин, Г. Я. Дидичин, С. А. Перетокин, А. А. Кабанов // Нефть. Газ. Новации. – 2014. – № 1. – С. 14–17.

7. Пат. 2577801 Российская Федерация, МКИ G01V9/00. Способ геохимического тестирования локальных объектов при прогнозе нефтегазоносности / А. Н. Зотов, О. К. Навроцкий, В. В. Бондаренко ; заявитель и правообладатель Зотов А. Н. – № 257780 ; заявл. 31.07.2014 ; опубл. 17.02.2016. – Бюл. 8.

8. Dehant V. Tides for a convective Earth / V. Dehant, P. Defraigne, J. Wahr // J. Geophys. Res. – 1999. – Vol. 104, issue B1. – P. 1035–1058.

9. Tamura Y. A harmonic development of the tide-generating potential / Y. Tamura // Bull. Inf. Marées Terrestres. – 1987. – Vol. 99. – P. 6813–6855.

10. Van Camp M., Tsoft: graphical and interactive software for the analysis of time series and Earth tides / M. Van Camp, P. Vauterin // Computers and Geosciences. – 2005. – Vol. 31, issue 5. – P. 631–640.

References

1. Adushkin V. V., Spivak A. A., Kharlamov V. A. Vliyanie lunno-solnechnogo priliva na variatsii geofizicheskikh poley na granitse zemnaya kora-atmosfera [Influence of the lunar-solar tide on the variation of geophysical fields on the boundary of the Earth's crust-atmosphere]. *Fizika Zemli* [Physics of the Earth], 2012, no. 2, pp. 14–26.

2. Didichin G. Ya., Sibgatulin V. G., Peretokin S. A., Gutina O. V. Povyshenie effektivnosti prognoza neftegazovykh zalezhey na osnove izucheniya reaktsii geofizicheskikh i geokhimicheskikh poley na gravitatsionnye prilivy v zemnoy kore [Increase in the efficiency of the forecast of oil and gas deposits on the basis of studying the reaction of geophysical and geochemical fields to gravitational tides in the earth's crust]. *Geologiya i mineralno-syrevye resursy Sibiri* [Geology and Mineral Resources of Siberia], 2011, no. 2, pp. 38–46.

3. Kabanov A. A., Sibgatulin V. G. Monitoring rezonansov gravitatsionnykh prilivov dlya tseley geologo-razvedki na neft i gaz [Monitoring of the resonance of gravitational tides for the purposes of geological exploration for oil and gas]. *Ekspozitsiya. Neft. Gaz* [Exposition. Oil. Gas], 2013, no. 2, pp. 31–33.

4. Navrotskiy O. K., Timofeev G. I., Titarenko I. A., Pisarenko Yu. A., Dibrova A. I., Glukhova Ye. V. Gazovye polya v zone sochleneniya slozhnopostroennykh krupnykh geo-strukturnykh blokov yugo-vostochnoy chasti Russkoy platformy (po regionalnomu profilyu Uvarovo-Svobodnyy,

Saratovskaya oblast) [Gas fields in the junction zone of complex large-scale geostructural blocks of the southeastern part of the Russian Platform (according to the regional profile of Uvarovo-Svobodny, Saratov Region)]. *Izvestiya Saratovskogo universiteta. Novaya seriya. Seriya Nauki o Zemle* [Proceedings of the Saratov University. New episode. Series of Sciences about the Earth], 2012, vol. 12, issue 2, pp. 77–84.

5. Navrotskiy O. K., Bogdanov M. B., Zotov A. N., Dotsenko A. M. O vozmozhnom vliyanii lunno-solnechnykh prilivov na emissiyu pod-pochvennykh gazov [On the possible influence of luni-solar tides on the emission of subsoil gases]. *Izvestiya Saratovskogo universiteta. Novaya seriya. Seriya Nauki o Zemle* [Proceedings of the Saratov University. New episode. Series of Sciences about the Earth], 2017, vol. 117, issue 4, pp. 222–226.

6. Sibgatulin V. G., Didichin G. Ya., Peretokin S. A., Kabanov A. A. Rezonansy gravitatsionnykh prilivov v zemnoy kore i ikh vliyanie na neftegazovye zalezhi [Resonances of gravitational tides in the earth's crust and their influence on oil and gas deposits]. *Neft. Gaz. Novatsii* [Oil. Gas. Innovations], 2014, no. 1, pp. 14–17.

7. Zotov A. N., Navrotskiy O. K., Bondarenko V. V. Pat 2577801 Russian Federation, MKI G01V9/00. Method of geochemical testing of local objects in the forecast of oil and gas potential. No. 257780, declared 07.31.2014; publ. 02.17.2016, bul. 8.

8. Dehant V., Defraigne P., Wahr J. Tides for a convective Earth. *J. Geophys. Res*., 1999, vol. 104, issue B1, pp. 1035–1058.

9. Tamura Y. A harmonic development of the tide-generating potential. *Bull. Inf. Marées Terrestres*, 1987, vol. 99, pp. 6813–6855.

10. Van Camp M., Vauterin P. Tsoft: graphical and interactive software for the analysis of time series and Earth tides. *Computers and Geosciences*, 2005, vol. 31, issue 5, pp. 631–640.

МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ РАЗРЕШАЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ПО ДАННЫМ СЕЙСМОРАЗВЕДКИ

Вязовкина Екатерина Олеговна, аспирант, Самарский государственный технический университет, 443100, Российская Федерация, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244 ; геофизик, ПАО «Самаранефтегеофизика», 443030, Российская Федерация, г. Самара, ул. Спортивная, 21, e-mail: kate_vyazovkina@mail.ru

При выполнении сейсморазведочных работ МОГТ-3D исследования выполняются с использованием сигналов в достаточно узком частотном диапазоне 7 ÷ 120 Гц. В этом случае период сигнала T = 17 мс. При выполнении сейсморазведочных работ МОГТ-3D исследования выполняются с использованием сигналов в достаточно узком частотном диапазоне 7 ÷ 120 Гц. В этом случае сейсмический сигнал обладает периодом T = 17 мс и длиной волны $\lambda = T \cdot V = 0{,}017$ с·4000 м / с = 68 м (при скорости распространении упругих волн, равных 4000 м / с в терригенном разрезе). При такой длине волны возможно уверенное прослеживание слоев толщиной $h = \lambda / 4 = 68$ м / 4 = 17 м и более. К сожалению, на территории Самарской области широкое распространение имеют маломощные пласты-коллекторы, толщиной менее 17 м. Поэтому в настоящее время при проведении сейсморазведочных работ все большее значение получают методы, повышающие разрешающую способность данных сейсморазведки. Целью представленной работы является обзор наиболее эффективных методик, предусматривающих использование программных комплексов, и их анализ, позволяющий наметить перспективы развития технологии выявления маломощных пластов при интерпретации сейсморазведочных данных.

Ключевые слова: сейсморазведка, разрешающая способность, гилберт-преобразование, сейсмические атрибуты

SEISMIC SURVEY RESOLUTION ENHANCEMENT METHODS

Vyazovkina Ekaterina O., post-graduate student, Samara State Technical University, 244 Molodogvardeyskaya st., Samara, 443100, Russian Federation ; geophysicist, PJSC «Samaraneftegeophysica», 21 Sportivnaya st., Samara, 443030, Russian Federation, e-mail: kate_vyazovkina@mail.ru

When performing seismic works CDP-3d, studies are performed using signals in a sufficiently narrow frequency range 7–120 Hz. In this case, the signal period T = 17 ms and wavelength $\lambda = T \cdot V = 0{,}017\ s \cdot 4000\ m / s = 68\ m$ (at the rate of propagation of elastic waves equal to 4000 m / s in terrigenous sequence). At such length of a wave it is possible sure the tracing of layers in the thickness $h = \lambda / 4 = 68\ m / 4 = 17\ m$ and more. Unfortunately, in the territory of the Samara region wide spread are low layers-collectors, thickness less than 17 m. Therefore, methods that increase the resolution of seismic data are becoming increasingly important at the time of seismic works. The purpose of the presented work is the review of the most effective methods, providing the use of software complexes, and their analysis, which allows to outline the prospects of development of the technology of detection of low seams in the interpretation Seismic data.

Keywords: seismic survey, resolution power, Gilbert-reconstitution, seismic attributes

1. ВРС-Гео (авторы: В.Л. Трофимов, Ф.Ф. Хазиев и др. [16]) – технология высокоразрешающей сейсморазведки позволяет:

1) детально изучить внутреннюю структуру нефтесодержащих отложений, так как результаты исследований обладают высокой разрешенностью; выделить песчаные пласты толщиной 4 м и карбонаты толщиной 6 м;

2) получить и детально интерпретировать детальные разрезы параметров геологической среды;

3) коррелировать отражающие границы нефтегазовых залежей по всей площади;

4) предварительно оценивать ресурсы углеводородов в нефтеперспективных отложениях на основе уравнения среднего времени [16].

Методика имеет следующие преимущества:

- повышение достоверности обнаружения нефтеперспективных объектов;
- сокращение объемов непродуктивного бурения и, соответственно, материальных затрат;
- повышение эффективности геологоразведочных работ.

При полевых сейсмических исследованиях регистрация отраженных волн выполняется с шагом дискретизации, равным 2 мс. Вследствие этого весь набор процедур, используемых при обработке и интерпретации полевой информации, в системе ВРС-Гео работает с материалом, оцифрованным через 2 мсек. Предельно минимальная разрешенность сейсмической информации определяется шагом дискретизации. Этот вывод подтверждается программными средствами комплекса ВРС-Гео. При его использовании решается задача выявления пластов песчаников и известняков толщиной 4–6 м, что соответствует шагу дискретизации сейсмических материалов в 2 мс.

2. СВАН – спектрально-временной анализ (авторы: И.А. Мушин, Л.Ю. Бродов, Е.А. Козлов и др. [13]).

С помощью СВАН любую сейсмическую трассу для некоторого участка профиля (куба) представляют в виде СВАН-колонки. Она состоит из последовательности трасс, полученных с дискретно-непрерывным возрастанием

преобладающей частоты используемого фильтра. В 3D-сейсморазведке возможно получение СВАН-колонки для каждой трассы куба сейсмической информации (рис. 1).

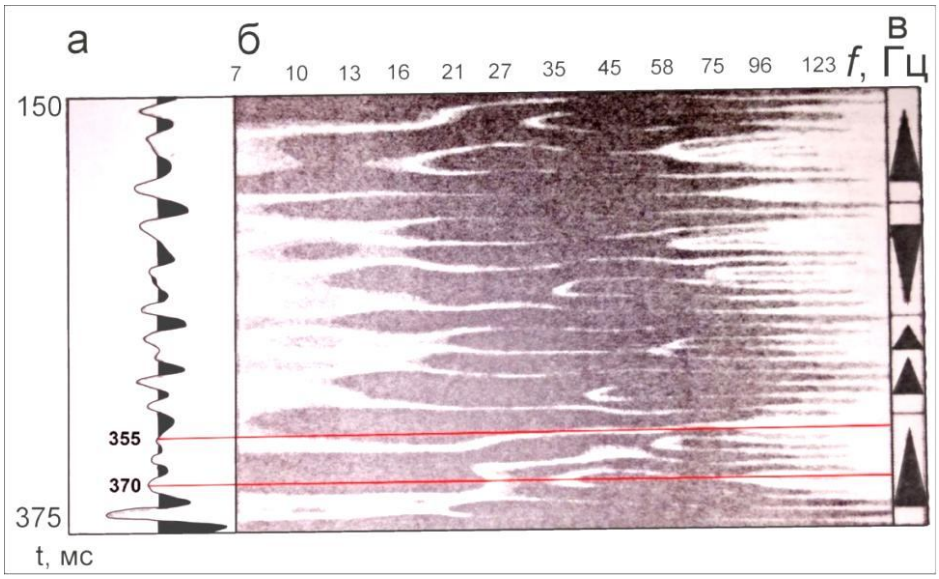


Рис. 1. СВАН-анализ сейсмической трассы:
а – сейсмическая трасса; б – СВАН-колонка

Считается, что СВАН-колонка является спектрально-временным срезом, характеризующим последовательность седиментационных объектов, слагающих разрез. Вследствие этого изменение спектрально-временной колонки соответствующих интервалов сейсмической записи обусловлено сменой типа разреза. Поэтому СВАН с опорой на данные бурения, ГИС и испытания скважин считается надежным методом типизации геологического разреза в межскважинном пространстве, в частности, методом выделения продуктивных типов разреза в заданном стратиграфическом интервале.

Другое применение спектрального разложения – определение мощности тонкого слоя или зон замещения в тонком слое, представляющем коллектор.

Тщательный анализ сейсмической трассы (рис. 1) дает основание утверждать, что каждый низкочастотный (сложнопостроенный) сейсмический сигнал представлен набором простых высокочастотных (когерентных) сигналов, характеризующихся своей индивидуальной фазой. Следует отметить, что в выделенном на рисунке 1 интервале t = 355–370 мс содержится пять высокочастотных сигналов. Очевидно, максимальные амплитуды одиночных (высокочастотных) сигналов определяются величинами коэффициентов отражений от границ раздела изучаемого разреза. Спектрально-временной анализ эффективен при совместном использовании данных бурения и СВАН-колонок именно на площадях с целью уточнения запасов углеводородов в ловушках.

Следует отметить, что обнаружение в реальной сейсмической трассе когерентных сигналов убедительно подтверждается на СВАН-колонках, используемых при изучении условий осадконакопления (рис. 1).

3. Детальное расчленение сейсмических трасс на основе преобразований Гилберта (автор: Ю.Н. Воскресенский [7]).

При выполнении сейсморазведочных работ МОГТ-3D исследования выполняются с использованием сигналов в достаточно узком частотном диапазоне 7 ÷ 120 Гц. В этом случае период сигнала T = 17 мс. При выполнении сейсморазведочных работ МОГТ-3D исследования выполняются с использованием сигналов в достаточно узком частотном диапазоне 7 ÷ 120 Гц. В этом случае сейсмический сигнал обладает периодом T = 17 мс и длиной волны $\lambda = T \cdot V$ = 0,017 с·4000 м / с = 68 м (при скорости распространения упругих волн, равной 4000 м / с в терригенном разрезе). При такой длине волны возможно уверенное прослеживание слоев толщиной $h = \lambda / 4$ = 68 м / 4 = 17 м и более.

К сожалению, на территории Самарской области широкое распространение имеют пласты-коллекторы толщиной менее 17 м и надежное их выявление используемыми программными средствами весьма затруднено. В этой связи возникла необходимость определения возможности детального расчленения реальных сейсмических трасс, пересчитанных в трассы мгновенных фаз на основе преобразования Гилберта. Используя преобразование Гилберта, можно сейсмическую трассу S(t) представить как вещественную часть комплексного сигнала K(t) = S(t) + iM(t), а ее мнимая часть M(t) вычисляется с помощью прямого преобразования Гилберта.

Представление сигнала в комплексном виде дает возможность определять три производные сигнала: амплитуду a(t), фазу θ(t) и частоту ω(t), которые используются в качестве атрибутов при интерпретации:

$$\alpha(t) = \sqrt{S^2(t) + M^2(t)};$$

$$\theta(t) = arctg\left[\frac{M(t)}{S(t)}\right];$$

$$\omega(t) = \frac{d\theta(t)}{dt}.$$

Важным следствием применения гилберт-преобразования при обработке сейсмических сигналов является проявление фазовых откликов слабых когерентных сигналов на временных разрезах [7]. Использование таких изображений существенно упрощает прослеживание тонких пластов, обнаружение их выклиниваний, угловых несогласий, зон нарушения непрерывности отражающих границ и фациальных изменений.

С учетом вышеотмеченного явления возникла необходимость сопоставления материалов акустического каротажа (Vak), коэффициентов отражения (R), реальных трасс временного разреза (суммарных трасс) и мгновенных фаз с целью выявления элементарных сигналов, обладающих одинаковыми фазами на временных разрезах (рис. 2).

При сопоставлении отмеченных данных использовались материалы по скважине 22b (рис. 2). На рисунке с высоким качеством представлены данные акустического каротажа, реальные сейсмические трассы и материалы мгновенных фаз. График коэффициентов отражений исключительно сложен. В этом случае при эксперименте рассматривались график АК, реальные трассы и материалы мгновенных фаз. Данный рисунок показывает, что терригенная толща верейского горизонта на стандартных материалах определяется двумя фазами, находящимися на удалении друг от друга, равном 25 мс. Согласно материалам мгновенных фаз, наблюдается 7 фаз, что свидетельствует о присутствии в данном интервале 5–6 прослоев средней толщиной 6 мс.

Для корректного выполнения корреляции промежуточных горизонтов в интервале продуктивного разреза целесообразно отмеченные интервалы представлять в увеличенном масштабе.

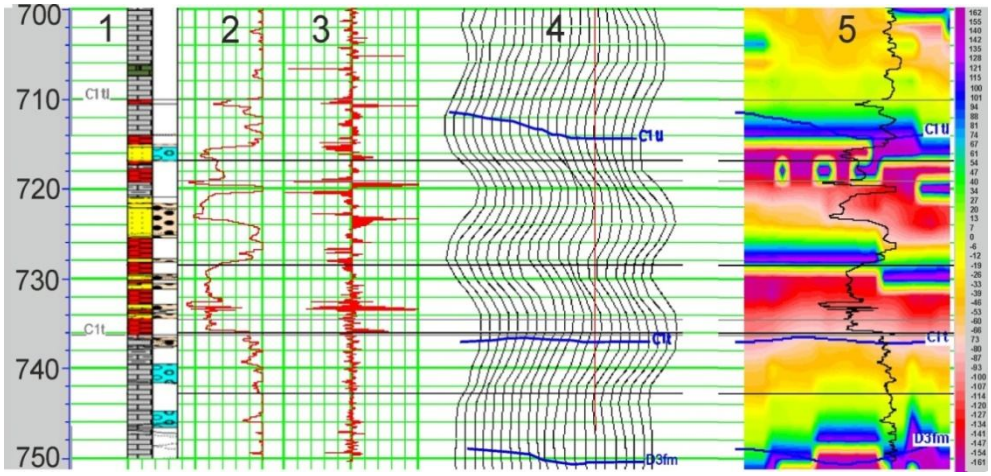


Рис. 2. Скважинные данные: 1 – литологическая колонка, 2 – АК, 3 – кривая коэффициентов отражения, 4 – реальные сейсмические трассы, 5 – разрез мгновенных фаз

Оценим детальность расчленения разреза по данным реальных сейсмических трасс. На рисунке 2 представлены временной разрез и литологическая колонка, сложенная глинами, алевролитами, известняками и доломитом. Данные ГИС с рассматриваемыми данными сейсмических стандартных трасс увязаны.

Рассмотрим возможность получения дополнительной информации о геологическом разрезе при использовании атрибута «мгновенная фаза». Этот атрибут позволяет выделить фазы элементарных сигналов, участвующих в формировании сложного сигнала и таким образом выполнять детальное расчленение изучаемого разреза (рис. 3).

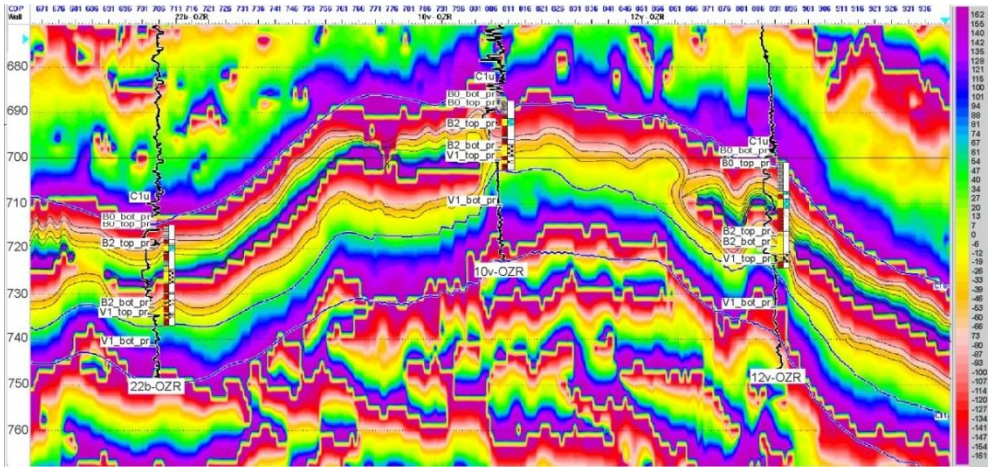


Рис. 3. Пример корреляции мгновенных фаз в сопоставлении с данными бурения скважин 22 – Белозеркинской, 10 – Восточно-Озеркинской и 12 – Восточно-Озеркинской. На рисунке изображены: кривая акустического каротажа, трассы мгновенных фаз, построенные в цветном изображении и сопоставленные с кривой АК

Для выделения пластов малой толщины на временном разрезе мгновенных фаз использовались:

- вертикальный масштаб (10 мм вертикальной шкалы соответствовало 5 мс времени);
- детальная цветовая гамма, отображающая различные фазы, применялась именно для разреза мгновенных фаз (цветовая палетка InstPhase).

Благодаря используемой цветовой гамме и масштабу воспроизведения представленной цветовой информации удалось выполнить детальное расчленение интервала временного разреза тульского горизонта.

На разрезе отмечается удовлетворительная увязка мгновенных фаз с данными ГИС, наблюдается сложное строение отдельных горизонтов, удается выделить участки неоднородного строения отдельных пластов.

Детальность расчленения временного разреза составила от 2 до 8 мс, что соответствует 2–16-метровой толщине терригенного слоя или 6–2-метровой толщине карбонатов.

Реальность полученного результата подтверждается материалами спектрально-временного анализа, при использовании которого демонстрируется сигнал. Он сложен суммой элементарных (когерентных) сигналов, экстремумы которых выделяются на СВАН-колонках через 3–4 мс (рис. 1).

На рисунке 3 опробована возможность непрерывной корреляции мгновенных фаз на временном разрезе, построенном с использованием предложенных и опробованных параметров воспроизведения сейсмической информации (мгновенных фаз) с целью детального расчленения разреза.

К сожалению, метод определения толщины пластов по материалам сейсмических атрибутов – мгновенных фаз не получил широкого распространения, по всей видимости, из-за недостаточно эффективной формы воспроизведения полученных при обработке сейсмических материалов.

Для детального определения толщины пластов исследуемого разреза следует атрибут «мгновенная фаза» воспроизводить с применением цветовой гаммы и в масштабе 1 мм – 5 мс (рис. 3).

4. Определение (прогноз) пористости пластов по материалам сейсморазведки. Для решения поставленной задачи необходимо, прежде всего, пересчитать сейсмические трассы, являющие результатом свертки сейсмических сигналов с трассой коэффициентов отражений, в трассы акустического импеданса ($Imp = V \times \sigma$, где V – скорость, σ – плотность). Выполняется корреляция трасс импедансов в интервале, соответствующем толще изучаемого горизонта. Снимаются отсчеты импедансов, и затем строится график зависимости коэффициентов пористости ($К_п$) от величины акустического импеданса (Imp) $К_п$ = f(Imp). На основании графика $К_п$ = f(Imp) определяется коэффициент взаимной корреляции (КВК) между $К_п$ и Imp. Прогноз $К_п$ считается достоверным при КВК более 0,75 [1,3–5, 12].

Следует отметить, что прогноз пористости при толщине пласта h пласта $> \frac{\lambda}{4}$ можно считать корректным, а при h пласта $< \frac{\lambda}{4}$ – сомнительным.

Как известно, при интерпретации сейсмических материалов используются высокоточные, редкие скважинные данные (этой информации, как всегда, недостаточно) и высокоплотная, но менее точная сейсмическая информация. Вследствие этого получаемые результаты относят к серии прогнозных.

Определение толщин пластов по материалам сейсмических атрибутов – мгновенных фаз нуждается в дальнейшем изучении.

Список литературы

1. Авербух А. Г. Методика интерпретации данных сейсморазведки при интегрированном изучении нефтегазовых резервуаров / А. Г Авербух // Геофизика. – 1998. – № 1. – С. 13–19.

2. Алексеев А. С. Некоторые методы и алгоритмы интерпретации геофизических данных / А. С. Алексеев – Москва : Наука, 1967. – С. 9–84.

3. Ампилов Ю. П. От сейсмической интерпретации к моделированию и оценке месторождений нефти и газа / Ю. П. Ампилов. – Москва : СПЕКТР, 2008. – 384 с.

4. Ампилов Ю. П. Сейсмическая интерпретация: опыт и проблемы / Ю. П. Ампилов. – Москва : Геоинформмарк, 2004. – 278 с.

5. Ампилов Ю. П. Теория и практика не всегда дружат в сейсморазведке / Ю. П. Ампилов // Технологии сейсморазведки. – 2008. – № 2. – С. 23–37.

6. Бондарев В. И. Основы обработки и интерпретации данных сейсморазведки / В. И. Бондарев, С. М. Крылатков. – Екатеринбург : УГГГА, 2001. – 193 с.

7. Воскресенский Ю. Н. Построение сейсмических изображений : учеб. пос. / Ю. Н. Воскресенский. – Москва : РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, 2006. – 116 с.

8. Керусов И. Н. Эффективность применения AVO-анализа при изучении нефтенасыщенных коллекторов в Западной Сибири / И. Н. Керусов, Е. И. Петров, О. В. Чернова. – Москва : Недра, 2016. – 220 с.

9. Корягин В. В. Математическое моделирование в сейсморазведке / В. В. Корягин, Ю. П. Сахаров. – Москва : Наука, 1988. – 160 с.

10. Кулагин А. В. Моделирование геологических процессов при интерпретации геофизических данных / А. В. Кулагин, И. А. Мушин, Т. Ю. Павлов. – Москва : Недра, 1994. – 250 с.

11. Левянт В. Б. Граничные условия, способы оптимизации и подтверждаемость атрибутного прогнозирования параметров продуктивных пластов по данным 3Д и ГИС / В. Б. Левянт, С. И. Билибин, А. М. Шурыгин // Геофизика. – 2002. – Специальный выпуск. – С. 11–16.

12. Левянт В. Б. Методические рекомендации по использованию данных сейсморазведки (2D, 3D) для подсчета запасов нефти и газа / В. Б. Левянт, Ю. П. Ампилов, В. М. Глоговский. – Москва, 2006. – 39 с.

13. Мушин И. А. Методики спектрально-временного прогнозирования типов геологического разреза / И. А. Мушин, Л. Ю. Бродов, Е. А. Козлов // Геофизика. – 2008. – № 3. – С. 22–27.

14. Применение математических методов при анализе геологической информации (с использованием компьютерных технологий) : учеб. пос. / И. М. Михалевич, С. П. Примина. – Иркутск : Иркут. гос. ун-т, 2006. – 115 с.

15. Разин А. В. Применение геофизики при изучении месторождений нефти и газа / А. В. Разин, В. П. Меркулов, С. А. Чернов. – Томск : Центр профессиональной переподготовки специалистов нефтегазового дела ТПУ, 2004. – 322 с.

16. Трофимов В. Л. Детальная оценка геологических показателей реальной среды с применением технологии высокоразрешающей сейсмики / В. Л. Трофимов, В. А. Милашин, Ф. Ф. Хазиев, Г. А. Мальцев // Геофизика. – 2006. – № 4.

17. Шерифф Р. Сейсморазведка. Обработка и интерпретация данных / Р. Шерифф, Л. Гелдарт. – Москва : МИР, 1987. – 400 с.

References

1. Averbukh A. G. Metodika interpretatsii dannykh seysmorazvedki pri integrirovannom izuchenii neftegazovykh rezervuarov [The interpretation seismic data methods in the integrated study of oil and gas reservoirs]. *Geofizika* [Geophysics], 1998, no. 1, pp. 13–19.

2. Alekseev A. S. *Nekotorye metody i algoritmy interpretatsii geofizicheskikh dannykh* [Some methods and algorithms of geophysical data interpretation], Moscow, Nauka Publ., 1967, pp. 9–84.

3. Ampilov Yu. P. *Ot seysmicheskoy interpretatsii k modelirovaniyu i otsenke mestorozhdeniy nefti i gaza* [From seismic interpretation to modelling and evaluation of oil and gas fields], Moscow, SPEKTR Publ., 2008. 384 p.

4. Ampilov Yu. P. *Seysmicheskaya interpreratsiya: opyt i problemy* [Seismic interpretation – experience and problematics], Moscow, Geoinformmark Publ., 2004. 278 p.

5. Ampilov Yu. P. Teoriya i praktika ne vsegda druzhat v seysmorazvedke [Theory and practice are not always friends in seismic]. *Tekhnologii seysmorazvedki* [Seismic Technologies], 2008, no. 2, pp. 23–37.

6. Bondarev V. I., Krylatkov S. M. *Osnovy obrabotki i interpretatsii dannykh seysmorazvedki* [Foundation of processing and interpretation seismic data], Yekaterinburg, Ural State Mining University Publ. House, 2001. 193 p.

7. Voskresenskiy Yu. N. *Postroenie seysmicheskikh izobrazheniy* [Seismic images construction], Moscow, Gubkin Russian State University of Oil and Gas Publ. House, 2006. 116 p.

8. Kerusov I. N., Petrov Ye. I., Chernova O. V. *Effektivnost primeneniya AVO-analiza pri izuchenii neftenasyshchennykh kollektorov v Zapadnoy Sibiri* [Effectiveness of AVO-analysis in the study of saturated collectors in western Siberia], Moscow, Nedra Publ., 2016. 220 p.

9. Koryagin V. V., Sakharov Yu. P. *Matematicheskoe modelirovanie v seysmorazvedke* [Math modeling in seismic survey], Moscow, Nauka Publ., 1988. 160 p.

10. Kulagin A. V., Mushin I. A., Pavlov T. Yu. *Modelirovanie geologicheskikh protsessov pri interpretatsii geofizicheskikh dannykh* [Geological processes modelling in the interpretation of geophysical data], Moscow, Nedra Publ., 1994. 250 p.

11. Levyant V. B., Bilibin S. I., Shurigin A. M. Granichnye usloviya, sposoby optimizatsii i podtverzhdaemost atributnogo prognozirovaniya parametrov produktivnykh plastov po dannym 3D i GIS [Boundary conditions, ways of optimization and confirmability of attribute prediction of productive layers parameters according to 3D and GIS data]. *Geofizika* [Geophysics], 2002, special issue, pp. 11–16.

12. Levyant V. B., Ampilov Yu. P., Glogovskiy V. M. Metodicheskie rekomendatsii po ispolzovaniyu dannykh seysmorazvedki (2D, 3D) dlya podscheta zapasov nefti i gaza [Methodological recommendations for the use of seismic data (2d, 3d) for the estimation of oil and gas], Moscow, 2006. 39 p.

13. Mushin I. A., Brodov L. Yu., Kozlov Ye. A. Metodiki spektralno-vremennogo prognozirovaniya tipov geologicheskogo razreza [Methods of time-spectral prediction of geological record types]. *Geofizika* [Geophysics], 2008, no. 3, pp. 22–27.

14. Mikhalevich I. M., Primina S. P. Primenenie matematicheskikh metodov pri analize geologicheskoy informatsii (s ispolzovaniem kompyuternykh tekhnologiy) [Application of mathematical methods in the analysis of geological information (using computer technologies)], Irkutsk, Irkutsk State University Publ. House, 2006. 115 p.

15. Razin A. V., Merkulov V. P., Chernov S. A. *Primenenie geofiziki pri izuchenii mestorozhdeniy nefti i gaza* [Application of geophysics in the study of oil and gas fields], Tomsk, Professional retraining centre of oil and gas specialists of Tomsk Polytechnic University Publ. House, 2004. 322 p.

16. Trofimov V. L., Milashin V. A., Khaziev F. F., Maltsev G. A. Detalnaya otsenka geologicheskikh pokazateley realnoy sredy s primeneniem tekhnologii vysokorazreshaushchey seysmiki [Detailed assessment of the geological indicators of the real environment with the use of high seismic-resolution technology]. *Geofizika* [Geophysics], 2006, no. 4.

17. Sheriff R., Geldart L. *Seysmorazvedka. Obrabotka i interpretatsiya dannykh* [Seismic survey. Data processing and interpretation], Moscow, MIR Publ., 1987. 400 p.

РЕСУРСНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ НЕФТИ И ПРИРОДНОГО ГАЗА ОРЕНБУРГСКОГО РЕГИОНА: СОСТОЯНИЕ, ПРОГНОЗНО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА

Солодовников Александр Юрьевич, доктор географических наук, доцент, Тюменское отделение «СургутНИПИнефть», 625003, Российская Федерация, г. Тюмень, ул. Р. Люксембург, 12, e-mail: Solodovnikov_AU@surgutneftegas.ru; sa100365@mail.ru

Чистобаев Анатолий Иванович, доктор географических наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, Санкт-Петербургский государственный университет, 199034, Российская Федерация, г. Санкт-Петербург, ул. Университетская набережная, 7 / 9, e-mail: chistobaev40@mail.ru

В статье рассматривается ресурсный потенциал нефти и газа Оренбургской области. Дана характеристика запасов углеводородного сырья по крупным месторождениям и недропользователям. Прослежена приуроченность месторождений к нефтегазовым районам и областям Волго-Уральской нефтегазоносной провинции. Приводятся сведения по категориям запасов нефти, природного газа и конденсата. Выполнена прогнозно-аналитическая оценка возможностей сохранения существующих производственных мощностей по добыче и переработке углеводородного сырья.

Ключевые слова: углеводородное сырьё, нефтегазоносная провинция, месторождения, запасы, нефтегазодобывающие районы, недропользователи, Оренбургская область

GAS AND OIL RESOURCE POTENTIAL OF ORENBURG REGION: CONDITION AND ANALYTICS

Solodovnikov Alexander Yu., D.Sc. in Geography, Associate Professor, Tyumen department of «SurgutNIPIneft», 12 R. Lyuksemburg st., Tyumen, 625003, Russian Federation, e-mail: Solodovnikov_AU@surgutneftegas.ru; sa100365@mail.ru

Chistobayev Anatoly I., D.Sc. in Geography, Professor, Saint-Petersburg State University, 7 / 9 Universitetskaya nabereznaya st., Saint-Petersburg, 199034, Russian Federation, e-mail: chistobaev40@mail.ru

In this article the gas-oil resource potential of Orenburg district is observed. The charateristics of supplies by oilfields and resource users is presented. The minefields confinedness to the gas-oil regions of Volga-Ural province is observed. The data of gas, oil and gas-condensate supplies is observed in the article. The analytics and forecasts of the possibilities of resource sullies protection and hydrocarbons use is performed.

Keywords: hydrocarbons, gas-oil province, minefields, supplies, gas-oil extraction districts, resource users, Orenburg district

Углеводородное сырьё – основа развития Российской экономики. По данным Федеральной таможенной службы РФ на долю нефтегазодобывающей промышленности приходится около трети валютной выручки Российской Федерации [5]. При этом основная часть объемов добычи нефти, природного газа и конденсата приходится на азиатскую часть страны, где действуют удорожающие факторы, воздействующие на повышение эксплуатационных издержек. Значительная доля извлекаемых запасов (прежде всего, нефти) относится к категории трудноизвлекаемых. Ситуация усугубляется тем, что основные потребители продукции нефтегазодобывающей промышленности располагаются в пределах европейской части страны (включая Урал). В этих условиях возрастает значение месторождений углеводородов в старых, традиционных регионах РФ. К числу таковых относится, в частности, Оренбургская область, где добыча нефти осуществляется на протяжении более 80-ти лет. Несмотря на это, добыча углеводородов сохраняется на стабильно высоком уровне. Содержащиеся в пределах области ресурсы позволяют говорить о том, что и впредь эти отрасль экономики будет лидировать в Оренбургской области.

Методология и информационная база исследования. В основу исследования положены методы: сравнительно-географический, картографический, прогнозно-аналитический, экспертной оценки ресурсного потенциала нефти и природного газа в пределах территории Оренбургской области. В этих целях авторами были использованы многочисленные информационные ресурсы министерств и ведомств федерального и регионального уровней, научно-исследовательских центров и первичные материалы недропользователей. Кроме того, изучены и проанализированы литературные источники. Все эти материалы были сведены в единую информационно-ресурсную базу и после систематизации их подвергнуты анализу и оценке.

В результате выполненного прогнозно-аналитического исследования установлена возможность сохранения существующих производственных мощностей по добыче и переработке сырья в пределах Оренбургской области.

Обсуждение результатов исследования. Несмотря на то, что Оренбургская область относится к старым добывающим районам, она и в настоящее время является крупным нефтегазодобывающим регионом России. На 01.01.2018 г.

на её территории открыто около 290 месторождений углеводородного сырья, в том числе 220 нефтяных, 26 газонефтяных, 1 нефтегазовое, 15 нефтегазоконденсатных, 14 газовых и 10 газоконденсатных месторождений [8–11, 13–14]. Десять нефтяных месторождений находятся на стыке с другими субъектами Российской Федерации – Саратовской и Самарской областями.

Извлекаемые запасы нефти на 01.01.2017 г. по категориям $АВ_1 + В_2$ составляют по: нефти – 848,2 млн т, газу – 714,7 млрд м^3, конденсату – 63,0 млн т. По категориям $С_1 + С_2$ запасы нефти определяются в 59,2 млн т, газа – в 43,2 млрд м^3, конденсата – в 3,1 млн т. Перспективные ресурсы категории $Д_0$ оцениваются по нефти в 353,8 млн т, свободному газу – в 407,8 млрд м^3, конденсату – в 48,2 млн т [11]. Порядка 15–17 млн т нефти сосредоточено в асфальтитах (3 месторождения) [7].

Самые крупные запасы нефти числятся на балансе НК «Роснефть», газа на балансе ПАО «Газпром». Так, на начало 2017 г. общие извлекаемые запасы нефти категорий $АВС_1 + С_2$ НК «Роснефть» составляют свыше 600 млн т, газа – 40 млрд м^3 [7], ОАО «Газпромнефть-Оренбург» на 01.01.2018 г. нефти – 193,2 млн т, природного газа – 75 млрд м³ [18].

Достоинством месторождений является сравнительно неглубокое залегание основных промышленных нефтеносных горизонтов – от 1,5 до 2,5 тыс. м (в целом нефтегазоносные пласты залегают на глубинах 800–4 000 м). Нефть отличается повышенным содержанием серы, не обладает аномальными свойствами. В то же время в ней присутствует значительное количество лёгких углеводородов. По сравнению с западносибирской нефтью в оренбургской нефти больше парафина, асфальтенов и смол, что осложняет её переработку и снижает качество продукции. Себестоимость добычи относительно не высокая, так как нефть добывается в основном фонтанным способом.

В распределении месторождений по территории есть определённая закономерность: месторождения, содержащие нефть, расположены в основном в западных районах области, а содержащие газ и конденсат – в центрально-западных и южных (рис. 1).

Территория Оренбургской области является частью Волго-Уральской нефтегазоносной провинции. На востоке она ограничена Предуральским прогибом, на западе и севере – центральными и северными районами Русской платформы, на юге – Прикаспийской мегасинеклизой. В состав провинции входят (частично или полностью): территории нынешних республик Башкортостан, Татарстан, Удмуртия, а также Пермского края, Оренбургской, Самарской, Ульяновской, Саратовской и Волгоградской областей. Общая площадь нефтегазоносных земель составляет около 650 тыс. км^2 [6]. По другим данным [23], Волго-Уральская нефтегазоносная провинция занимает площадь 800 тыс. км^2 и охватывает территорию 15 субъектов Российской Федерации: пяти республик (Башкортостан, Татарстан, Марий Эл, Чувашия, Мордовия), одного края (Пермский), восьми областей (Самарская, Волгоградская, Саратовская, Свердловская, Нижегородская, Кировская, Ульяновская, Пензенская). В коллективной монографии «Недра России. Том 1. Полезные ископаемые» (2001) [15] указана площадь провинции в 700 тыс. км^2.

В Волго-Уральской провинции выделены 10 нефтегазоносных областей, в том числе: в Оренбургской области – 1 газонефтеносная (Уфимско-Оренбургская) и 2 – нефтегазоносных (Средневолжская и Бузулукская) области. Каждая из них в свою очередь включает несколько нефтегазоносных районов.

Газонефтеносная область подразделяется на Уфимский нефтеносный и Соль-Илецкий газоносный районы. Нефтегазоносные области включают 7 нефтегазоносных районов (Бугурусланский, Бузулукский, Оренбургский, Прикаспийско-Предуральский, Приоренбургский, Сорочинский и Южно-Оренбургский) [16] (рис. 2).

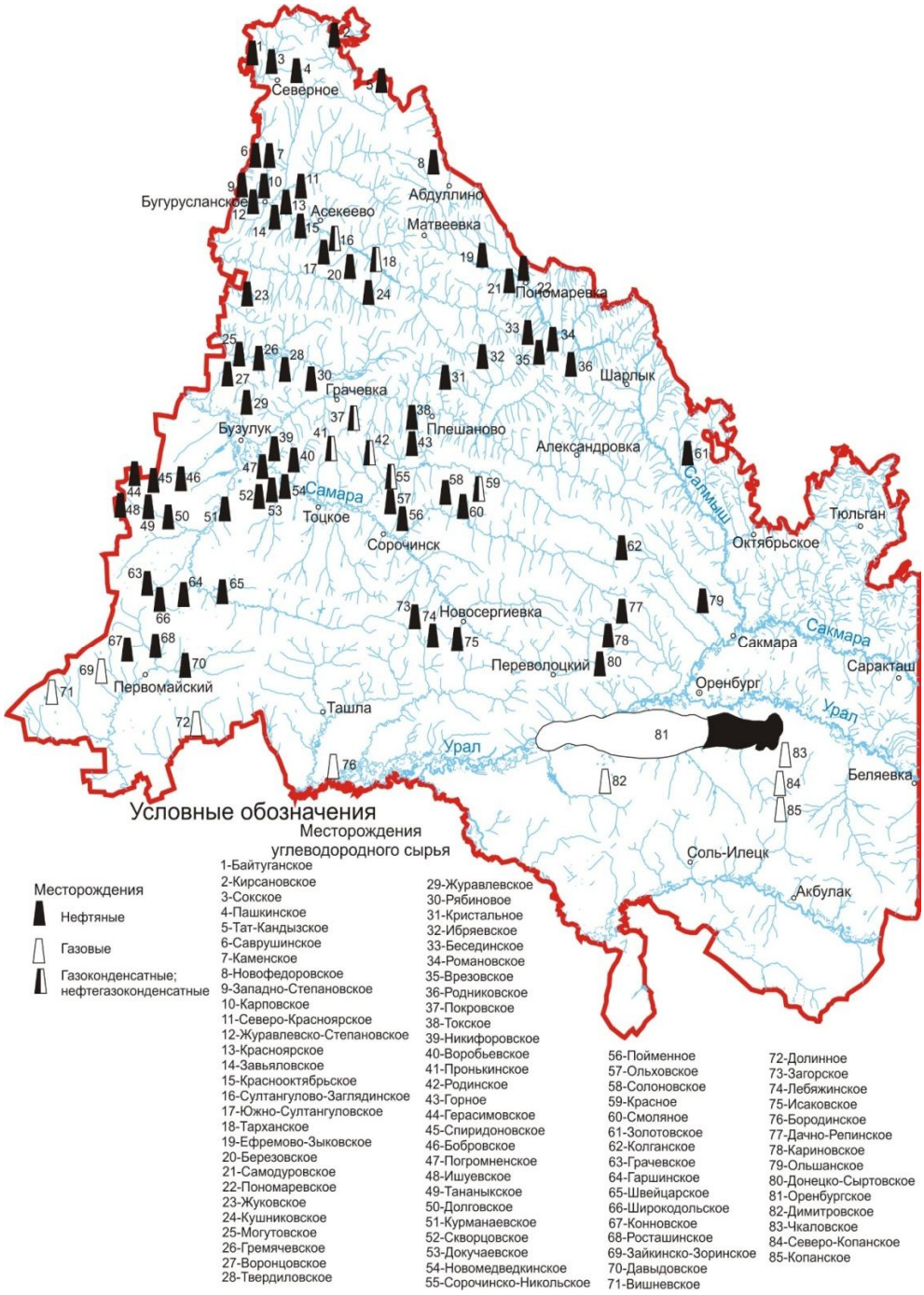


Рис. 1. Основные месторождения углеводородного сырья Оренбургской области.
Источник: составлено по [17]

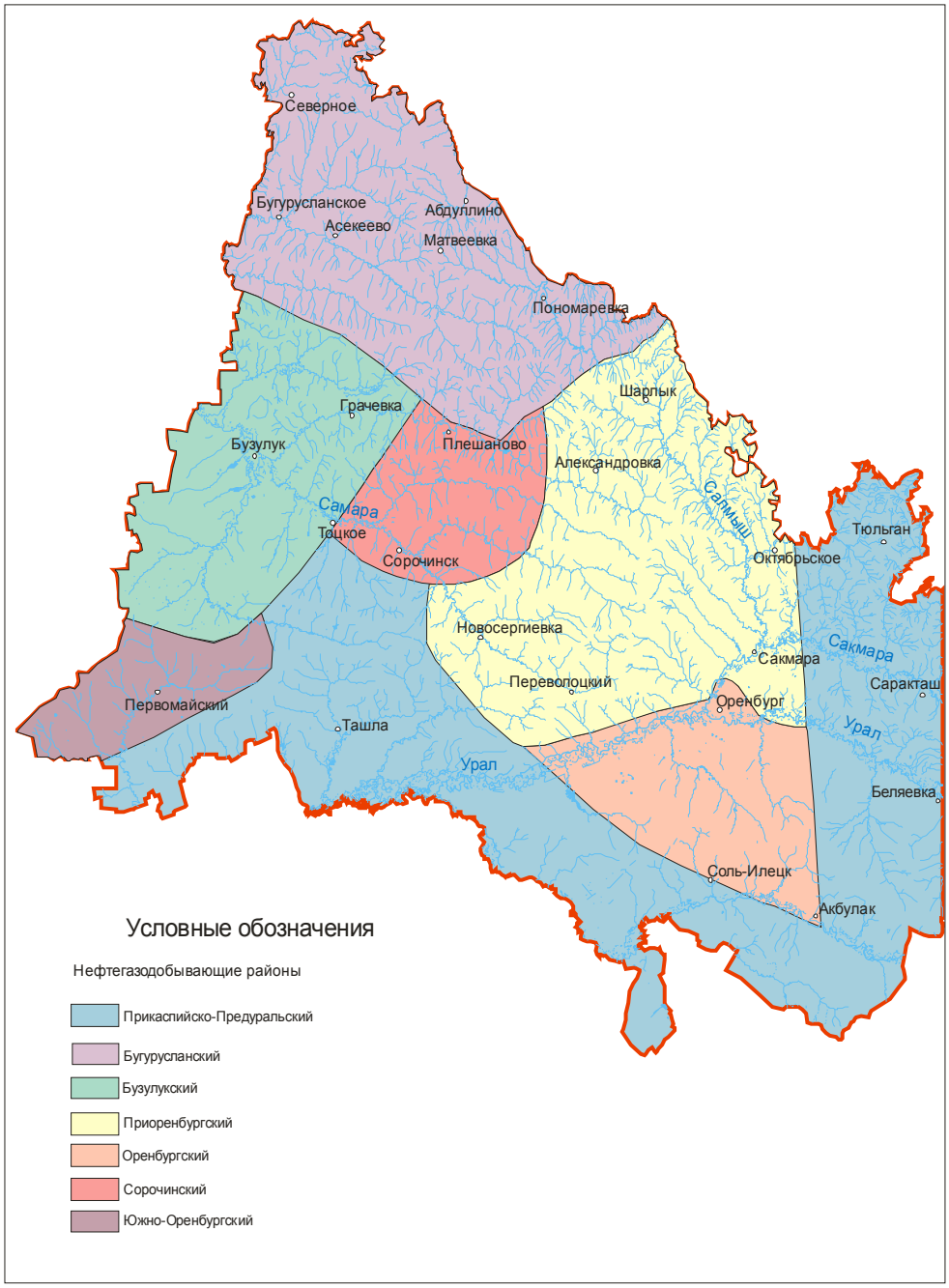


Рис. 2. Нефтегазодобывающие районы Оренбургской области.
Источник: составлено по [14]

Уфимско-Оренбургская газонефтеносная область занимает юго-восточный склон Русской равнины. Все запасы газа сосредоточены в Соль-Илецком районе. Здесь открыто одно из крупнейших в России Оренбургское нефтегазоконденсатное месторождение.

Средневолжская и Бузулукская нефтегазоносные области занимают всю западную и юго-западную части области. Здесь открыты почти все нефтяные и большинство газовых месторождений. В целом недра области перспектив-

ны в отношении открытия новых залежей нефти и газа, о чём свидетельствуют ежегодно совершаемые открытия.

Углеводородное сырьё представлено нефтью, газом и конденсатом. По величине запасов бóльшая часть месторождений относится к категории мелкие (66,2 %). Далее следуют средние (27,6 %) и крупные (5,9 %) месторождения. На долю месторождений, относимых к категории уникальных, приходится всего 0,3 %. К мелким относятся все нефтегазовые месторождения, более 90 % газовых, 70 % нефтяных и 50 % газоконденсатных. Во всех категориях насчитывается больше всего нефтяных месторождений (табл.).

Таблица

Распределение месторождений Оренбургской области по категориям запасов

Тип по флюиду	Мелкие		Средние		Крупные		Уникальные	
	кол-во	%	кол-во	%	кол-во	%	кол-во	%
Нефтяные	157	71,4	55	25,0	8	3,6		
Газонефтяные	8	30,8	10	38,4	8	30,8		
Нефтегазовые	1	100,0						
Нефтегазоконденсатные	5	33,3	8	53,3	1	6,7	1	6,7
Газовые	13	92,9	1	7,1				
Газоконденсатные	5	50,0	5	50,0				
Итого	189	66,2	79	27,6	17	5,9	1	0,3

Примечание: составлено авторами.

По величине остаточных извлекаемых запасов нефти (категории $АВС_1$ + $С_2$) лишь одно месторождение (Оренбургское) является крупным. К средним относятся 11 месторождений (Вахитовское, Воронцовское, Гаршинское, Загорское, Донецко-Сыртовское, Могутовское, Ольховское, Покровское, Росташинское, Сорочинско-Никольское и Царичанское) и остальные – к мелким. Около 24 % всех запасов нефти категорий $АВС_1$ сосредоточено в одном месторождении – Оренбургском, 34 % – в месторождениях средней величины; свыше 40 % содержится в мелких месторождениях [22].

Несмотря на то, что многие месторождения из-за длительной добычи истощены, запасы углеводородов в них все еще достаточны для продолжения эксплуатации. Обеспеченность запасами углеводородов при современном уровне их добычи и без открытия новых месторождений составляет по нефти 29 лет [21], газу – 45 лет [1]. С учётом прогнозных ресурсов сроки эксплуатации возрастают до 150 и 60 лет соответственно [3].

С 1980 г. прирост запасов нефти и газового конденсата не перекрывает их выбытия в результате добычи и производимой переоценки запасов. Так, в 1980–2004 гг. прирост запасов только на 65 % восполнял использованные нефтяные ресурсы. Особенно этот разрыв усилился в период с 2001 по 2006 г., что связано с двукратным увеличением нефтедобычи и сокращением геологоразведочных работ. Сложившееся соотношение между добычей нефти и приростом её запасов приводит к снижению ресурсообеспеченности. Степень выработанности разведанных запасов составляет около 50 %, степень разведанности суммарных потенциальных запасов – 65,3 %. Лишь в 2010–2017 гг. объём открытых запасов превысил объёмы добычи углеводородного сырья. Для того чтобы переломить сложившуюся ситуацию, необходимо вкладывать средства в проведение геологоразведочных работ. Хотя эта обязанность государства, недропользователи вкладывают фактически более 90 % средств в изучение недр. Из федерального бюджета поступает менее 1 % ассигнований, да и то не каждый год.

Большие надежды связываются с поисками новых зон нефтегазонакопления в пределах Предуральского предорогенного прогиба. Объектами поисков здесь могут стать сложнопостроенные ловушки как в аллохтонном, так и в автохтонном залеганиях. Перспективны на поиски мелких и средних месторождений отложения нижне- и среднекаменноугольного терригенного и карбонатного комплексов Камско-Кинельской системы прогибов, Бузулукской впадины, Средневолжского района [13]. Перспективной нефтегазоносностью обладают и зоны сочленения Волго-Уральской антеклизы, Прикаспийской синеклизы и Предуральского прогиба. Основные перспективы связываются с отложениями ордовика и надсолевыми отложениями верхнепермскоюрских отложений [12]. Есть также предположение [19], что нефтяные и газовые месторождения могут быть обнаружены в оренбургской части складчатого Урала. Об этом свидетельствуют геолого-геофизические данные Магнитогорского синклинория, в котором обнаружены нефтегазопроявления. По данным [2], общие запасы нефти в Южно-Бузулукской нефтеперспективной зоне оцениваются в 2,3 млрд т, по категориям $С_{3+}$Д – в 224 млн т, в Южно-Предуральской – в 5 и 61,4 млн т соответственно.

Перспективным видом сырья является сланцевая нефть. В целом ряде районов области выявлены интенсивные нефтепроявления вплоть до промышленных притоков. Самые высокие притоки были получены в Бузулукской впадине. Так, на Долматовском и Твердиловском месторождениях достигнуты дебиты в 50–120 т / сут. [3].

На перспективу рассматривается возможность разработки залежей так называемой матричной нефти, обнаруженной в 1980-х гг. в районе Оренбургского нефтегазоконденсатного месторождения. Её ресурсы оцениваются в 2,6 млрд т. Особенность этой нефти заключается в том, что она является составной частью карбонатной породы и может быть добыта лишь с помощью специальных растворителей. Вопрос эффективности её извлечения во многом будет зависеть от того, станут ли нефтяные компании в условиях высоких объёмов добычи инвестировать разработку новых технологий.

Предполагается также вести добычу так называемого сланцевого газа. Таким нетрадиционным источником разработки могут стать флишоиды (осадочные толщи). Их протяжённость в пределах области по длине составляет более 200 км, при ширине – до 60 км и глубине – до 5–7 км. Ресурсы газа флишоидов в пределах области могут составлять 1 000–1 500 млрд $м^3$ [20].

Согласно теории об органическом происхождении, её ресурсы безграничны [4]. Если это так, то Оренбургская область имеет хорошие перспективы по устойчивому социально-экономическому развитию. По крайней мере, нефтяники могут отметить 100-летний юбилей добычи нефти на этой территории.

Проведённый анализ обеспеченности Оренбургской области ресурсами нефти и газа доказывает, что, несмотря на 80-летний период их эксплуатации, запасы нефти и газа в недрах области достаточны для промышленной разработки на многие годы вперёд. Значительный вклад в обеспечение ресурсной базы вносят недропользователи. На их долю приходится свыше 90 % средств, вкладываемых в геологоразведочные работы. Что касается финансовых ресурсов, поступающих из регионального и федерального бюджетов, то они минимальны.

Истощение ресурсов в традиционных нефтегазоносных отложениях и пластах способствует приращению объёмов запасов на территориях, считавшихся

ранее неперспективными. Уже сейчас открыто несколько перспективных нефтегазоносных участков в складчатой части Урала и центрально-южной части области, которые также ранее относили к числу малоперспективных.

Список литературы

1. Берг Ю. А. Энергетическая стратегия Оренбургской области / Ю. А. Берг // Энергетический потенциал регионов. – С. 121–126. – Режим доступа: http://federalbook.ru/files/TEK/Soderzhanie/Tom%2011/II/Berg.pdf, свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус. (дата обращения: 10.01.2013).

2. Варламов А. И. Основные виды источников нетрадиционных ресурсов УВС и перспективы их освоения / А. И. Варламов, А. П. Афанасенков, В. И. Пырьев, Б. А. Соловьёв, В. В. Шелепов, М. Б. Келлер, М. И. Лоджевская, В. И. Петерсилье, Р. М. Судо // Методические проблемы геологоразведочных и научно-исследовательских работ в нефтегазовой отрасли : Всероссийское совещание, посвящённое 60-летию образования ВНИГНИ. – Москва. – Режим доступа: www.vnigni.ru, свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус. (дата обращения: 16.10.2013).

3. Варламов А. И. Основные задачи по воспроизводству углеводородного сырья и приоритетные направления ГРР в системе Роснедр / А. И. Варламов, А. П. Афанасенков, В. И. Пырьев, Б. А. Соловьев, В. В. Шелепов, М. Б. Келлер, М. И. Лоджевская, В. И. Петерсилье, Р. М. Судо // Методические проблемы геологоразведочных и научно-исследовательских работ в нефтегазовой отрасли : Всероссийское совещание, посвящённое 60-летию образования ВНИГНИ. – Москва. – Режим доступа: www.vnigni.ru свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус. (дата обращения: 16.10.2013).

4. Вассоевич Н. Б. Происхождение нефти / Н. Б. Вассоевич // Вестник МГУ. – 1975. – № 5. – С. 3–23. – (Серия Геология).

5. Внешняя торговля РФ в 2017 г. // Федеральная таможенная служба РФ. – Режим доступа: http://www.customs.ru/index2.php?option=com_content&view=article&id=26258:-2017-&catid= 53:2011-01-24-16-29-43&Itemid=1981, свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус. (дата обращения: 07.05.2018).

6. Гайдукова Т. А. Нефтегазоносные провинции и области России : учеб. пос. / Т. А. Гайдукова. – Томск, 2006. – 113 с.

7. Геологическое строение и нефтегазоносность Оренбургской области. – Оренбург : Оренбургское книжное издательство, 1997. – 272 с.

8. О состоянии и об охране окружающей среды Оренбургской области в 2011 г. : государственный доклад Правительств Оренбургской области // Официальный сайт Министерства природных ресурсов, экологии и имущественных отношений Оренбургской области. – Оренбург, 2012. – 234 с. – Режим доступа: http://mpr.orb.ru/ecology/129.html, свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус. (дата обращения: 05.11.2015).

9. О состоянии и об охране окружающей среды Оренбургской области в 2012 г. : государственный доклад Правительств Оренбургской области // Официальный сайт Министерства природных ресурсов, экологии и имущественных отношений Оренбургской области. – Оренбург, 2013. – 268 с. – Режим доступа: http://mpr.orb.ru/assets/files/15-02-2013/3/gosdoklad_2012.pdf, свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус. (дата обращения: 05.11.2015).

10. О состоянии и об охране окружающей среды Оренбургской области в 2013 г. : государственный доклад Правительств Оренбургской области // Официальный сайт Министерства природных ресурсов, экологии и имущественных отношений Оренбургской области. – Оренбург, 2014. – 234 с. – Режим доступа: http://mpr.orb.ru/ecology/129.html, свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус. (дата обращения: 05.11.2015).

11. О состоянии и об охране окружающей среды Оренбургской области в 2016 г. : государственный доклад Правительств Оренбургской области // Официальный сайт Министерства природных ресурсов, экологии и имущественных отношений Оренбургской области. – Оренбург, 2017. – 228 с. – Режим доступа: http://mpr.orb.ru/ecology/129.html, свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус. (дата обращения: 05.04.2018).

12. Карнаухов С. М. Перспективы нефтегазоносности ордовика в зоне сочленения Волго-Уральской антеклизы, Прикаспийской синеклизы и Предуральского прогиба / С. М. Карнаухов, М. А. Политыкина, А. М. Тюрин // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. – 2010. – № 12. – С. 58–61.

13. Клещёв К. А. Нефтяные и газовые месторождения России : справочник в 2 кн. / К. А. Клещёв, В. С. Шеин. – Москва : ВНИГНИ, 2010. – Книга первая – европейская часть России. – 832 с.

14. На благо России. Годовой отчёт НК «Роснефть» за 2016 г. – Режим доступа: https://www.rosneft.ru/upload/site1/document_file/a_report_2016.pdf, свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус. (дата обращения: 21.03.2018).

15. Недра России : в 2 т. / под ред. М. В. Межеловского, А. А. Смыслова. – Санкт-Петербург – Москва, 2004. – Т. 1. Полезные ископаемые. – 547 с.

16. Нефтегазоносные провинции СССР : справочник / И. М. Алиев, Г. А. Аржевский, Ю. Н. Григоренко и др. ; под ред. Г. Х. Дикенштейна, С. П. Максимова, В. В. Семеновича. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Недра, 1983. – 272 с.

17. Обзорная карта тектонического и нефтегеологического районирования Оренбургской области. – Масштаб 1 : 500 000. – Волжское отделение ИГиРГИ, 2002.

18. Совет директоров «Газпромнефти» рассмотрел вопрос о перспективах развития Оренбургского нефтедобывающего кластера // Пресс-релиз от 13.04.2018. – Режим доступа: http://www.gazprom-neft.ru/press-center/news/1509639/, свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус. (дата обращения: 18.04.2018).

19. Политыкина М. А. Первоочередные задачи оценки перспектив нефтегазоносности оренбургской части складчатого Урала / М. А. Политыкина, В. В. Дроздов, А. М. Тюрин // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. – 2010. – № 12. – С. 62–65.

20. Политыкина М. А. Углеводородное сырьё нетрадиционных источников – перспектива развития ООО «Газпром добыча Оренбург» / М. А. Политыкина, А. М. Тюрин, В. В. Дроздов // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. – 2010. – № 12. – С. 48–51.

21. Программа развития электроэнергетики Оренбургской области на 2013–2017 гг. – Утверждена Губернатором Ю.А. Бергом 28.04.2012.

22. Разработка стратегии нефтедобычи в Оренбургской области на 2010–2030 гг. – Тюмень : СибНАЦ, 2011. – 231 с.

23. Халимов Э. М. Волго-Уральская нефтегазоносная провинция остаётся надёжной сырьевой базой нефтедобычи в России / Э. М. Халимов // Геология нефти и газа. – 1994. – № 6. – С 12–17.

References

1. Berg Yu. A. Energeticheskaya strategiya Orenburgskoy oblasti [Energetic strategy of Orenburg distirct]. *Energeticheskiy potentsial regionov* [Energetic potential of the regions], pp. 121–126. Available at: http://federalbook.ru/files/TEK/Soderzhanie/Tom%2011/II/Berg.pdf (accessed: 10.01.2013).

2. Varlamov A.I ., Afanasenko A. P., Pyrev V. I., Solovev B. A., Shelepov V. V., Keller M. B., Lodzhevskaya M. I., Petersile V. I., Sydo R. M. Osnovnye vidy istochnikov netraditsionnykh resursov UVS i per-spektivy ikh osvoeniya [Main tasks of hydrocarbons restavration and priority ways of hydrocarbons extraction in Rosnedra system]. *Metodicheskie problemy geologorazvedochnykh i nauchno-issledovatelskikh rabot v neftegazovoy otrasli : Vserossiyskoe soveshchanie, posvyashchennoe 60-letiyu obrazovaniya VNIGNI* [Methodic Problems of Gas and Oil Extraction and Researches of the Gas and Oil Science. All-Russian Report, devoted to the 60th anniversary of All-Russian Research Geological Oil Institute], Moscow. Available at: www.vnigni.ru (accessed: 16.10.2013).

3. Varlamov A. I., Afanasenko A. P., Pyrev V. I., Solovev B. A., Shelepov V. V., Keller M. B., Lodzhevskaya M. I., Petersile V. I., Sydo R. M. Osnovnye zadachi po vosproizvodstvu uglevodorodnogo syrya i prioritetnye napravleniya GRR v sisteme Rosnedr [The main tasks for the reproduction of hydrocarbon raw materials and the priority areas of exploration in the Rosnedr system]. *M Metodicheskie problemy geologorazvedochnykh i nauchno-issledovatelskikh rabot v neftegazovoy otrasli : Vserossiyskoe soveshchanie, posvyashchennoe 60-letiyu obrazovaniya VNIGNI* [Methodic Problems of Gas and Oil Extraction and Researches of the Gas and Oil Science. All-Russian Report, devoted to the 60th anniversary of All-Russian Research Geological Oil Institute], Moscow. Available at: www.vnigni.ru (accessed: 16.10.2013).

4. Vassoevich N. B. *Proiskhozhdenie nefti* [The oil origins]. *Vestnik MGU* [Bulletin of the Moscow State University], 1975, no. 5, pp. 3–23. (Geology series).

5. Vneshnyaya torgovlya RF v 2017 g. [Extenral trade of RF in 2017]. *Federalnaya tamozhennaya sluzhba RF* [Federal Customs Service of RF]. Available at: http://www.customs.ru/index2.php?option=com_content&view=article&id=26258:-2017-&catid=53:2011-01-24-16-29-43&Itemid=1981 (accessed: 07.05.2018).

6. Gaydukova T. A. *Neftegazonosnye provintsii i oblasti Rossii* [Gas bearing provinces and districts of Russia], Tomsk, 2006. – 113 p.

7. *Geologicheskoe stroenie i neftegazonosnost Orenburgskoy oblasti* [Geological structure and oil and gas bearing of the Orenburg region], Orenburg, Orenburggskoe knizhnoe izdanie Publ., 1997. 272 p.

8. O sostoyanii i ob okhrane okruzhayushchey sredy Orenburgskoy oblasti v 2011 g. : gosudarstvennyy doklad Pravitelstv Orenburgskoy oblasti [The condition and protection of the environment

of Orenburg district in 2011. Governmental report of the government of Orenburg district]. *Ofitsialnyy sayt Ministerstva prirodnykh resursov, ekologii i imushchestvennykh otnosheniy Orenburgskoy oblasti* [Official web-site of Ministry of Natural resources and ecology of Orenburg district], Orenburg, 2012. 234 p. Available at: http://mpr.orb.ru/ecology/129.html (accessed 05.11.2015).

9. O sostoyanii i ob okhrane okruzhayushchey sredy Orenburgskoy oblasti v 2012 g. : gosudarstvennyy doklad Pravitelstv Orenburgskoy oblasti [The condition and protection of the environment of Orenburg district in 2012. Governmental report of the government of Orenburg district]. *Ofitsialnyy sayt Ministerstva prirodnykh resursov, ekologii i imushchestvennykh otnosheniy Orenburgskoy oblasti* [Official web-site of Ministry of Natural resources and ecology of Orenburg district], Orenburg, 2013. 268 p. Available at: http://mpr.orb.ru/ecology/129.html (accessed: 05.11.2015).

10. O sostoyanii i ob okhrane okruzhayushchey sredy Orenburgskoy oblasti v 2013 g. : gosudarstvennyy doklad Pravitelstv Orenburgskoy oblasti [The condition and protection of the environment of Orenburg district in 2013. Governmental report of the government of Orenburg district]. *Ofitsialnyy sayt Ministerstva prirodnykh resursov, ekologii i imushchestvennykh otnosheniy Orenburgskoy oblasti* [Official web-site of Ministry of Natural resources and ecology of Orenburg district], Orenburg, 2014. 234 p. Available at: http://mpr.orb.ru/ecology/129.html (accessed: 05.11.2015).

11. O sostoyanii i ob okhrane okruzhayushchey sredy Orenburgskoy oblasti v 2016 g. : gosudarstvennyy doklad Pravitelstv Orenburgskoy oblasti [The condition and protection of the environment of Orenburg district in 2016. Governmental report of the government of Orenburg district]. *Ofitsialnyy sayt Ministerstva prirodnykh resursov, ekologii i imushchestvennykh otnosheniy Orenburgskoy oblasti* [Official web-site of Ministry of Natural resources and ecology of Orenburg district], Orenburg, 2017. 228 p. Available at: http://mpr.orb.ru/ecology/129.html (accessed: 05.04.2018).

12. Karnaukhov S. M., Politkina M. A., Tyurin A. M. Perspektivy neftegazonosnosti ordovika v zone sochleneniya Volgo-Uralskoy anteklizy, Prikaspiyskoy sineklizy i Preduralskogo progiba [Perspectives of ordovician gas-oil extraction in Volga-Ural syneclise, Laspian syneclise and Ural arch]. *Zashchita okruzhayushchey sredy v neftegazovom komplekse* [Enviromental Protection in Gas and Oil Complex], 2010, no. 12, pp. 58–61.

13. Kleshchev K. A., Shein V. S. *Neftyanye i gazovye mestorozhdeniya Rossii* [Gas-oil fields of Russia], Moscow, ARGRDOI Publ., 2010, book 1 – European part of Russia. 832 p.

14. *Na blago Rossii. Godovoy otchet NK «Rosneft» za 2016 g.* [For the good of Russia. Annual report of "Rosneft" oil company for 2016]. Available at: ttps://www.rosneft.ru/upload/site1/document_file/a_report_2016.pdf (accessed: 21.03.2018).

15. Mezhelovskiy M. V., Smyslova A. A. (ed.) *Nedra Rossii* [Russian cores], Saint Petersburg – Moscow, 2004, vol. 1. Natural extractable resources. 547 p.\

16. Aliev I. M., Arzhevskiy G. A., Grigorenko Yu. N., et al. *Neftegazonosnye provintsii SSSR* [Oil and gas bearing provinces of USSR]. 2nd ed., rev. and upd., Moscow, Nedra Publ., 1983. 272 p.

17. *Obzornaya karta tektonicheskogo i neftegeologicheskogo rayonirovaniya Orenburgskoy oblasti* [Observing map of tectonic and oil geology of Orenburg district]. Scale 1 : 500 000. Volzhskoe otdelenie GIaRGI Publ., 2002.

18. Sovet direktorov «Gazpromnefti» rassmotrel vopros o perspektivakh razvitiya Orenburgskogo neftedobyvayushchego klastera [Commitee of directors of "Gazpromneft" observed the development perspectives of Orenburg oil cluster]. *Press-reliz ot 13.04.2018* [Press release from 13.04.2018]. Available at: http://www.gazprom-neft.ru/press-center/news/1509639/ (accessed: 18.04.2018).

19. Politkina M. A.., Drozdov V. V., Tyurin A. M. Pervoocherednye zadachi otsenki perspektiv neftegazonosnosti orenburgskoy chasti skladchatogo Urala [The tasks of examination of gas-oil bearing ability of Orenburg part of Ural]. *Zashchita okruzhayushchey sredy v neftegazovom komplekse* [Enviromental protection in gas-oil complex], 2010, no. 12, pp. 62–65.

20. Politkina M. A., Tyurin A. M., Drozdov V. V. Uglevodorodnoe syre netraditsionnykh istochnikov – perspektiva razvitiya OOO «Gazprom dobycha Orenburg» [Hydrocarbonic raw materials of nonconventional sources – the prospect of development of LLC "Gazprom dobycha Orenburg"]. *Zashchita okruzhayushchey sredy v neftegazovom komplekse* [Enviromental Protection in Gas and Oil Complex], 2010, no. 12, pp. 48–51.

21. *Programma razvitiya elektroenergetiki Orenburgskoy oblasti na 2013–2017 gg.* [The strategy of energetic development in Orenburg district in 2013–2017]. Signet by governour Yu. A. Berg 28.04.2012.

22. *Razrabotka strategii neftedobychi v Orenburgskoy oblasti na 2010–2030 gg.* [The strategy of oil extraction in Orenburg district in 2010–2030], Tyumen, SibNATs Publ., 2011. 231 p.

23. Khalimov E. M. Volgo-Uralskaya neftegazonosnaya provintsiya ostaetsya nadezhnoy syrevoy bazoy neftedobychi v Rossii [Volga and Ural gas-oil bearing province is the the resource base of Russia]. *Geologiya nefti i gaza* [Gas and Oil Geology], 1994, no. 6, pp. 12–17.

ЭЛЕМЕНТЫ КОНЦЕПЦИИ «ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СКВАЖИНА» ПРИ РАЗРАБОТКЕ МОРСКИХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Елисеев Денис Владимирович, начальник отдела добычи нефти и газа, ООО «ЛУКОЙЛ-Нижневолжскнефть», 414000, Российская Федерация, г. Астрахань, ул. Адмиралтейская, 1 / 2, e-mail: Denis.Eliseev@lukoil.com

Завьялов Александр Александрович, инженер по добыче нефти и газа 1 категории, ООО «ЛУКОЙЛ-Нижневолжскнефть», 414000, Российская Федерация, г. Астрахань, ул. Адмиралтейская, д. 1, корп. 2, e-mail: Aleksander.Zavyalov@lukoil.com

Минева Оксана Карловна, доктор экономических наук, профессор, Астраханский государственный университет, 414056, Российская Федерация, г. Астрахань, ул. Татищева, 20а, e-mail: okmineva@rambler.ru

Минев Владислав Сергеевич, студент, Астраханский государственный технический университет, 414056, Российская Федерация, г. Астрахань, ул. Татищева, 16, e-mail: minev98@icloud.com

Розенберг Екатерина Юрьевна, инженер по добыче нефти и газа 2 категории, ООО «ЛУКОЙЛ-Нижневолжскнефть», 414000, Российская Федерация, г. Астрахань, ул. Адмиралтейская, д. 1, корп. 2, e-mail: Ekaterina.Rozenberg@lukoil.com

***Саушин Александр Захарович*,** доктор технических наук, профессор, Астраханский государственный технический университет, 414056, Российская Федерация, г. Астрахань, ул. Татищева, 16

В данной статье приведены результаты работы ООО «ЛУКОЙЛ-Нижневолжскнефть» по внедрению элементов концепции «Интеллектуальная скважина» при разработке месторождения им. В. Филановского. Представлены результаты применения многопозиционного клапана, позволяющего измерять помимо трубных и затрубных параметров еще и трубное давление ниже установки датчика в мандрель. Гипотезой исследования выступило определение дебита из материнского ствола двуствольной скважины путем расчета по замеренным параметрам. Применена PVT модель флюида, и определены ее основные параметры. Созданный инструмент позволяет оценивать работу каждого ствола в отдельности, что помогает рассчитать параметры работы скважины еще до ее фактического переключения на новый режим работы.

Ключевые слова: интеллектуальная скважина, месторождение им. В. Филановского, дебит, алгоритм расчета, двуствольные скважины, многопозиционный клапан, PVT модель флюида

ELEMENTS OF THE CONCEPT «INTELLIGENT WELL» IN SEA FIELD DEVELOPMENT

Eliseev Denis V., Head of Oil and Gas Production Department, LLC "LUKOIL-Nizhnevolzhskneft", 1 / 2 Admiralteyskaya st., Astrakhan, 414056, Russian Federation, e-mail: ddd1979@mail.ru

Zavyalov Alexander A., Engineer for oil and gas production 1 categories, LLC "LUKOIL-Nizhnevolzhskneft", 1 / 2 Admiralteyskaya st., Astrakhan, 414056, Russian Federation, e-mail: Aleksander.Zavyalov@lukoil.com

Mineva Oksana K., D.Sc. (Economics), Professor, Astrakhan State University, 20a Tatishchev st., Astrakhan, 414056, Russian Federation, e-mail: okmineva@rambler.ru

Minev Vladislav S., student, Astrakhan State Technical University, 16 Tatishchev st., Astrakhan, 414056, Russian Federation, e-mail: minev98@icloud.com

Rozenberg Ekaterina Yu., engineer for oil and gas production 2 categories, LLC "LUKOIL-Nizhnevolzhskneft", 1 / 2 Admiralteyskaya st., Astrakhan, 414056, Russian Federation, e-mail: rozenbergk@mail.ru

Saushin Alexander Z., D.Sc. (Engineering), Professor, Astrakhan State Technical University, Astrakhan, 414056, Russian Federation, e-mail:a.saushin@mail.ru

This article presents the results of the work of OOO "LUKOIL-Nizhnevolzhskneft" on the introduction of elements of the concept «Intellectual well» in the development of the field. V. Filanovsky. The results of the application of the multi-position valve, which allows to measure, in addition to the pipe and annulus parameters, also the pipe pressure is lower than the probe installation in the mandrel. A hypotysis of the study was the determination of the production rate from the maternal trunk of a double-borehole by calculating the measured parameters. The PVT fluid model is applied and its basic parameters are determined. The created tool allows evaluating the operation of each barrel separately, which helps to evaluate the parameters of the well before it actually switches to a new mode of operation.

Keywords: intelligentwell, Filanovsky field, debit, algorithm of calculating, of dual wells, multiposition valve, PVT fluid model

Месторождение им. В. Филановского находится в северо-западной мелководной части Каспийского моря с глубинами 4–10 м, в 100 км восточнее Республики Калмыкия, 170 км южнее г. Астрахани, 40 км северо-восточнее Астраханского рейда, 20 км восточнее о. Малый Жемчужный.

Месторождение характеризуется как газоконденсатнонефтяное, многопластовое. Запасы УВ по месторождению составляют по категории:

- $A + B_1$: нефть (геологические / извлекаемые) – 300,221 / 127,421 млн т; газ (геологические / извлекаемые) – 29,761 / 25,488 млрд м^3; конденсат (геологические / извлекаемые) – 1,641 / 1,094 млн т;
- B_2: нефть (геологические / извлекаемые) –1,671 / 0,319 млн т; газ (геологические / извлекаемые) – 0,075 / 0,068 млрд м^3; конденсат (геологические / извлекаемые) – 0,004 / 0,002 млн т [1].

Промышленная добыча на месторождении началась в октябре 2016 г. в результате ввода в эксплуатацию первой очереди обустройства.

На месторождении выявлены три залежи: газонефтяная в неокомскомнадъярусе, газоконденсатнонефтяная в аптском ярусе и газо-конденсатная в альбском ярусе. Основным эксплуатационным объектом разработки является неокомскийнадъярус, где сосредоточены основные запасы нефти месторождения.

Нефти классифицируются как особо лёгкие, незначительной вязкости, малосмолистые, высокопарафинистые. Растворённый газ метановый с повышенным содержанием этана и пропан-бутановых компонентов.

Сводный геологический разрез месторождения им. В. Филановского представлен на рисунке 1.

Одним из перспективных направлений разработки месторождения им. В. Филановского является внедрение концепции «Интеллектуальная скважина» (Intelligentwell). Под данной концепцией понимается скважина, которая работает самостоятельно исходя из режима, заданного гидродинамической или технологической моделью (наземной инфраструктурой), и способна самостоятельно подстраиваться под изменяющиеся условия системы (если это действующая эксплуатационная скважина) [2].

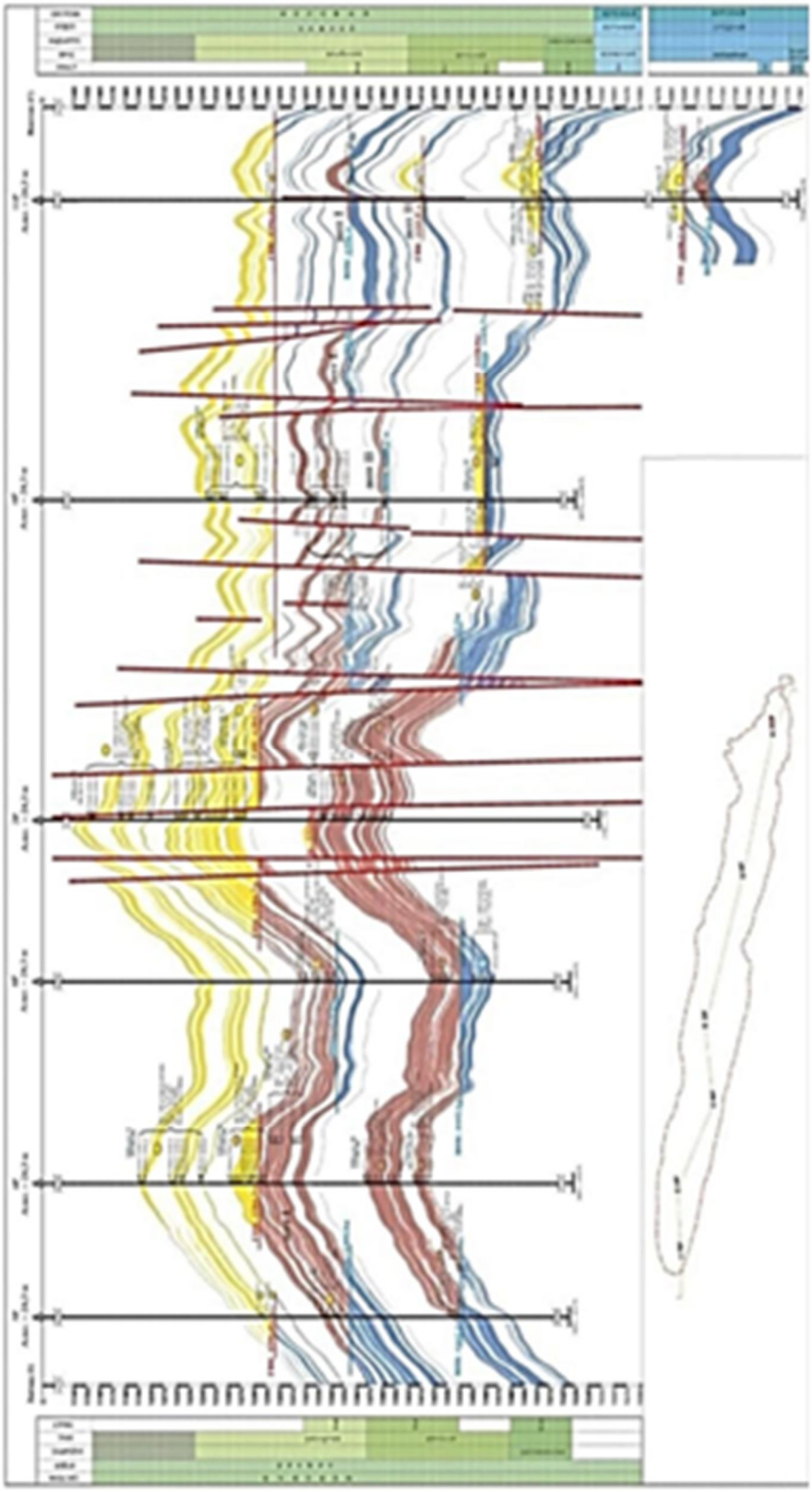


Рис. 1. Сводный геологический разрез месторождения им. В. Филановского [1]

В России впервые этот термин ввел в оборот в 1997 г. Валерий Владимирович Кульчицкий (исполнительный директор НТО нефтяников и газовиков им. И. Губкина, профессор, д.т.н., академик РАЕН). Он понимал под интеллектуальной скважиной информационный канал связи с забойной системой каротажа околоскважинного пространства и блоками датчиков в совокупности с вычислительной системой, связанной с базами данных и знаний, и забойным устройством управления, регулирующим поток жидкости в процессе эксплуатации. По мнению, профессора В.В. Кульчицкого, «…Под интеллектуальными скважинами неверно понимаются технико-технические решения в области автоматизации и телемеханизации процессов нефтегазодобычи… Огорчает общая боль российских ученых-нефтяников: техника и технологии интеллектуального заканчивания скважин разрабатываются и поставляются из-за рубежа. Ни один из нефтегазовых гигантов не готов к финансированию проектов, которые могли бы обеспечить интеллектуальную безопасность России в этом направлении... Присутствие интеллекта… подразумевает возможность самостоятельной оптимизации множественных внутренних параметров системы…» [2].

В настоящее время на ЛСП-1 месторождения им. В. Филановского реализованы две скважины, на ЛСП-2 месторождения им. В. Филановского – одна скважина. Говорить о том, что данные скважины в полном объеме реализуют концепцию «интеллектуальной скважины» сегодня не приходится. Однако практики компании ООО «ЛУКОЙЛ-Нижневолжскнефть» не боятся экспериментировать с технологией верхнего заканчивания.

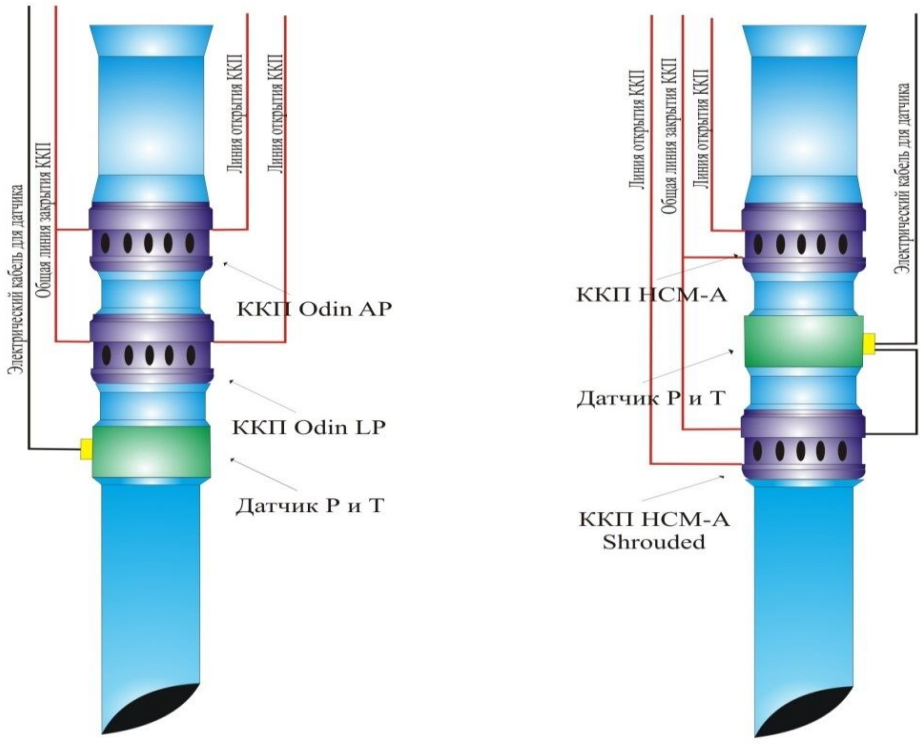


Рис. 2. Разница в нижней части верхнего заканчивания двуствольных скважин производства «X» (слева) и «Y» (справа) [3, 4].

Нижнее заканчивание, узел разветвления и верхнее заканчивание изготовлены и смонтированы компанией «X»[1]. Компоновка верхнего заканчивания аналогична компоновке компании «X» за исключением расположения нижней мандрели датчика давления и температуры: из-за малого диаметра эксплуатационной колонны электрический кабель не может пройти через большеразмерный клапан контроля притока основного ствола и мандрель расположена выше клапана (рис. 2).

Датчик давления и температуры измеряет параметры в трубном и затрубном пространствах в точке установки. Однако для заканчивания скважин ЛСП-2 будет использован тройной датчик, измеряющий, помимо трубных и затрубных параметров в месте установки, трубное давление ниже установки датчика в мандрель. При помощи одиночной гидравлической трубки, проложенной от датчика до клапана контроля притока основного ствола, измеряется трубное давление под клапаном, т.е. до регулирования притока из материнского ствола [3].

Многопозиционный клапан контроля представлен на рисунке 3.

Клапан контроля притока Odin представляет собой управляемый с поверхности клапан, обеспечивающий внутрискважинное управление процессами добычи нефти и газа, а также нагнетания, и используемый в составе интеллектуальных систем заканчивания скважин. Применение в системе нескольких клапанов Odin обеспечит надежное заканчивание, позволяющее производить выборочный контроль добычи из нескольких продуктивных интервалов коллектора. При изготовлении клапана Odin используют материалы с высокими прочностными характеристиками конструкции клапана. Он обеспечивают его применимость в условиях агрессивных сред, вызывающих образование отложений, эрозии и т.п. [4].

Управление клапаном Odin производится с поверхности по двум гидравлическим линиям открытия / закрытия, подсоединенных к дроссельному блоку клапана. При подаче давления в одну из линий управления клапаном, возникает перепад давления через поршень, что приводит к его движению. В случае если компоновка заканчивания предусматривает использование нескольких клапанов, то одна линия управления будет общей для всех клапанов Odin, спущенных в скважину. Вторая же линия будет отдельной у каждого клапана. Благодаря уравновешенному состоянию поршня, глубина посадки клапана практически не ограничена. Такая конструкция проста и надежна, что обусловлено отсутствием гидростатического давления в линии управления, которое могло бы оказывать противодействие при работе клапана.

С целью отслеживания забойного давления и температуры, а также получения данных о состоянии коллектора в режиме реального времени, возможно совместное использование клапанов Odin с системой Well Watcher, разработанной компанией «X» для постоянного внутрискважинного мониторинга параметров коллектора и управления процессом добычи (рис. 4).

При этом все характеристики потока, за исключением трубной температуры потока до входа в клапан контроля притока основного ствола, известны: трубное давление до и после клапана, трубная температура после клапана, диаметры регулирующих штуцеров клапана.

[1] В целях соблюдения конфиденциальности информации ООО «ЛУКОЙЛ-Нижневолжскнефть», далее производители оборудования будут обозначаться как «X» и «Y».

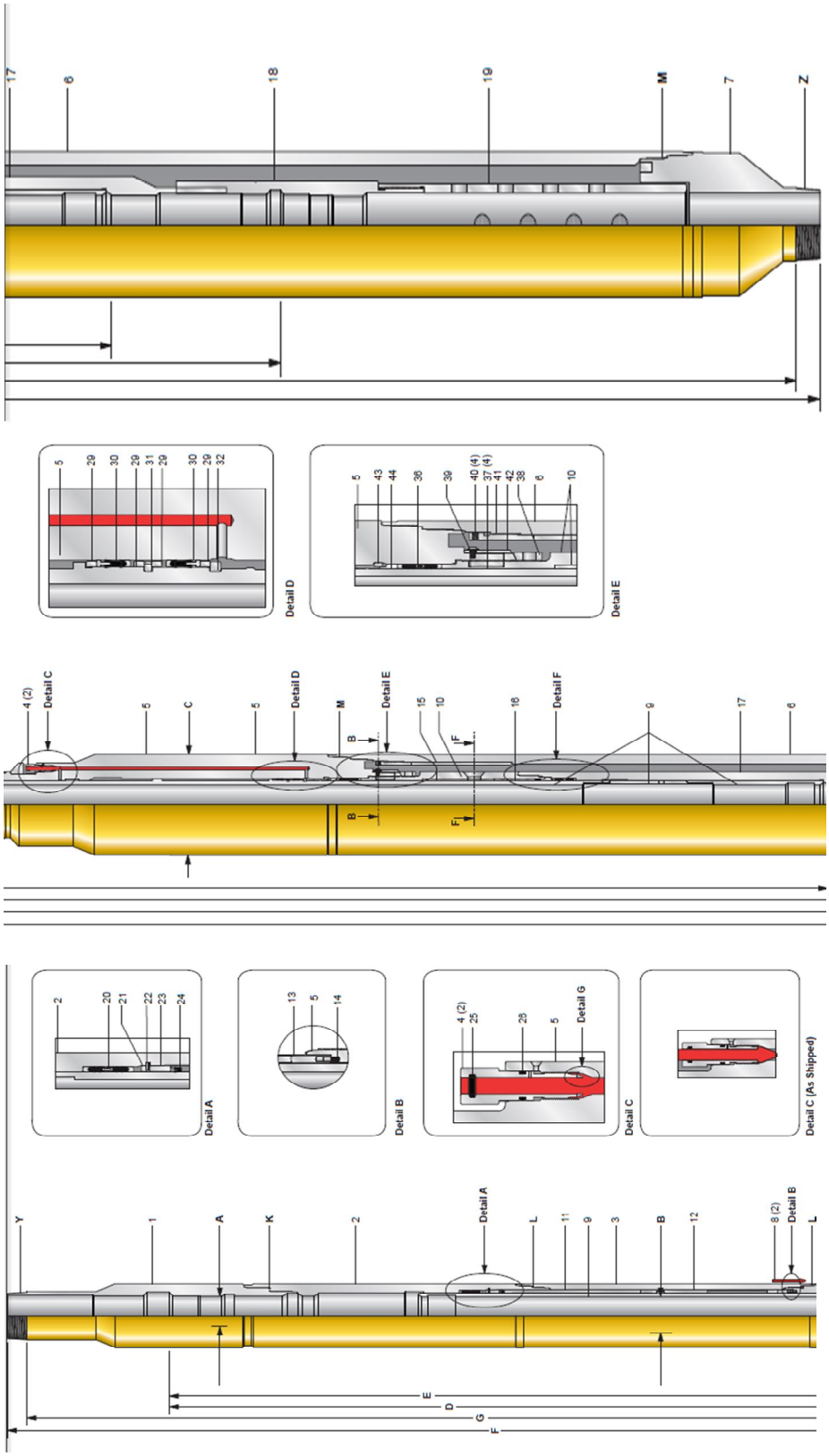


Рис. 3. Многопозиционный клапан контроля притока основного ствола HCM-AShrouded [5]

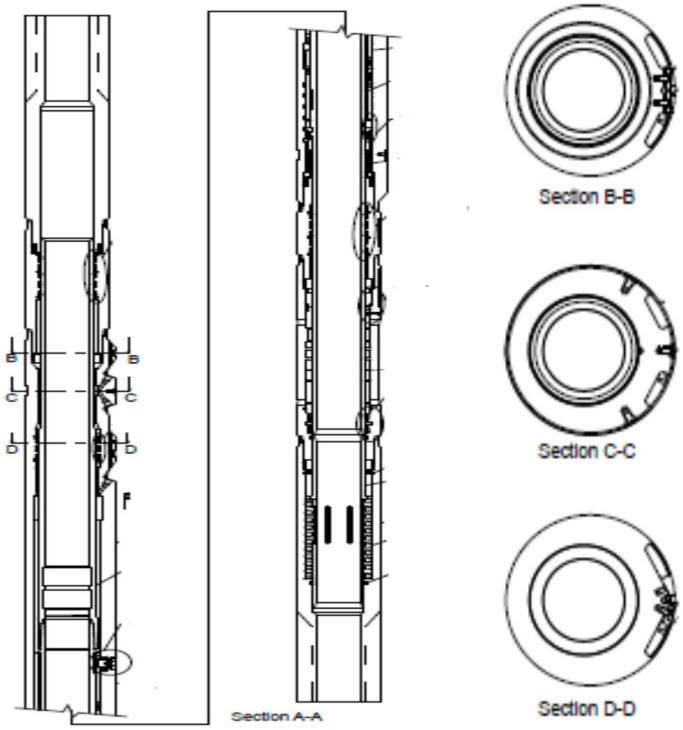


Рис. 4. Чертеж общего вида многопозиционного клапана контроля внутритрубного притока ODIN-LP [4]

Таким образом, возникла идея определения дебита из материнского ствола двуствольной скважины путем расчета по замеренным параметрам. После определения дебита из материнского ствола и замерив мультифазным расходомером общий дебит скважины, определяется дебит из бокового ствола.

Возможность с высокой точностью определить распределение дебитов по стволам двуствольной скважины, позволяет не перекрывать для замера на мультифазном расходомере отдельные стволы и учитывать взаимное влияние двух стволов на общую добычу скважины. Процесс создания модели скважины начинается с моделирования общей PVT модели флюида, которая описывает термобарические изменения физических свойств углеводородной смеси. В рамках поставленных задач, модель blackoil удовлетворяет всем требованиям. Для ее создания использовались отчеты PVT-анализа флюида, предоставленные подрядной организацией.

Основными параметрами для настройки модели являются плотность нефти, газа; давление насыщения; газосодержание; объемный коэффициент; вязкость нефти; содержание примесей.

Корректная настройка PVT-модели флюида – основа точности работы всей модели. Выбор корреляционной зависимости описания свойств флюида – финальный этап создания PVT-модели.

Модели двуствольных скважин, а также модели скважин с системами контроля притока отличаются от простых скважин, так как включают в себя внутрискважинные элементы контроля притока, модели хвостовиков и прокси-модели пласта. Аналогично устьевому штуцеру в модели двуствольной скважины в данной модели прописываются размеры внутрискважинных клапанов контроля притока (рис. 5).

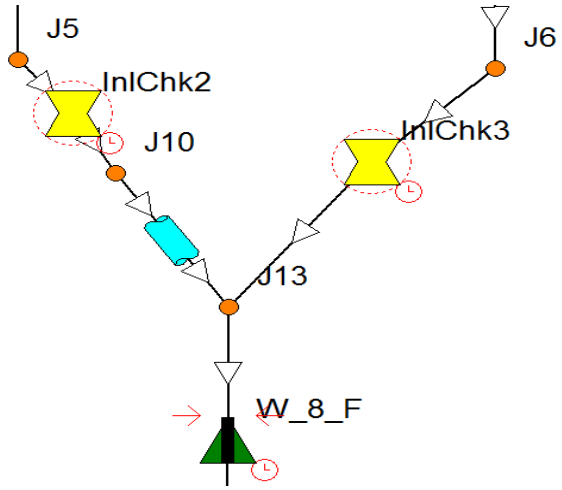


Рис. 5. Зона модели с многопозиционными клапанами контроля притока из основного и бокового ствола двуствольной скважины [2]

Создание конструкции скважины и ее элементов начинается с описания общего лифта. Общий лифт излагает конструкцию верхнего заканчивания скважин до глубины спуска клапана контроля притока из бокового ствола (т.е. описывает общий с обоих стволов). Основная задача – настройка корреляционной зависимости, распределения давления по стволу скважины.

Для настройки корреляционной зависимости используются следующие параметры: дебит жидкости; устьевые и забойное давление (с надпакерного датчика), устьевая температура; обводненность; газовый фактор; глубина спуска датчика (над пакером).

Далее замер проверяется на валидность, т.е. на соответствие физическим границам возможных давлений. В случае корректности замеров происходит настройка корреляционной зависимости.

Следующим этапом настройки модели является описание свойств пласта, по результатам проведенных исследований. Ниже приведены основные параметры настройки модели пласта: пластовое давление по результатам КВД; коэффициент продуктивности; пластовая температура; обводненность; газовый фактор.

В случае моделирования двуствольных скважин коллекторские свойства каждого пласта заносятся в отдельные модели.

Важным моментом создания модели скважины с устройствами контроля притока является создание моделей внутрискважинных клапанов контроля притока производства компании «X» Odin: на ЛСП-2 месторождения им. В. Филановского будут использованы аналогичные клапаны НСМ-А производства компании «Y». Для этого была проанализирована рабочая документация и были пересчитаны эквивалентные диаметры, соответствующие положениям устройства.

Таким образом, стало возможным моделирование переключения внутрискважинных клапанов по каждому стволу. Модели устьевых штуцеров имеют такую же физическую модель, однако по результатам многих тестов был выработан поправочный коэффициент, характеризующий особенности конструкции устьевого штуцера.

Настройка модели подразумевает совпадение расчетных и фактических значений следующих параметров: устьевое давление; забойное давление (по надпакерному датчику); дебит жидкости; обводненность и ГФ; линейные давления и температуры. В результате адаптации модели, были получены результаты расчета, совпадающие с фактическими в пределах допустимой погрешности. Важно отметить, что модель отрабатывает корректно на различных режимах работы скважины и учитывает различные положения внутрискважинных клапанов.

Точкой решения системы в модели является отметка установки первых фильтров в основном и боковом стволе, т.е. модель учитывает потери давления по хвостовикам. Все это позволяет получать более достоверные данные о забойном давлении (в настоящий момент забойным давление считается давление на глубине спуска датчика над пакером).

Созданный инструмент позволяет оценивать работу каждого ствола в отдельности, что помогает оценить параметры работы скважины еще до ее фактического переключения на новый режим работы.

Модель также отображает падение общего дебита скважины в случае открытия клапана с бокового ствола.

Созданная и адаптированная модель позволяет:

1) производить валидацию замеров скважин;

2) рассчитывать параметры работы каждого ствола двуствольной скважины в отдельности;

3) оценивать реальное забойное давление с учетом фактической конструкции скважины;

4) производить корректные расчеты при планировании добычи на краткосрочный и среднесрочный период;

5) оптимизировать работу скважины в условиях заданных отграничений.

Главное – система мониторинга забойных параметров двуствольных скважин позволяет проводить оценку работы каждого ствола по отдельности без остановок. Это исключает потери нефти от закрытия отдельных стволов скважины и определяет их взаимовлияние друг на друга.

Список литературы

1. Месторождение им. В. Филановского. – Режим доступа: http://www.lukoil.ru/ Business/Upstream/KeyProjects/Filanovskyfield, свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус.

2. Интеллектуальная скважина. – Режим доступа: https://neftegaz.ru/tech_library/view/4881-Intellektualnaya-skvazhina, свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус.

3. Паспорт Многопозиционного клапана контроля затрубного притока ODIN-AP.

4. Паспорт Многопозиционного клапана контроля внутритрубного притока ODIN-LP.

5. Паспорт Тройного датчика SURESENS 150.

References

1. *Mestorozhdenie im. V. Filanovskogo* [The deposit V. Filanovsky]. Available at: http://www.lukoil.ru/Business/Upstream/KeyProjects/Filanovskyfield.

2. *Intellektualnaya skvazhina* [Intellectual well]. Available at: https://neftegaz.ru/tech_library/view/4881-Intellektualnaya-skvazhina.

3. *Pasport Mnogopozitsionnogo klapana kontrolya zatrubnogo pritoka ODIN-AP* [Passport of the multi-position clan control of annular inflow ODIN-AP].

4. *Pasport Mnogopozitsionnogo klapana kontrolya vnutritrubnogo pritoka ODIN-LP* [Passport of the multi-position valve for monitoring the intrinsic inflow ODIN-LP].

5. *Pasport Troynogo datchika SURESENS 150* [Passport of the Triple sensor SURESENS 150].

БИОСТРАТИГРАФИЧЕСКОЕ РАСЧЛЕНЕНИЕ ВЕРХНЕМЕЛОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ПРИВОЛЖСКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ НА ТЕРРИТОРИИ САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ

Вязовкина Анастасия Олеговна, аспирант, Самарский государственный технический университет, 443100, Российская Федерация, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244; геофизик, ПАО «Самаранефтегеофизика», 443030, Российская Федерация, г. Самара, ул. Спортивная, 21, e-mail: vz-anastasia@mail.ru

Вязовкина Екатерина Олеговна, аспирант, Самарский государственный технический университет, 443100, Российская Федерация, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244; геофизик, ПАО «Самаранефтегеофизика», 443030, Российская Федерация, г. Самара, ул. Спортивная, 21, e-mail: kate_vyazovkina@mail.ru

В разных районах России мезозойские отложения перспективны на обнаружение нефти и газа. В последние годы в Поволжье вновь возник интерес геологов к мезозойским образованиям в связи с поиском углеводородов и, в частности, с перспективами отложений на сланцевый газ. Стратиграфически меловые толщи расчленяются на основе макрофауны (аммонитов и белемнитов). В последнее время стратификация этих отложений проводится по микрофаунистическим комплексам фораминифер. В процессе полевых работ были отобраны пробы мела для исследования микрофауны. В результате были найдены фораминиферы, моллюски, иглокожие и остракоды . Изучен комплекс фораминифер из отложений маастрихтского яруса, распространенных на Приволжской возвышенности в Самарской области. Приведено описание представителей родов и видов. В результате анализа литературных источников составлена схема сопоставления фаунистических зон маастрихтского яруса по данным разных авторов, выявлены руководящие формы и установлено, что изученный комплекс фораминифер характерен для маастрихтского яруса. По результатам исследований отложения относятся к радищевской свите и фаунистической зоне Brotzenella praeacuta (верхний маастрихт).

Ключевые слова: верхнемеловые отложения, биостратиграфическое расчленение, микрофауна, фораминиферы, Приволжская возвышенность Самарской области

BIOSTRATIGRAPHIC PARTITION OF THE UPPER CRETACEOUS DEPOSITS OF THE VOLGA UPLAND IN THE SAMARA REGION

Vyazovkina Anastasiya O., post-graduate student, Samara State Technical University, 244 Molodogvardeyskaya st., Samara, 443100, Russian Federation; geophysicist, PJSC «Samaraneftegeofizika», 21 Sportivnaya st., Samara, 443030, Russian Federation, e-mail: vz-anastasia@mail.ru

Vyazovkina Ekaterina O., post-graduate student, Samara State Technical University, 244 Molodogvardeyskaya st., Samara, 443100, Russian Federation; geophysicist, PJSC «Samaraneftegeofizika», 21 Sportivnaya st., Samara, 443030, Russian Federation, e-mail: kate_vyazovkina@mail.ru

In different regions of Russia Mesozoic deposits are promising for oil and gas detection. In recent years in the Volga region again arose the interest of geologists to Mesozoic deposits in connection with the search for hydrocarbons, and in particular with the prospects of sediments on shale gas. Stratigraphically Cretaceous deposits exploded on the basis of Macrofauna (Ammonites and Belemnites). Recently stratification of these deposits is carried out on complexes of microfauna foraminifera. In the course of fieldwork, samples of cretaceous were selected for the study of the microfauna. As a result were found: foraminifera, mollusca, echinoderms and ostrakod. The complex of foraminifera from the Maastrichtian sediments, spread on the Volga Upland in the Samara region, was studied. The description of representatives of genus and species is given. As a result of the analysis of literary sources the scheme of comparison of faunistic

zones of the Maastrichtian Stage according to the data of different authors is made, the guiding forms are revealed and it is established that the studied complex of foraminifera is characteristic for the Maastrichtian Stage.

Keywords: Upper cretaceous deposits, biostratigraphic partition, microfauna, foraminifera, the Volga Upland in the Samara region

В разных районах России мезозойские отложения перспективны на обнаружение нефти и газа. В Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции (НГП) они являются основным источником углеводородного сырья [10]. Мезозойские отложения Скифской плиты Северо-Кавказской НГП образуют триасовый, юрский, нижнемеловой и верхнемеловой нефтегазоносные комплексы (НГК). Верхнемеловой НГК – важнейший в провинции по концентрации ресурсов углеводородов [9]. Объект исследований находится на территории Самарской области и входит в Волго-Уральскую НГП.

В мезозойских отложениях на территории Самарской области промышленных запасов нефти и газа не обнаружено. Общераспространенным взглядом является то, что это связано в первую очередь с отсутствием надежных флюидоупоров в этих отложениях, а также с недостаточной изученностью мезозойских разрезов.

В последние годы в Поволжье вновь возник интерес геологов к мезозойским образованиям в связи с поиском углеводородов и, в частности, с перспективами отложений на сланцевый газ.

Горючие сланцы в нашем крае характерны для отложений юры и мела. Толщи, содержащие горючие сланцы, можно рассматривать как нефтематеринские и газосодержащие (подобно баженовской свите в Западной Сибири и доманиковому горизонту в Поволжье). Вышележащие карбонатные толщи верхнего мела обладают коллекторскими свойствами. Флюидоупорами в этой системе могут быть неогеновые глины. Основное распространение таких толщ наблюдается в районе Мелекесской впадины (Сызранский и Ставропольский районы Самарской области).

Стратиграфически меловые толщи расчленяются на основе макрофауны (аммонитов и белемнитов). В последнее время стратификация этих отложений проводится по микрофаунистическим комплексам фораминифер.

Материалы и методы изучения. В Самарской области мезозойские образования наиболее распространены на правобережье реки Волги на Приволжской возвышенности. В геологическом строении Приволжской возвышенности принимают участие отложения верхнего карбона, перми, юры, мела, палеогена, неогена и квартера. Меловые отложения представлены нижним и верхним отделами. Верхний отдел включает в себя туронский, сантонский, кампанский, маастрихтский яруса. Туронский ярус сложен отложениями песка с конкрециями фосфоритов, мела и мергеля. Сантонский ярус – мергелями и опоками. Кампанский – мелами, мергелями и песками.

В Самарской области маастрихтский ярус представлен карсунской и радищевской свитами. Отложения распространены преимущественно в северной части Сызранского района, где они залегают под образованиями палеогена. На дневную поверхность они выходят в долинах рек Волга, Уса и Тишерек. Карсунская свита выдержана по простиранию, сложена мелом светло-серым и белым, неравномерно глинистым, плотным, трещиноватым, с обилием зерен глауконита, обломками ростров белемнитов. Залегающая выше радищевская свита представлена белым писчим мелом, участками глинистым, редко с корочками и конкреционными стяжениями лимонита, приуроченны-

ми к основанию свиты, где залегает выдержанный по простиранию прослой (мощностью 0,3–2 м) мергеля мелоподобного (мела глинистого), слабоуплотненного. Мощность отложений маастрихтского яруса достигает 85 м [5].

Таблица 1

Схема сопоставления фаунистических зон маастрихтского яруса по данным разных авторов

ОБЩАЯ СТРАТИГРАФИЧЕСКАЯ ШКАЛА				РЕГИОНАЛЬНЫЕ СТРАТИГРАФИЧЕСКИЕ ПОДРАЗДЕЛЕНИЯ		МЕСТНЫЕ (ЛИТОСТРАТИГРАФИЧЕСКИЕ) ПОДРАЗДЕЛЕНИЯ / СТРУКТУРНО-ФАЦИАЛЬНЫЕ ЗОНЫ	Зоны по фораминиферам			
СИСТЕМА	ОТДЕЛ	ЯРУС	ПОДЪЯРУС	НАДГОРИЗОНТ	ГОРИЗОНТ	Ульяновско-Саратовского прогиба / Восточной части прогиба / Ульяновско-Самарского поднятия / IV	1988 г. [4]	1991 г. [12]	2005 г. [13]	2008 г. [3]
МЕЛОВАЯ	ВЕРХНИЙ	МААСТРИХТСКИЙ	ВЕРХНИЙ	СЕВЕРСКИЙ	СУДЖАНСКИЙ	*(K2rd)* **Ралишевская свита.** Мел-писчий, в основании мергель (до 38 м)	Hanzawaia ekblomi Brotzenella praeacuta	Pseudotextularia elegans Brotzenella praeacuta Hanzawaia ekblomi	Brotzenella praeacuta Hanzawaia ekblomi	Falsoplanulina mariae (=Hanzawaia ekblomi) Brotzenella praeacuta
			НИЖНИЙ			*(K2kr)* **Карсунская свита.** Мел-писчий, в основании мергель-глауконитовый с фосфоритами (до 75 м)	Anomalinoides ukrainica Brotzenella complanata Angulogavelinella gracilis	Bolivinoides draco draco Brotzenella complanata	Bolivinoides draco draco Brotzenella complanata Neoflabellina reticulata	Bolivinoides draco draco Falsoplanulina mulicamerata (=Brotzenella complanata) Anomalinoides ukrainica Coryphostoma crassa Neoflabellina reticulata
		КАМПАНСКИЙ	ВЕРХНИЙ		ТЕРЕШКИНСКИЙ	*(K2nl)* **Налитовская свита.** Глины (до 21 м)	Brotzenella taylorensis	Angulogavelinella gracilis	Angulogavelinella gracilis	Angulogavelinella gracilis

В тектоническом отношении район работ находится в пределах Ставропольской депрессии Мелекесской впадины.

В процессе полевых работ были отобраны пробы мела вблизи поселков Ивашевка и Новоселки для исследования микрофауны.

Обработка микрофауны происходила в полевых условиях путем раскалывания образцов геологическим молотком. Одна четверть от всех полученных материалов размалывалась в геологической ступке до кашеобразного состояния. Затем проба промывалась большим количеством воды, кипятилась и снова промывалась.

В лабораторных условиях проба помещалась в чашку Петри и просматривалась под микроскопом. Найденные экземпляры складывались в специально изготовленные контейнеры. Затем микрофауна фотографировалась цифровой камерой «Эксперт» на масштабной линейке.

Составлена схема сопоставления фаунистических зон по данным разных авторов (табл. 1). В основу этой таблицы положены следующие научные труды:

1. Стратиграфическая схема Беньямовского, составленная в 1988 г. на основе опорного разреза Климовка в Сызранском районе на побережье Куйбышевского водохранилища.

2. Биостратиграфическая схема Акимца в фундаментальном труде «Практическое руководство по микрофауне СССР. Фораминиферы Мезозоя».

3. Стратиграфическая схема, подготовленная специалистами Федерального государственного унитарного геологического предприятия «Волгагеология» в 2005 г.

4. Новая статья Беньямовского, вышедшая в 2008 г., в которой представлен наиболее современный взгляд на схему биостратиграфического расчленения верхнего мела.

Результаты работ. В результате исследований были найдены фораминиферы, моллюски, иглокожие и остракоды (рис. 1). Среди многочисленных находок микрофауны фораминиферы (Foraminifera) являются самыми значительными. Это класс организмов типа саркодовых (Sarcodina), относящихся к подцарству простейших.

Фораминиферы – морские, планктонные и преимущественно бентосные организмы. Они известны с кембрия, хотя появились, вероятно, в докембрии. Расцвета фораминиферы достигли в карбоне – перми, когда появились фузулиниды и близкие к ним формы. В конце палеозоя эти группы вымерли. В мезозое – кайнозое появились новые группы.

Цитоплазматическое одноклеточное тело фораминифер одето раковиной, у большинства известковой, изредка протеиновой или состоящей из посторонних частиц (песчинок, спикул губок и т. п.), сцементированных выделениями цитоплазмы. Раковины хорошо сохраняются в отложениях мела.

В процессе работы было отобрано 200 экземпляров фораминифер. Из них предварительно определены следующие представители родов и видов.

Семейство Haplophragmoididae. Вид Recurvoidella sewellensis (Olsson) parvus (Belousova). Раковина инволютная, округло-овальная. Наблюдается 5 треугольных постепенно возрастающих в размере камер. Наибольший диаметр 0,7 мм (рис., п. 4).

Семейство Haplophragmoididae. Вид Cribrostomoides trinitalensis Cushman et Jarvis subsp. sibiricus Podobina. Раковина инволютная, округлая, шаровидная, наблюдается 6 треугольных постепенно возрастающих в размере камер. Наибольший диаметр 1 мм (рис., п. 5).

Семейство Haplophragmoididae. Вид Cribrostomoides cretaceous Cushman et Goudkoff subsp. exploratus Podobina. Раковина инволютная, округлая. Наблюдается 5 треугольных постепенно возрастающих в размере камер. Наибольший диаметр 1 мм (рис., п. 6).

Семейство Haplophragmoididae. Вид Recurvoides memorandus (Podobina). Раковина округлая, наблюдается 6 камер. Наибольший диаметр – 0,7 мм (рис., п. 7).

Семейство Ataxophragmiidae. Вид Gaudryina retusa (Cushman). Раковина вытянутая. Количество камер – 5. Размеры: высота – 0,7 мм, ширина – 0,5 мм (рис., п. 8).

Семейство Lagenidae. Род Nodosaria. Найденные экземпляры относятся предположительно к двум видам. Раковины первого вида многокамерные однорядные. Границы между отдельными камерами обозначены перетяжками.

Форма поперечного сечения камер сложнозвездчатая или неправильномногоугольная. Размеры раковины: длина – 2 мм, ширина – 0,4 мм. Наблюдается четыре камеры (рис., п. 9).

Раковины второго вида многокамерные однорядные. Границы между отдельными камерами обозначены перетяжками. Форма поперечного сечения раковин округлая. Размеры раковины: длина – 1,25 мм, ширина – 0,25 мм. Количество камер – три (рис., п. 10).

Семейство Lagenidae. Род Flabellina. Раковины многокамерные двухрядные. Камеры разделены выпуклыми швами, форма поперечного сечения овальная. Размеры раковины: длина – 2 мм, ширина –0,75 мм. Количество камер – шесть (рис., п. 11, 12).

Семейство Lagenidae. Вид Nodosaria lepidula (Schwag). Раковина многокамерная однорядная. Границы между отдельными камерами обозначены перетяжками. Форма поперечного сечения раковин округлая. Размеры раковины: длина – 1,7 мм, ширина – 0,25 мм. Количество камер – восемь (рис., п. 13).

Семейство Nodosariidae. Вид Astacolus elatus (Podobina). Раковина вытянуто-овальной формы. Наблюдается 8 треугольно- и трапециевидно-изогнутых, постепенно возрастающих в размере камер. Размеры: наибольшая высота – 1,2 мм, наибольшая ширина – 0,5 мм (рис., п. 14).

Семейство Lagenidae. Вид Lenticulina tatariensis (Mjatliuk). Раковина удлиненная, наблюдается 9 камер. Размеры: высота – 1,3 мм, ширина – 0,7 мм (рис., п. 15).

Семейство Discorbidae. Вид Gyroidinoides turgidus (Hagenow). Раковина округлая, наблюдается 10 постепенно возрастающих в размере камер. Наибольший диаметр 0,5 мм (рис., п. 16).

Семейство Anomalinidae. Вид Cibicides gankinoensis (Neckaja). Раковина овальная, наблюдается 7 камер. Наибольший диаметр – 1,3 м (рис., п. 17).

Семейство Discorbidae. Вид Stensiöina gracilis (Marsson) subsp. Stellaria (Vassilenko). Раковина округлая, симметрично двояковыпуклая. Наблюдается 9 камер. Размеры: больший диаметр – 1,7 мм, меньший диаметр – 1,5 мм (рис., п. 18).

Семейство Buliminidae. Вид Pyramidina curvisuturata (Brotzen). Раковина имеет форму пирамиды, наблюдается 8 камер. Размеры: высота – 1,3 мм, ширина – 0,6 мм (рис., п. 19).

Семейство Ataxophragmiidae. Вид Orbignyna sacheri (Reuss). Раковина овального очертания, сжатая с боков. Спираль образована шестью дуговидноизогнутыми камерами. Размеры раковины: длина – 1 мм; ширина – 0,75 мм (рис., п. 20).

Семейство Textulariidae. Вид Spiroplectammina suturalis (Kalinin). Раковина удлиненная, плоская. Размеры: длина – 1,4 мм; ширина – 1 мм. Количество камер – 11 (рис., п. 21).

Семейство Anomalinidae. Вид Cibicidoies voltzianus (Orbigny). Раковина дисковидная. Камеры слегка выпуклые. Пупочная область неправильной овальной формы, швы между камерами прямые, узкие, углубленные. Диаметр раковины – 1 мм. Количество камер – восемь (рис., п. 22).

Семейство Bolivinitidae. Вид Bolivina incrassata crassa (Vass). Раковина многокамерная двухрядная. Размеры раковины: длина – 1,3 мм, ширина – 0,4 мм. Количество камер – 11 (рис., п. 23).

Руководящий комплекс представлен следующими видами: Orbignyna sacheri (Reuss) – при определении используется в комплексе фораминифер

кампана, нижнего и верхнего маастрихта; Spiroplectammina suturalis (Kalinin) – в комплексе фораминифер кампана, нижнего и верхнего маастрихта; Cibicidoies voltzianus (Orbigny) – при определении используется в комплексе фораминифер от зоны Brotzenella praeacuta до зоны Brotzenella complanata; Bolivina incrassata crassa (Vass) –в комплексе фораминифер от зоны Hanzawaia ekblomi до зоны Brotzenella complanata [12].

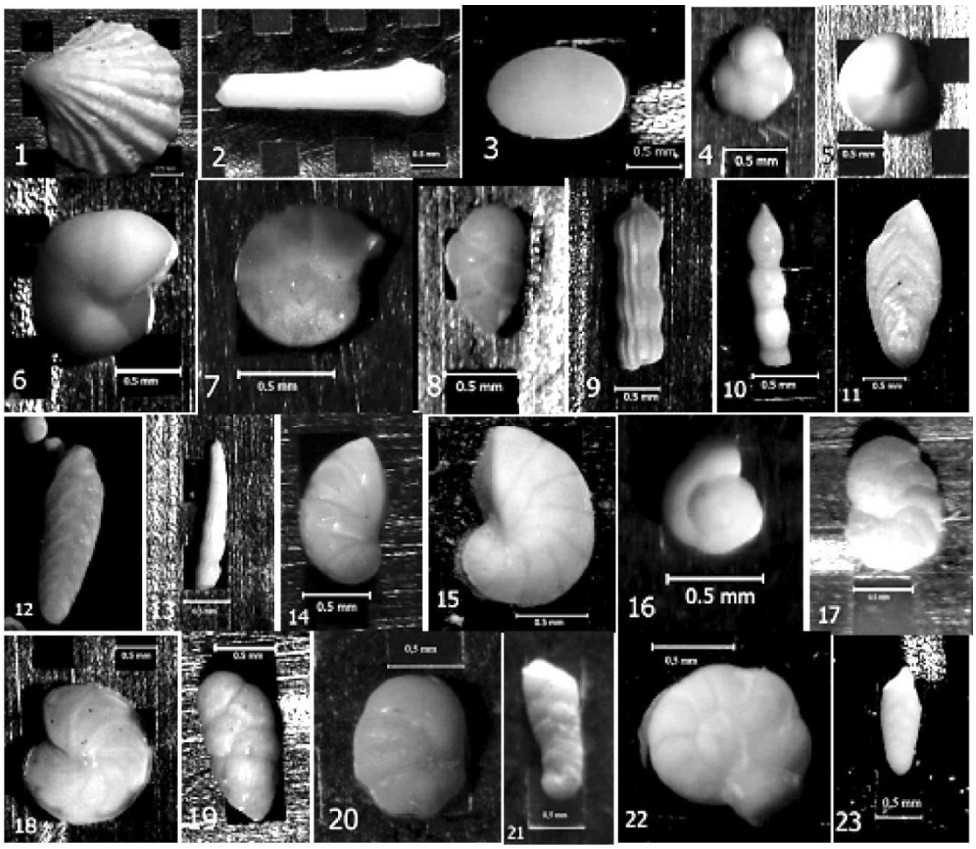


Рис. Фораминеры: 1 – моллюск, род *Chlamys*; 2 – иглокожие, обломок иглы морского ежа; 3 – остракоды, отряд *Cytherellida*; 4–23 – фораминиферы: 4 – вид *Recurvoidella sewellensis* (Olsson) *parvus* (Belousova); 5 – вид *Cribrostomoides trinitalensis* Cushman et Jarvis subsp. *sibiricus* Podobina; 6 – вид *Cribrostomoides cretaceus* Cushman et Goudkoff subsp. *exploratus* Podobina; 7 – вид *Recurvoides memorandus* (Podobina); 8 – вид Gaudryina retusa (Cushman); 9, 10 – род *Nodosaria*; 11, 12 – род *Flabellina;* 13 – вид *Nodosaria lepidula* (Schwag); 14 – вид *Astacolus elatus* (Podobina); 15 – вид *Lenticulina tatariensis* (Mjatliuk); 16 – вид *Gyroidinoides turgidus* (Hagenow); 17 – вид *Cibicides gankinoensis* (Neckaja); 18 – вид *Stensiöina gracilis* (Marsson) subsp. *Stellaria* (Vassilenko); 19 – вид *Pyramidina curvisuturata* (Brotzen); 20 – вид *Orbignyna sacheri* (Reuss); 21 – вид *Spiroplectammina suturalis* (Kalinin); 22 – вид *Cibicidoies voltzianus* (Orbigny); 23 – вид *Bolivina incrassata crassa* (Vass)

В результате анализа литературных источников составлена схема сопоставления фаунистических зон маастрихтского яруса по данным разных авторов, выявлены руководящие формы и установлено, что изученный комплекс фораминифер характерен для маастрихтского яруса. Находка вида Cibicides voltzianus (Orbigny) позволяет ограничить фаунистические зоны с Brotzenella praeacuta до Brotzenella complanata (табл. 2). По литологии мож-

но сделать предварительный вывод о том, что данные отложения относятся к радищевской свите и фаунистической зоне Brotzenella praeacuta (верхний маастрихт). Отобранные пробы залегали на 1–2 м ниже палеогеновых опок.

Таблица 2

Фаунистические зоны распространения руководящих видов фораминифер

ОБЩАЯ СТРАТИГРАФИЧЕСКАЯ ШКАЛА				РЕГИОНАЛЬНЫЕ СТРАТИГРАФИЧЕСКИЕ ПОДРАЗДЕЛЕНИЯ		МЕСТНЫЕ (ЛИТОСТРАТИГРАФИЧЕСКИЕ) ПОДРАЗДЕЛЕНИЯ	Зоны по фораминиферам	Orbignyna secheri (Reuss)	Spiroplectammina suturalis (Kalinin)	Cibicides voltzianus (orbig.)	Bolivina incrassata crassa (Vass)
СИСТЕМА	ОТДЕЛ	ЯРУС	ПОДЪЯРУС	НАДГОРИЗОНТ	ГОРИЗОНТ						
МЕЛОВАЯ	ВЕРХНИЙ	МААСТРИХТСКИЙ	ВЕРХНИЙ	СЕВЕРСКИЙ	СУДЖАНСКИЙ	СТРУКТУРНО-ФАЦИАЛЬНЫЕ ЗОНЫ	Зоны по фораминиферам				
						Ульяновско-Саратовского прогиба	2008 г. [3]				
						Восточной части прогиба					
						Ульяновско-Самарского повольжья					
						IV					
						(K2rd) **Радищевская свита.** Мел писчий, в основании мергель (до 38 м)	Falsoplanulina mariae (=Hanzawaia ekblomi)				
							Brotzenella praeacuta				
			НИЖНИЙ			*(K2kr)* **Карсунская свита.** Мел писчий, в основании мергель глауконитовый с фосфоритами (до 75 м)	Bolivinoides draco draco				
							Falsoplanulina multicamerata (=Brotzenella complanata)	Anomalinoides ukraimica			
								Coryphostoma crassa			
							Neoflabellina reticulata				
		КАМПАНСКИЙ	ВЕРХНИЙ		ТЕРЕШКИНСКИЙ	*(K2nl)* **Налитовская свита.** Глины	Angulogavelinella gracilis				

Вопрос детальной стратификации отложений Самарской области в настоящее время является открытым. Микрофаунистические исследования помогут с решением этой задачи.

Список литературы

1. Атлас верхнемеловой фауны Северного Кавказа и Крыма / под ред. М. М. Москвина. – Москва : Гостоптехиздат, 1959. – 502 с.

2. Атлас мезозойской фауны и спорово-пыльцевых комплексов нижнего Поволжья и сопредельных областей / под ред. В. Г. Камышевой-Елпатьевской. – Саратов : СГУ, 1967. – Вып. 1. Общая часть. Фораминиферы. – 258 с.

3. Беньямовский В. Н. Схема инфразонального биостратиграфического расчленения верхнего мела Восточно-Европейской провинции по бентосным фораминиферам. Статья 2. Сантон-маастрихт / В. Н. Беньямовский // Стратиграфия. Геологическая корреляция. – 2008. – Т. 16, № 5. – С. 62–74.

4. Беньямовский В. Н. К стратиграфии верхнего мела Ульяновского Поволжья по фораминиферам / В. Н. Беньямовский, Л. Ф. Копаевич, В. С. Акимец, В. И. Барышникова, М. В. Бондарева, В. И. Гладкова // Известия Академии наук СССР. – 1988. – № 5. – С. 65–74. – (Сер. геол.)

5. Бортников М. П. Геология Самарской области / М. П. Бортников. – Самара : СамГТУ, 2010. – 112 с.

6. Василенко В. П. Фораминиферы верхнего мела полуострова Мангышлака / В. П. Василенко // Труды ВНИГРИ. – 1961. – Вып. 171. – 487 с.

7. Вязовкина А. О. Микрофауна маастрихтских отложений Приволжской возвышенности : тезисы докладов XXXIX Самарской областной научной конференции / А. О. Вязовкина, Е. О. Вязовкина. – Самара, 2013. – Ч. I. – С. 43.

8. Вязовкина А. О. Определение возраста меловых отложений Самарской области биостратиграфическим методом : сборник тезисов 69-й научно-технической конференции студентов и магистрантов СамГТУ. Дни науки – 2014 / А. О. Вязовкина, Е. О. Вязовкина. – Самара, 2014. – С. 150–151.

9. Запад России. Геология и полезные ископаемые России : в 6 т. / под ред. Б.В. Петрова, В.П. Кирикова. – Санкт-Петербург : ВСЕГЕИ, 2006. – Т. 1. Запад России и Урал. – 528 с.

10. Западная Сибирь. Геология и полезные ископаемые России : в 6 т. / гл. ред. В. П. Орлов ; ред. 2 т. : А. Э. Конторович, В. С. Сурков. – Санкт-Петербург : ВСЕГЕИ, 2000. – Т. 2. – 477 с.

11. Микропалеонтология / Н. И. Маслакова, Т. Н. Горбачик и др. – Москва : МГУ, 1995. – 256 с.

12. Практическое руководство по микрофауне СССР / под ред. Б. С. Соколова. – Ленинград : Недра, 1991. – Т. 5. Фораминиферы Мезозоя. – 278 с.

13. Волгагеология : стратиграфическая схема. – 2005.

References

1. Moskvin M. M. (ed.) *Atlas verkhnemelovoy fauny Severnogo Kavkaza i Kryma* [The atlas of Upper Cretaceous fauna of North Caucasus and Crimea], Moscow, Gostoptekhizdat Publ., 1959. 502 p.

2. Kamysheva-Yelpatyevskaya V. G. *Altas mezozoyskoy fauny i sporovo-pyltsevykh kompleksov nizhnego Povolzhya i sopredelnykh oblastey* [The atlas of Mesozoic fauna and palynological complexes of Lower Volga region and adjacent areas], Saratov, Saratov State University Publ. House, 1967, issue 1. General information. Foraminifer. 258 p.

3. Benyamovskiy V. N. Skhema infrazonalnogo biostratigraficheskogo raschleneniya verkhnego mela Vostochno-Yevropeyskoy provintsii po bentosnym foraminiferam [Scheme of infrazonal biostratigraphic partition of the Upper Cretaceous sediments of the East European Province by benthic foraminifera. Article 2. Santonian]. *Stratigrafiya. Geologicheskaya korrelyatsiya* [Stratigraphy. Geological Correlation], 2008, vol. 16, no. 5, pp. 62–74.

4. Benyamovskiy V. N., Kopaevich L. F., Akimets V. S., Baryshnikova V. I., Bondareva M. V., Gladkova V. I. K stratigrafii verkhnego mela Ulyanovskogo Povolzhya po foraminiferam [To the stratigraphy of Upper Cretaceous foraminifera of Ulyanovsk Povolzhye]. *Izvestiya Akademii nauk SSSR* [Proceedings of the Union of Soviet Socialist Republics Sciences Academy], 1988, no. 5, pp. 65–74.

5. Bortnikov M. P. *Geologiya Samarskoy oblasti* [Geology of the Samara Region], Samara, Samara State Technical University Publ. House, 2010. 112 p.

6. Vasilenko V. P. *Foraminifery verkhnego mela poluostrova Mangishlaka* [Upper Cretaceous foraminifer of the Mangyshlak half-island]. *Trudy VNIGRI* [All-Russian Retroleum Research Exploration Institute], 1961, issue 171. 487 p.

7. Vyazovkina A. O., Vyazovkina Ye. O. Mikrofauna maastrikhtskikh otlozheniy Privolzhskoy vozvyshennosti : tezisy dokladov XXXIX Samarskoy oblastnoy nauchnoy konferentsii [Maastrichtian microfauna of the Volga Upland. Proceedings of the XXXIX Samara Region Seminar], Samara, 2013, part 1, pp. 43.

8. Vyazovkina A. O., Vyazovkina Ye. O. Opredelenie vozrasta melovykh otlozheniy Samarskoy oblasti biostratigraficheskim metodom : sbornik tezisov 69-y nauchno-tekhnicheskoy konferentsii studentov i magistrantov SamGTU. Dni nauki – 2014 [Determination of the Cretaceous deposits age of the Samara region by biostratigraphic method. Proceedings of the 69th Scientific and Technical Conference of SSTU Students and Master's Students. Days of Science – 2014], Samara, 2014, pp. 150–151.

9. Petrov B. V., Kirikov V. P. (ed.) *Zapad Rossii. Geologiya i poleznye iskopaemye Rossii* [West of Russia. Geology and minerals of Russia], Saint Petersburg, A.P. Karpinsky Russian Geological Research Institute Publ. House, 2006, vol 1. West Russia and the Urals. 528 p.

10. Orlov V. P., Kontorovich A. I., Surkov V. S. (ed.) *Zapadnaya Sibir. Geologiya i poleznye iskopaemye Rossii* [Western Siberia. Geology and minerals of Russia], Saint Petersburg, A.P. Karpinsky Russian Geological Research Institute Publ. House, 2000, vol. 2. 477 p.

11. Maslakova N. I., Gorbachik T. N. *Mikropaleontologiya* [Micropaleontology], Moscow, Moscow State University Publ. House, 1995. 256 p.

12. Sokolov B. S. (ed.) *Prakticheskoe rukovodstvo po mikrofaune SSSR* [Practical guide to the Microfauna of the USSR], Leningrad, Nedra Publ., 1991, vol. 5 Mesozoic foraminifera. 278 p.

13. *Volgageologiya : stratigraficheskaya skhema* [Volgageologia. The Stratigraphical Sectional Plane], 2005.

ПЕРСПЕКТИВЫ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ В СВЯЗИ С ОСОБЕННОСТЯМИ ТЕКТОНИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ЮРСКО-МЕЛОВОГО КОМПЛЕКСА СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО ПРИКАСПИЯ

Быстрова Инна Владимировна, кандидат геолого-минералогических наук, доцент, Астраханский государственный университет, 414000, Российская Федерация, г. Астрахань, пл. Шаумяна, 1, e-mail: bystrova1948@list.ru

Смирнова Татьяна Сергеевна, кандидат геолого-минералогических наук, доцент, Астраханский государственный университет, 414000, Российская Федерация, г. Астрахань, пл. Шаумяна, 1, e-mail: tatyana.smirnova@asu.edu.ru

Бычкова Динара Абдулаевна, магистр, Астраханский государственный университет, 414000, Российская Федерация, г. Астрахань, пл. Шаумяна, 1, e-mail: serebryakov-74@mail.ru

Мелихов Макар Сергеевич, магистрант, Российский государственный университет нефти и газа (Национальный исследовательский университет) им. И.М. Губкина, 119991, Российская Федерация, г. Москва, проспект Ленинский, 65 / 1, e-mail: mr.m_m_s@mail.ru

В работе рассмотрены особенности тектонического развития Северо-Западного Прикаспия. Обосновано выделение двух основных продуктивных горизонтов – среднеюрский и нижнемеловой. Выявлены корреляционные связи структур юрского и нижнемелового времени заложения. Приведены описания основных структурных элементов (Астраханский свод, зона Южно-Астраханский поднятий, Сарпинский прогиб и северный склон кряжа Карпинского). Это позволит в дальнейшем обосновать наиболее эффективные направления геологоразведочных работ в данном комплексе отложений Северо-Западного Прикаспия.

Ключевые слова: нефтегазоносность, тектогенез, залежь, седиментационный бассейн, байосс, Астраханский свод, зона Южно-Астраханских поднятий, кряж Карпинского, Сарпинский мегапрогиб, нефтегазоносный комплекс, базальная пачка, коллектор

PETROLEUM PROSPECTS IN CONNECTION WITH THE PECULIARITIES OF THE TECTONIC DEVELOPMENT OF THE JURASSIC AND CRETACEOUS COMPLEX OF THE NORTH-WEST CASPIAN SEA

Bystrova Inna V., C.Sc. in Geology and Mineralogy, Associate Professor, Astrakhan State University, 1 Shaumyan sq., Astrakhan, 414000, Russian Federation, e-mail bystrova1948@list.ru

Smirnova Tatyana S., C.Sc. in Geology and Mineralogy, Associate Professor, Astrakhan State University, 1 Shaumyan sq., Astrakhan, 414000, Russian Federation, e-mail: tatyana.smirnova@asu.edu.ru

Bychkova Dinara A., Magister, Astrakhan State University, 1 Shaumyan sq., Astrakhan, 414000, Russian Federation, e-mail serebryakov-74@mail.ru

Melikhov Makar S., Magister, Gubkin Russian State University of Oil and Gas (National Research University), 65 / 1 Leninskiy ave., Moscow, 119991, Russian Federation, e-mail: mr.m_m_s@mail.ru

In this paper, the features of the tectonic development of the North-West Caspian Sea are considered. The selection of two main productive horizons – the Middle Jurassic and the Lower Cretaceous – is substantiated. Correlation links between the structures of the Jurassic and Lower Cretaceous deposition time are revealed. The descriptions of the main structural elements (Astrakhan arch, the zone of the South-Astrakhan uplifts, the Sarpi trough and the northern slope of the Karpinsky ridge) are given. This will allow us to further substantiate the most effective areas of geological exploration in this complex of deposits in the North-West Caspian Sea.

Keywords: oil and gas content, tectogenesis, deposit, sedimentary basin, Bayoss, Astrakhan arch, zone of South Astrakhan uplifts, Karpinskiy ridge, Sarpinsk megaprohib, oil and gas complex, basal bundle, collector

В современном стремительно развивающемся мире происходит рост потребления энергоресурсов и истощение запасов ископаемого топлива.

Долгое время проблема обеспечения энергией была и остается важной задачей в развитии экономики стран. Отмечается все возрастающее потребление энергии. Энергоресурсы в природе распределены неравномерно. На данном историческом этапе нефтегазовая промышленность занимает приоритетное место в экономике России и играет важную роль в обеспечении и развитии отраслей народного хозяйства.

Освоение нефтегазоносных районов является важной задачей не только для астраханского Прикаспия, но и для других регионов. Следовательно, для поддержания и наращивания уровня добычи нефти и газа необходимо осваивать и внедрять в практику поисково-разведочных работ отложения как подсолевого, так и надсолевого комплекса Северо-Западного Прикаспия. Их нефтегазоносность уже подтверждена открытием ряда месторождений углеводородов. Это позволяет на должном уровне оценить перспективы нефтегазоносности региона исследования и восполнить минерально-сырьевую базу.

По данным ряда авторов [1, 5, 6, 12, 13, 16], образование углеводородов и формирование залежей обусловлены характером тектогенеза с определенным режимом тектонических движений, а также – литогенезом (с учетом условий осадконакопления, обусловленного генетически) и литолого-фациальными особенностями осадочных пород.

Известно, что образование, формирование и размещение залежей углеводородов контролируется совокупностью комплексом геологических факторов: литолого-фациальных, геохимических, гидрогеологических, термобарических и других, контролирующих нефтегазообразование и нефтегазонакопление в седиментационных бассейнах [4, 5, 7–10, 12].

Территория Северо-Западного Прикаспия обладает значительными перспективами нефтегазоносности. Это уже подтверждено открытием месторождений углеводородов как на суше, так и в пределах акватории Каспийского моря.

В осадочном надсолевом чехле основные продуктивные горизонты связаны с отложениями среднего отдела каменноугольной системы, средней юры и нижнего мела. Среди них наиболее распространенным и перспективным в нефтегазоносном отношении является среднеюрский терригенный комплекс.

По результатам люминесцентно-битуминологических исследований керна юрско-меловых отложений на ряде площадей (Бешкульская, Джакуевская, Тинакская и др.), проведенных лабораторией НВНИИГГ (Саратов: НВНИИГГ, 1983 и др.), было установлено, что именно эти отложения (среднеюрские) содержат пласты, способные генерировать углеводороды (нефть и газ) в количествах, имеющих практическое значение [2–6, 11].

Данный комплекс отложений представлен двумя литологическими пачками пород: нижняя сложена песчано-алевролитами аален-байосса, а верхняя – глинистая байосского возраста. Они являются региональными продуктивными горизонтами и содержат как породы-коллекторы, так и породы-покрышки. Эти породы имеют достаточно широкое развитие и способны образовывать ловушки для флюидов. В среднеюрском разрезе основным резервуаром являются отложения нижнебайосской базальной пачки. Породами-коллекторами представлены пористые разности песчаников.

Байосские песчаники относятся к коллекторам гранулярного типа. Имеют достаточно высокие коллекторские свойства. Средняя эффективная пористость составляет 16 % при проницаемости 0,14 мкм^2. Мощность песчаной пачки достигает от 40,0 м до 75,0 м. Ее перекрывает глинистая (в основном) толща мощностью от 20,0–55,0 м на ряде площадей.

В результате исследований на территории Астраханского свода пористость составляет 20–23 %. Покрышкой для коллекторской пачки служит залегающая выше по разрезу глинистая пачка байосского яруса мощностью 25,0–70,0 м. Перекрывает ее еще один пласт песчаников, возможно нефтегазоносный. Наибольшая его мощность до 40,0 м зафиксирована на территории Астраханского свода.

На Бешкульской площади открытая пористость пород составляет 19,0 % при карбонатности 30,1 %, на Замьяновской – открытая пористость равна 22,0 % при карбонатности 17,0 %. Также прослеживается уменьшение пористости пород с увеличением объемного их веса, а также глубины залегания [2–10].

Улучшение коллекторских свойств происходит по направлению к бортам Прикаспийской впадины в сторону зоны регионального выклинивания. Данная зона ориентирована в субширотном направлении и расположена на широте Северо-Эджинского выступа значительно дислоцированных герцинских образований кряжа Карпинского (Скифско-Туранская платформа).

В пределах зоны Южно-Астраханских поднятий характерно увеличение толщины базальной пачки в восточном направлении. Фиксируются аномальные участки и зоны со значительно увеличенной толщиной пачки (Бешкульская, Тинакская и др. площади) [4, 9, 11, 5]. Их формирование в значительной степени обусловлено первичными условиями седиментации и связано с неровностями рельефа дна бассейна, осадконакоплением, неустойчивостью прибрежной зоны, наличием подводных течений, речной сети, при существенной роли дополнительных источников сноса. В понижениях рельефа дна бассейна осадконакопления отмечалось увеличение толщин и песчанистости этой пачки [2–6].

На территории центральной части Астраханского свода и восточной части зоны Южно-Астраханских поднятий происходит активизация соляного тектогенеза. Именно это явилось причиной увеличения мощности пласта в мульдах до 1850 м. В районах площадей Верблюжьей и Пустынной его мощность составляет 20,0–50,0 м.

В среднеюрских отложениях открыты Бешкульское (зона Южно-Астраханских поднятий) и Верблюжье (Сарпинский прогиб) нефтяные месторождения.

На Бешкульской площади нефтегазоносными являются два верхних пласта. Покрышкой для верхнего является 20,0–30,0-метровая пачка глин верхнего байосса, для второго – пласт глин 3,0–4,0 м, отделяющий его от первого. Залежь приурочена к антиклинальной структуре. Ориентирована в субширотном

направлении с размерами поднятия по изогипсе 1420,0 м – 11,0 × 5,6 км, а амплитуда – 31,0 м.

Разрез в литологическом отношении представлен серыми, зеленовато-серыми, кварцево-глауконитовыми, разнозернистыми и темно-серыми глинами, песчаниками.

Средняя эффективная мощность продуктивного горизонта – 5,2 м, открытая пористость – 15 %, проницаемость – 0,2 мкм^2. В скважине 17 при опробовании дебит нефти составил 70 т / сут. Нефть в общем по составу относится к нафтеновому типу и обладает относительной смолистостью и сернистостью. Залежь пластового типа с упругим водонапорным режимом и низким газовым фактором. Цвет нефти темно-коричневый.

Восточнее от данного месторождения на Тинакской площади при опробовании базальной пачки получены притоки пластовой воды и нефти в скважине 5 (интервал 1420,0–1424,0 м). Нефть схожа по составу с Бешкульской.

На Разночиновской площади в скважине 2 из базальной пачки в интервале 1248,0–1251,0 м был поднят керн, пропитанный нефтью. В интервале 1133,0–1129,0 м при опробовании песчаников в верхней части байосса получен приток воды дебетом 70 м^3 / сут и нефти – 1,6 м^3 / сут. Также признаки нефтеносности были установлены и в других скважинах данной площади [2–6].

На Кирикилинской площади при испытании базальной пачки в скважине 6 (интервал – 1328,0–1333,0 м) получен приток пластовой воды с пленками нефти. Это нефть хорошего качества, плотностью 0,873–0,89 г / см^3. В верхней части средней юры (байосс) поднят керн, пропитанный нефтью.

Следует отметить, что в результате опробования пласты скважин данных площадей, из которых были получены притоки воды и нефти, представлены как правило песчаниками. Кровельная часть в ряде скважин характеризуется повышенными сопротивлениями.

Нижнемеловой регионально нефтегазоносный комплекс имеет широкое распространение на территории Северо-Западного Прикаспия. Степень его изучения бурением и сейсморазведкой довольно хорошая. Это позволило открыть здесь значительное количество средних и мелких месторождений нефти и газа. В разрезе выделяются песчано-алевролитовые и глинистые пласты. Такое сочетание коллекторов и покрышек создает благоприятное условие для скопления углеводородов. Пласты песчаников установлены в неокомском, аптском и альбском ярусах.

Неокомские отложения сложены в основном песчаниками с тонкими прослойками алевролитов и глин. Залегают эти отложения в основании нижнего мела. Их мощность достигает 30,0–80,0 м, пористость песчаников около 28,0 %.

Выше по разрезу залегает относительно маломощная глинистая пачка, отделяющая песчаники нижнего апта от песчаников неокома. Нижнеаптские отложения обладают лучшими коллекторскими свойствами, потому что их пористость составляет около 35,0 %.

Именно к аптским отложениям приурочены залежи нефти на Верблюжьем месторождении и нефтепроявления на Разночиновской площади. Мощность пород-коллекторов достигает 40,0–50,0 м. Региональной покрышкой является четко выдержанная по площади пачка нижнеаптских глин мощностью 20,0–30,0 м.

Породы-коллекторы апт-неокома представлены в основном песчано-алевролитовыми разностями. Пористость их составляет 10,0–20,0 %, реже

5,0–10,0 % и 20,0–36,0 %. Глинистость не превышает 25,0–30,0 %. Проницаемость коллекторов составляет $10^{-4}…10^{-1}$ мкм^2. Следует отметить, что преобладают коллекторы с низкой проницаемостью. К этим пластам в пределах мегавала Карпинского приурочены промышленные запасы углеводородов.

Образования альбского яруса имеют региональное распространение. Залегают с размывом на аптских глинах. Для разреза характерно увеличение песчанистости с востока на запад. Песчано-глинистые породы являются резервуаром для углеводородов. Глинистые пласты среднего и верхнего альба – покрышки для нижнеальбских коллекторов.

Породы-коллекторы имеют хорошие емкостно-фильтрационные свойства. Пористость песчаников – от 3,0 до 31,0 %. Большинство коллекторов имеют низкую проницаемость (до десятых долей мкм^2).

Нефтегазоносность альбских отложений связана с молодыми поднятиями (Цубукское, Тенгутинское, Олейниковское, Промысловское и др.). К альбским отложениям приурочены залежи нефти на Верблюжьем и газа на Халганском месторождениях на территории Сарпинского прогиба, а также газовые месторождения на северном склоне мегавала Карпинского – Тенгутинское, Цубукское, Промысловское, Олейниковское. Также отмечаются нефтегазопроявления на территории Северо-Западного Прикаспия.

Геохимические исследования альбских отложений подтвердили, что они не содержат нефтегазоматеринских пород. Следовательно, залежи углеводородов в данных образованиях находятся во вторичном залегании и сформировались за счет вертикальных перетоков из более глубоких горизонтов.

Многолетние исследования Северо-Западного Прикаспия легли в основу выделения основных тектонических закономерностей формирования и геологической истории развития надсолевого комплекса (юры и мела) Северо-Западного Прикаспия. Полученные результаты позволили обосновать и выделить наиболее перспективные на нефть и газ комплексы пород среднеюрского и нижнемелового возраста. Это позволило по-новому оценить перспективы нефтегазоносности данного комплекса и обосновать наиболее эффективные направления геологоразведочных работ на нефть и газ в изучаемом комплексе.

В юрский этап развития на территории Северо-Западного Прикаспия происходили нисходящие тектонические движения различной амплитуды и общее погружение.

В это время Астраханский свод испытывал небольшое воздымание и представлял собой единую положительную структуру. Это привело к формированию соляных куполов и гряд (Владимировский, Ахтубинский, Аксарайский, Ширяевский и др.), которые чередовались с межкупольными понижениями. Активизация процессов соляного тектогенеза усложнила строение свода. На южном склоне Астраханского свода в данное время заложился ряд положительных и отрицательных структур (Бешкульское, Тинакское, Разночиновское с амплитудой 15,0–30,0 м).

На северном склоне мегавала Карпинского четко выделялись палеопрогибы, приуроченные к зонам Полдневского и Цубукско-Промысловского валов.

В северо-западном направлении от Астраханского свода прослеживается моноклинальное погружение поверхности юрских отложений в сторону Сарпинского мегапрогиба. Максимальные отметки значений приурочены к Пустынно-Верблюжьей зоне. Они на отдельных участках осложнялись соляными куполами и грядами, а также сопровождались ростом дизъюнктивных наруше-

ний. Отмечается, что к концу периода в Сарпинском мегапрогибе и Астраханском своде амплитуда многих локальных поднятий, связанных с соляными куполами, существенно возрастает (Воропаевское, Бугринское, Верблюжье и др.). В зоне южно-Астраханских поднятий начинается формирование локальных антиклинальных структур (табл.).

Таблица

Время заложения локальных поднятий северо-западной части Прикаспийской впадины (составила И.В. Быстрова)

Локальные поднятия	Время заложения локальных поднятий			
	юрское	ранне меловое	позднее меловое	палеоген-неогеновое
	Сарпинский прогиб			
Бугринское	О	О	О	О
Верблюжье	О	О	О	О
Воропаевское	О	О	О	О
Отрадненское	О	О	О	О
Халганское	О	О	О	О
Шаджинское	О	О	О	О
	Зона Южно-Астраханских поднятий			
Бешкульское	Δ	О	О	О
Беркультинское			Δ	О
Долан-Алдынское			Δ	О
Каракульское	Δ	О	О	О
Кирикилинское	Δ	О	О	О
Лебяжинское		Δ	О	□
Разночиновское	Δ	О	О	О
Тинакское	Δ	О	О	О
	Северный склон кряжа Карпинского			
Михайловское			Δ	О
Марсынское		Δ	О	О
Ново-Георгиевское		Δ	О	О
Полдневское		Δ	О	О
Промысловское				Δ
Цубукское				Δ
Эджинское			Δ	О
Сайгачье			Δ	О
Тенгутинское				Δ
Олейниковское				Δ

Для раннемеловой эпохи отмечается преемственность в развитии структурных планов. Как правило, структурные элементы, сформированные ранее (в юрское время), развиваются унаследовано, т.е. они сохранили в основных чертах свою ориентировку, а также и конфигурацию. Поэтому на территории исследования четко прослеживается соответствие структурных планов юрского и мелового комплексов. На общем фоне погружения Астраханский свод испытывал небольшое воздымание, что привело к незначительному размыву нижнемеловых отложений. Однако размеры и амплитуда свода остались практически прежними, т.е. не изменились.

Зона Южно-Астраханских поднятий развивается также унаследовано. Характерно увеличение мощности аптских отложений в южном направлении. Их моноклинальное залегание осложнялось рядом локальных поднятий (рис. 1) [4, 5].

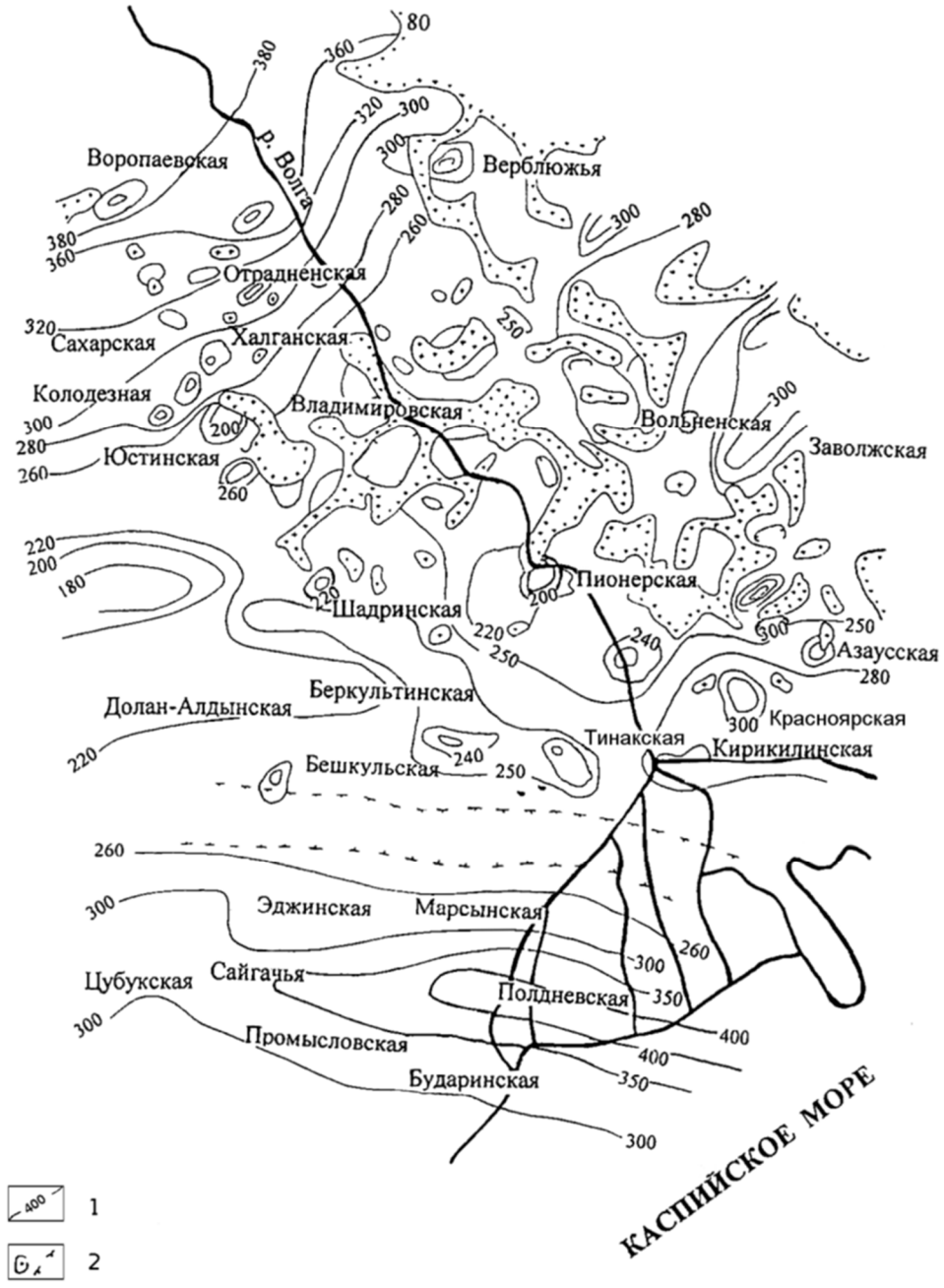


Рис. 1. Схематическая палеоструктурная карта поверхности юрского репера к началу аптского времени Северо-Западной части Прикаспийской впадины (составила И.В. Быстрова, 2001). Условные обозначения: 1 – изопахиты юрского репера; 2 – участки отсутствия юрских отложений

По сравнению с юрским периодом размер и амплитуда поднятий увеличивается незначительно. Соляные купола Сарпинского мегапрогиба продолжают развиваться. Отмечается увеличение их амплитуды.

В пределах кряжа Карпинского (северный склон) инверсионный Цубукско-Промысловский вал представлен прогибом и здесь прослеживается об-

ласть максимальных отложений. В течение раннемелового времени на северном склоне кряжа Карпинского продолжает развиваться Цубукско-Промысловский палеопрогиб с максимальным накоплением нижнемеловых отложений на Цубукской площади (550,0–600,0 м) [2, 3, 5, 6].

На Полдневой площади отмечалось уменьшение мощности данных отложений до 530,0 м. В это время в раннемеловую эпоху закладывается Полдневской вал. Здесь происходит сокращение мощностей до 146,0 м. На остальных площадях прослеживается моноклинальное залегание горных пород, погружающихся в южном направлении.

При анализе особенностей распространения отложений нижнеаптской толщи к началу альбского времени в регионе исследования (рис. 2) Астраханский свод как единая структура не прослеживается [4, 5]. Правобережная часть являлась наиболее приподнятой и представляла собой сочетание ряда локальных поднятий: Пионерское с размерами 8,0 × 7,5 км и амплитудой – до 40,0 м, которое в северной части примыкало к соляному куполу; Долгожданное поднятие ориентировано субширотно – с размерами 7,0 × 5,0 км и амплитудой до 20,0 м. Это поднятие приурочено к Лебяжинской и Светлошаринской площадям. В пределах северного склона кряжа Карпинского происходит увеличение мощности отложений до 280,0 м. Четко прослеживается область прогибания, приуроченная к Цубукско-Промысловской зоне. Максимальные мощности – до 293,0 м расположены на Промысловской площади. Отмечается сокращение мощностей (до 146,0 м) на Полдневском валу. Для остальных площадей кряжа было характерно моноклинальное залегание пород с погружением в южном направлении [6, 12].

К северо-западу от Астраханского свода выделяется область повышенных мощностей (от 150,0 м до 210,0 м), расположенная на территории от Владимирской площади до Бугринско-Пустынной зоны. Незначительное прогибание прослеживается в районах Пустынной, Шаджинской и Бугринской площадей. Моноклинальное залегание пород здесь осложнено соляными куполами. Их размеры и амплитуды варьируют в широких пределах.

На территории Воропаевской и Верблюжьей площадей отмечается воздымание кровли нижне-аптских песчаников, с минимальными значениями отложений на Воропаевской площади до 128,0 м, а на Верблюжьей – до 50,0 м. На общем фоне прогибания территории происходит осложнение локальными поднятиями и соляными куполами. Воропаевский купол имел размеры 12,5 × 10,0 км, амплитуду – 50,0 м. Верблюжий купол – 17,0 × 12,0 км, амплитуду – около 28,0 м. Бугринский купол – 10,0 × 5,0 км, а амплитуду – до 130,0 м. Сахарское поднятие – 11,0 × 13,5 км, амплитуду – 120,0 м. Халганский купол – 10,0 × 10,0 км, амплитуду – более 12,0 м. На Ивановской площади (юго-восточнее Халганского купола) прослеживается локальное поднятие. Оно ориентировано субширотно. Его размеры 16,0 × 10,0 км, амплитуда – около 40,0 м. Три локальных поднятия в районе Владимирской площади приурочены к области уменьшения мощностей (до 150,0 м) (рис. 2) [4, 5].

На территории зоны Южно-Астраханских поднятий происходило увеличение мощностей до 160,0 м в южном направлении. Моноклинальное залегание пород нарушалось рядом локальных поднятий. Размеры Бешкульской структуры составляли 17,5 × 12,0 км, а амплитуда – 9,0 м. Тинакское поднятие ориентировано субширотно и занимало более высокое положение. Его размеры – 13,5 × 8,5 км, а амплитуда – 9,0 м. Кирикилинское поднятие ориен-

тировано тоже субширотно. Имело размеры 20,0 × 10,0 км и амплитуду – 9,0 м. Разночиновское поднятие – 12,5 × 7,5 км, а амплитуда достигала 103,0 м. К соляному куполу приурочена Шадринская структура с размерами 7,5 × 7,5 км, с амплитудой 139,0 м. Каракульское поднятие имело почти округлую форму. Размеры – 7,5 × 7,5 км, амплитуду – более 40,0 м (рис. 2) [4, 5].

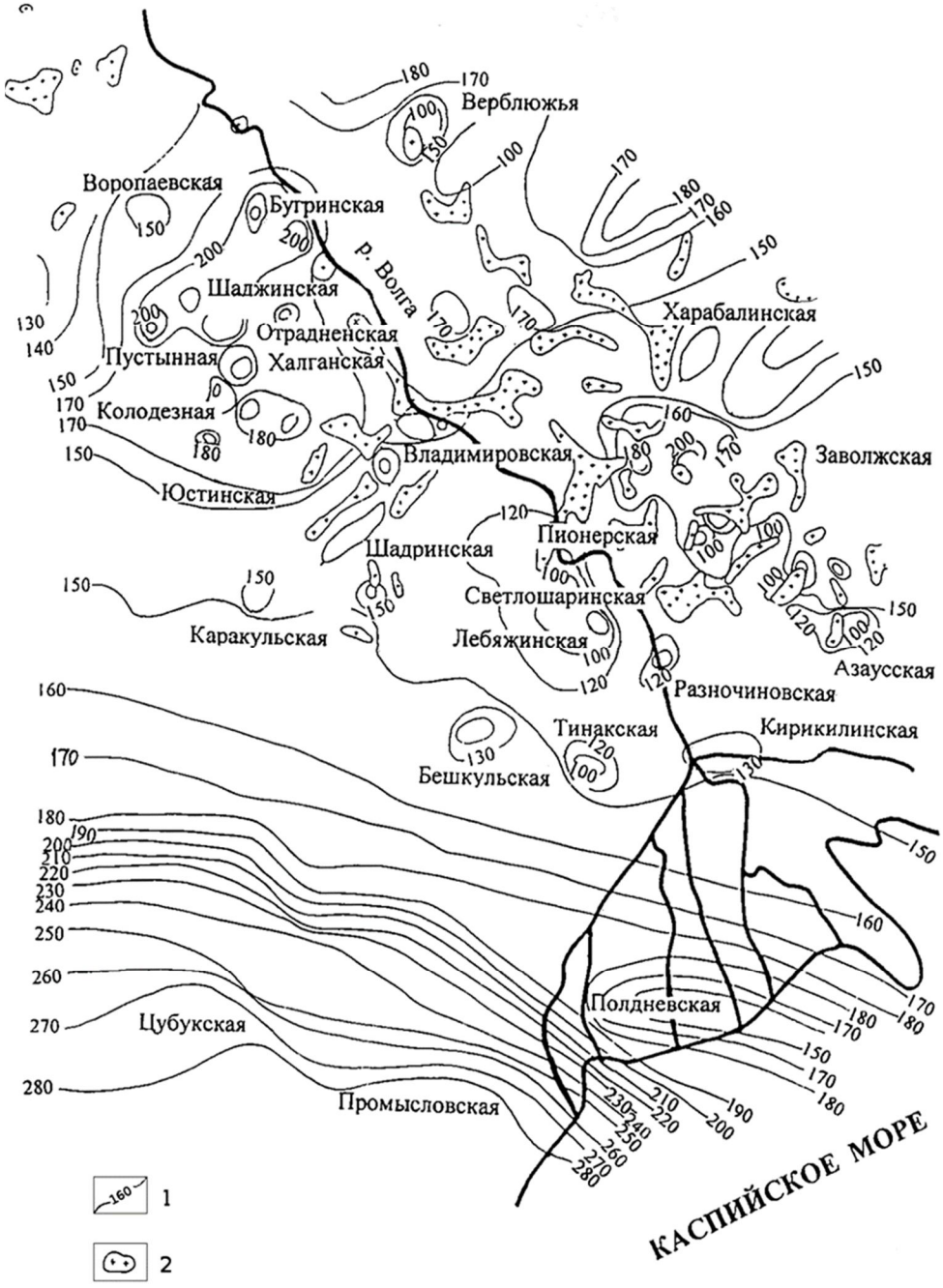


Рис. 2. Схематическая палеоструктурная карта поверхности аптского репера к началу альбского времени северо-западной части Прикаспийской впадины (составила И.В.Быстрова, 2001). Условные обозначения: 1 – изопахиты аптского репера; 2 – участки отсутствия аптских отложений.

Регион исследования имеет значительный стратиграфический диапазон промышленной нефтегазоносности. Подтверждением является открытие более 20 месторождений углеводородов в юрско-меловых отложениях. Это обусловлено, в первую очередь, особенностями тектонического режима и длительностью устойчивого прогибания, обеспечивающего генерацию и аккумуляцию углеводородов разного фазового состояния, развития в отдельные временные отрезки на ряде площадей, особенностями нефтегазопроизводящих толщ, наличием покрышек и формированием структурных и неструктурных ловушек и приуроченных к ним залежей, а также процессами разрушения и переформирования залежей нефти и газа.

Многолетние авторские исследования территории Северо-Западного Прикаспия подтверждают возможность увеличения прироста запасов нефти и газа как за счет открытия месторождений на новых объектах суши, так и морской акватории Северного и Среднего Каспия. В данном районе в настоящее время особенно актуальным является проведение доразведки старых площадей. Это позволит по-новому провести количественную оценку прогнозных ресурсов продуктивных горизонтов юрско-мелового комплекса.

Таким образом:

1) в среднеюрских и нижнемеловых продуктивных отложениях значительная перспективность обусловлена хорошей выдержанностью коллекторов и покрышек;

2) происходит увеличение мощности и глубины залегания среднеюрских и нижнемеловых продуктивных отложений, приуроченных к межкупольным понижениям;

3) влияние соляного тектогенеза обусловило формирование значительного количества ловушек, в которые в результате миграции поступали углеводороды.

Список литературы

1. Айзеншдадт Г. Е.-А. Об освоении ресурсов УВ надсолевого комплекса Прикаспийской впадины / Г. Е.-А. Айзеншдадт // Геология нефти и газа. – 1994. – № 1. – С. 10–13.

2. Быстрова И. В. Оценка перспектив нефтегазоносности мезозойских отложений Астраханского свода / И. В. Быстрова, Н. Ф. Федорова // Геология, география и глобальная энергия. – 2008. – № 1. – С. 74–77.

3. Быстрова И. В. Роль освоения территории западного Каспия в связи с нефтегазоносностью / И. В. Быстрова, Т. С. Смирнова, Н. Ф. Федорова, М. С. Мелехов // Горные науки и технологии. – 2016. – № 3 (3). – С. 29–40.

4. Быстрова И. В. Палеотектонический анализ юрско-мелового комплекса Северо-Западного Прикаспия в связи с нефтегазоносностью : автореф. дис. … канд. геол.-минерал. наук / И. В. Быстрова. – Ставрополь, 2001.

5. Быстрова И. В. Палеотектоника и нефтегазоносность Северо-Западного Прикаспия : монография / И. В. Быстрова, Т. С. Смирнова, Н. Ф. Федорова. – LAP LAMBERT Academic Publishing, BERT Academic Publishing, 2017. – 212 с.

6. Быстрова И. В. Палеоструктурные преобразования Северо-Западного Прикаспия в раннемеловое время / И. В. Быстрова, Н. Ф. Федорова, Т. С. Смирнова // Геология, география и глобальная энергия. – 2008. – № 4. – С. 26–30.

7. Воронин Н. И. Особенности геологического строения и нефтегазоносность юго-западной части Прикаспийской впадины : монография / Н. И. Воронин. – Астрахань : АГТУ, 2004. – 163 с.

8. Воронин Н. И. Палеотектоника и размещение нефтегазовых залежей в Прикаспии и прилегающих районах / Н. И. Воронин // Недра Поволжья и Прикаспия. – Саратов : НВНИИГГ, 1991. – С. 46–53.

9. Воронин Н. И. Палеотектонические критерии прогноза и поиска залежей нефти и газа на древних и молодых платформах (на примере Прикаспийской впадины и прилегающих районов Скифско-Туранской платформы) : автореф. дис. ... д-ра геол.-минерал. наук / Н. И. Воронин. – Москва, 1988.

10. Воронин Н. И. Палеотектонические критерии прогноза и поиска залежей нефти и газа (на примере Прикаспийской впадины и прилегающих районов Скифско-Туранской платформы) / Н. И. Воронин. – Москва : Геоинформмарк, 1999. – 288 с.

11. Гольчикова Н. Н. Особенности тектонического развития мезо-кайнозойского комплекса Северо-Западного Прикаспия в связи с нефтегазоносностью : автореф. дис. … канд. геол.-минерал. наук / Н. Н. Гольчикова. – Ставрополь, 1995.

12. Григорович В. Я. Коллекторы нефти и газа астраханского Прикаспия / В. Я. Григорович, И. А. Миталев, О. И. Серебряков // Геология, география и глобальная энергия. – 2009. – № 2. – С. 60–63.

13. Калягин С. М. Влияние дизъюнктивных нарушений на распределение залежей нефти и газа в надсолевом комплексе юго-западной части Прикаспийской впадины / С. М. Калягин // XVI Губкинские чтения : сборник тезисов. – Москва, 2002. – С. 239–243.

14. Керимов В. Ю. Тектоника Северного Каспия и перспективы нефтегазоносности / В. Ю. Керимов, Б. М. Авербух, В. С. Мильничук // Советская геология. – 1990. – № 7. – С. 23–30.

15. Федоров Д. Л. Формации и нефтегазоносность подсолевого палеозоя окраинных впадин Европейской платформы / Д. Л. Федоров. – Москва : Недра, 1979. – 169 с.

16. Justyna Misiągiewicz Caspian region's hydrocarbon potential as a challenge for the energy security policy of the European Union // Energy security in the Caspian region. Globalization and Security in Black Sea and Caspian Seas Region. – Tbilisi-Batumi : International Black Sea University, 2012. – P. 102–117.

References

1. Ayzenshdadt G. Ye.-A. Ob osvoenii resursov UV nadsolevogo kompleksa Prikaspiyskoy vpadiny [On the development of hydrocarbon resources of the Caspian basin above-salt complex]. *Geologiya nefti i gaza* [Geology of Oil and Gas], 1994, no. 1, pp. 1–13.

2. Bystrova I. V., Fedorova N. F. Otsenka perspektiv neftegazonosnosti mezozoyskikh otlozheniy Astrakhanskogo svoda [Estimation of oil and gas potential prospects of the Mesozoic deposits of the Astrakhan cove]. *Geologiya, geografiya i globalnaya energiya* [Geology, Geography and Global Energy], 2008, no. 1, pp. 74-77.

3. Bystrova I. V., Smirnova T. S., Fedorova N. F, Melekhov M. S. Rol osvoeniya territorii zapadnogo Kaspiya v svyazi s neftegazonosnostyu [The role of development of the territory of the western Caspian in connection with oil and gas content]. *Gornye nauki i tekhnologii* [Mining Sciences and Technologies], 2016, no. 3, pp. 29–40.

4. Bystrova I. V. *Paleotektonicheskiy analiz yursko-melovogo kompleksa severo-zapadnogo Prikaspiya v svyazi s neftegazonosnostyu* [Paleotectonic analysis of the Jurassic-Cretaceous complex of north-western Caspian region in connection with oil-gas bearing capacity], Stavropol, 2001, 160 p.

5. Bystrova I. V., Smirnova T. S., Fedorova N. F. *Paleotektonika i neftegazonosnost Severo-Zapadnogo Prikaspiya* [Paleotectonics and oil and gas content of the North-Western Caspian sea], LAP LAMBERT Academic Publishing, BERT Academic Publishing, 2017. 212 p.

6. Bystrova I. V., Smirnova T. S., Fedorova N. F. Paleostrukturnye preobrazovaniya severozapadnogo Prikaspiya v rannemelovoe vremya [Paleostructural Transformations of the North-Western Caspian Region in Early Cretaceous Time]. *Geologiya, geografiya i globalnaya energiya* [Geology, Geography and Global Energy], 2008, no. 4, pp. 26–30.

7. Voronin N. I. *Osobennosti geologicheskogo stroeniya i neftegazonosnost yugo-zapadnoy chasti Prikaspiyskoy vpadiny* [Features of the geological structure and oil and gas content of the southwestern part of the Caspian depression], Astrakhan, Astrakhan State Technical University Publ. House, 2004. 163 p.

8. Voronin N. I. Paleotektonika i razmeshchenie neftegazovykh zalezhey v Prikaspii i prilegayushchikh rayonakh [Paleotectonics and placement of oil and gas deposits in the Caspian sea and adjacent areas]. *Nedra Povolzhya i Prikaspiya* [Subsoil of the Volga and Caspian Sea], Saratov, Lower Volga research Institute of Geology and Geophysics Research Institute Publ. House, 1991, pp. 46–53.

9. Voronin N. I. *Paleotektonicheskie kriterii prognoza i poiska zalezhey nefti i gaza na drevnikh i molodykh platformakh (na primere Prikaspiyskoy vpadiny i prilegayushchikh rayonov Skifsko-Turanskoy platformy* [Paleotectonic criteria for prediction and search of oil and gas deposits on ancient and young platforms (on the example of the Caspian basin and adjacent areas of the Scythian-Turan platform], Moscow, 1988.

10. Voronin N. I. *Paleotektonicheskie kriterii prognoza i poiska zalezhey nefti i gaza (na primere Prikaspiyskoy vpadiny i prilegayushchikh rayonov Skifsko-Turanskoy platformy)* [Paleotectonic criteria for prediction and search of oil and gas deposits (on the example of the Caspian basin and adjacent areas of the Scythian-Turan platform)], Moscow, Geoinformmark Publ., 1999. 288 p.

11. Golchikova N. N. *Osobennosti tektonicheskogo razvitiya mezo-kaynozoyskogo kompleksa Severo-Zapadnogo Prikaspiya v svyazi s* [Features of tectonic development of the Mesozoic-Cenozoic complex of the North-Western Caspian region in connection with the petroleum potential], Stavropol, 1995.

12. Grigorovich V. Ya., Mitalev I. A., Serebryakov O. I. Kollektory nefti i gaza astrakhanskogo Prikaspiya [Reservoir of oil and gas of Astrakhan Pre-Caspian Region]. *Geologiya, geografiya i globalnaya energiya* [Geology, Geography and Global Energy], 2009, no. 2, pp. 60–63.

13. Kalyagin S. M. Vliyanie dizyunktivnykh narusheniy na raspredelenie zalezhey nefti i gaza v nadsolevom komplekse yugo-zapadnoy chasti Prikaspiyskoy vpadiny [The influence of disjunctive disturbances on the distribution of oil and gas deposits in the supra-salt complex of the South-Western part of the Caspian basin]. *XVI Gubkinskie chteniya : sbornik tezisov* [XVI Gubkin Readings. Proceedings], Moscow, 2002, pp. 239–243.

14. Kerimov V. Yu., Averbukh B. M., Milnichuk V. S. *Tektonika Severnogo Kaspiya i perspektivy neftegazonosnosti* [Tectonics of the Northern Caspian Sea and prospects of oil-gas bearing capacity]. *Sovetskaya geologiya* [Soviet Geology], 1990, no. 7, pp. 23–30.

15. Fedorov D. L. *Formatsii i neftegazonosnost podsolevogo paleozoya okrainnykh vpadin Yevropeyskoy platformy* [Formations and oil and gas content of the subsalt Paleozoic marginal depressions of the European platform], Moscow, Nedra Publ., 1979. 169 p.

16. Justyna Misiągiewicz Caspian region's hydrocarbon potential as a challenge for the energy security policy of the European Union. *Energy security in the Caspian region. Globalization and Security in Black Sea and Caspian Seas Region*, Tbilisi-Batumi, International Black Sea University Publ. House, 2012. – P. 102–117.

ПОСТСОВЕТСКАЯ ДИНАМИКА И ОПТИМИЗАЦИЯ СТРУКТУРЫ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ В СЕВЕРО-КАЗАХСТАНСКОЙ ОБЛАСТИ

Пашков Сергей Владимирович, кандидат географических наук, Северо-Казахстанский государственный университет им. М. Козыбаева, 150000, Республика Казахстан, г. Петропавловск, ул. Пушкина, 86, e-mail: sergp2001@mail.ru

На фоне смены общественно-экономической формации и краха совхозно-колхозной системы ведения хозяйства в структуре сельскохозяйственных угодий области произошел обвал доли пашни и 20-кратный рост площади залежей, дошедших в 1999 г. до пырейной стадии развития перелога. Путем анализа статистических данных определено, что наиболее устойчивая структура сельскохозяйственных угодий за весь рассматриваемый период характерна для лесостепных (северных) районов. Они обладают наиболее плодородными черноземными почвами с высшим баллом бонитета. В степных же угодиях, после развала СССР, наблюдалось 2–3-кратное падение доли пашни и увеличение площадей пастбищ и залежей, что обусловило экстенсификацию сельского хозяйства южных и особенно юго-восточных районов области. Сделан вывод, что основой для устойчивого роста агропроизводства и оптимального соотношения элементов агросферы должна стать сбалансированная ландшафтно-экологическая структура сельскохозяйственных угодий.

Ключевые слова: агроландшафтное районирование, залежи, землепользование, землеустройство, оптимизация, пастбища, пашня, Северо-Казахстанская область, сельскохозяйственные угодья, целинная кампания

POST SOVIET DYNAMICS AND OPTIMIZATION OF AGRICULTURAL LAND USE IN THE NORTH KAZAKHSTAN REGION

Pashkov Sergey V., C.Sc. in Geography, M. Kozybaev North Kazakhstan State University, 86 Pushkin st., Petropavlovsk, 150000, Republic of Kazakhstan, e-mail: sergp2001@mail.ru

During changing of socioeconomic formation and crash of state farm and collective farm system of housekeeping, in the structure of agricultural grounds of area there was a collapse of share of arable land and 20-fold growth of the area of the deposits which have reached in 1999 wheat grass stage of development ofold land. By the analysis of statistical data, it is defined that the steadiest structure of agricultural grounds for all considered period is characteristic of the forest and steppe (northern) areas having the most fertile black soils with the highest point of site class while in steppe, after the collapse of the USSR, 2–3-fold falling of a share of arable land and increase in the areas of pastures and deposits was observed that has caused an extensification of agriculture of the southern and especially southeast districts of the region. The conclusion is drawn that the balanced landscape and ecological structure of agricultural grounds has to become a basis for the steady growth of agroproduction and optimum structure of the agrosphere.

Keywords: agrolandscapedivision, deposit, land use, land management, optimization, pastures, arable land, North Kazakhstan region, virgin campaign

Итогом кампании 1954–1959 гг. в Северном Казахстане стал экспоненциальный рост доли пашни в структуре сельскохозяйственных угодий: сначала за счет распашки залежей, а позже – целины, достигнув абсолютного максимума в 1958 г. В разрезе областей Целинного края доля пашни от площади сельскохозяйственных угодий к моменту завершения целинной эпопеи колебалась от 26,2 % в Павлодарской до 62 % в Северо-Казахстанской областях. В связи с курсом на экстенсивную модель земледелия, площади пахотных земель в Северо-Казахстанской области (далее – область) директивно увеличивались до второй половины 70-х гг. за счет ввода в оборот малопродуктивных земель и сельскохозяйственных неудобий. Одновременно путем мелиорирования, зачастую экономически необоснованного, расширялись площади сельскохозяйственных угодий. В 1967 г. Они стабилизировались и сохранились в относительно стабильной структуре до 1991 г.

Целью работы является компаративный анализ структуры сельскохозяйственного землепользования области в постсоветский период и поиск путей ее оптимизации.

Первые попытки комплексной оценки последствий освоения земель Северного Казахстана с анализом установившейся структуры землепользования были предприняты уже в ходе целинной кампании. Однако они еще не носили прогнозно-объяснительного характера, а лишь констатировали трансформацию ландшафтов, которая, на тот момент, еще не носила необратимый характер. Последующие исследования носили сугубо экономический характер и были инициированы актуальными запросами сельского хозяйства. Первое произведение научного плана, включающее полновесный геоэкологический анализ распашки степных пространств Северного Казахстана, пришлось на постсоветский период и включает в себя результаты экспедиционных исследований прошлых лет [3]. Аналогичные исследования по региону, территориально охватывающие область в старых границах 1997 г., идентифицируют не только геоэкологические, но и экономические изменения первой постсоветской пятилетки [1]. Что же касается современных исследований, то все они носят практикоориентированный характер и посвящены поиску решений агроландшафтного районирования пахотных угодий [4, 6], а также дистанционному зондированию сельскохозяйственных земель [2, 5].

Развал СССР и смена форм собственности внесли решающий вклад в изменение структуры землепользования и систему землеустройства области. Сокращение посевных площадей началось в регионе в 1992 г., в результате сокращения, а впоследствии и прекращения государственных дотаций АПК.

В 1996 г., в сравнении с предыдущим, площадь пашни сразу обвалилась на 746 тыс. га (21 %), что является абсолютным показателем за всю историю постцелинного земледелия области. Наиболее сильно это коснулось южных (степных) районов бывшей Кокчетавской области. Там максимальное падение, в сравнении с докризисным периодом, составило 1067 тыс. га (45 %) тех самых малопродуктивных земель, о которых шла речь выше. В это же время в североказахстанской подзоне (преимущественно, лесостепные районы) площадь пашни в этот же период сократилась лишь на 216 тыс. га (9 %) (рис. 1).

Если к моменту завершения основного поднятия целинных и залежных земель, в 1958 г., соотношение площади пашни в кокчетавской и североказахстанской подзонах составляло 63:37, то в начале кризиса (в 1992 г.) – 60:40. В 1998 г., на который пришелся абсолютный минимум посевных пло-

щадей за весь постцелинный период (2618 тыс. га), северная часть области даже превзошла южную – 49:51. Последние 15 лет данное соотношение практически не претерпело изменений и на сегодняшний день составляет 52:48. Примерно такая же пропорция, с небольшими колебаниями, наблюдается и по пастбищным угодьям – 55:45. Сравнение элементов агроландшафтов лесостепной и степной зон области представлено в таблице.

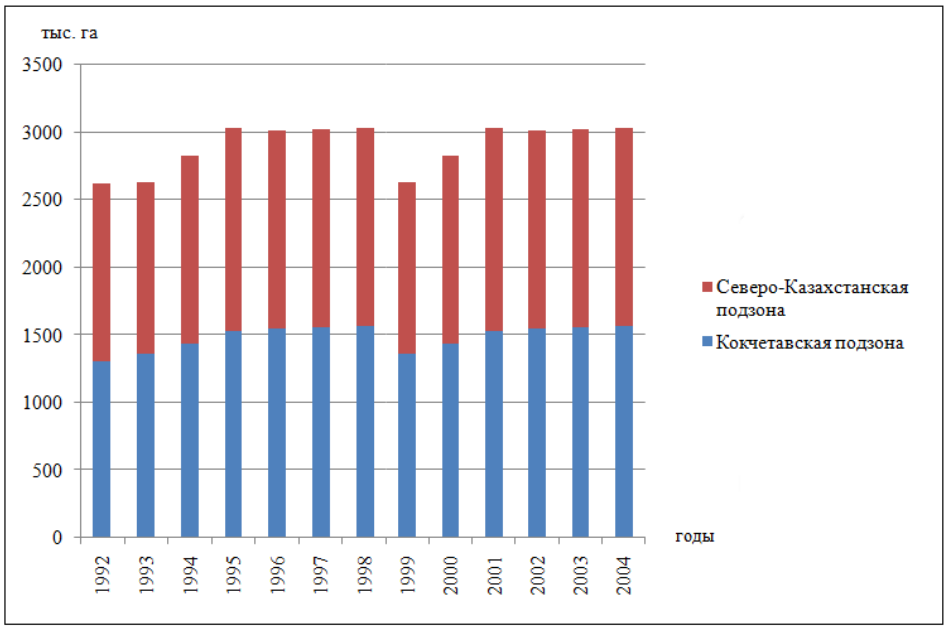


Рис. 1. Динамика посевных площадей в Северо-Казахстанской области (1992–2004 гг.; в 1997 г. Северо-Казахстанская область была образована путем слияния одноименной области с Кокчетавской)

Таблица

Усредненная структура агроландшафтов Северо-Казахстанской области (в %)

Компоненты агроландшафта	Лесостепь	Степь
Лесные	14–16	2–4
Лесокультурные	5–7	3–5
Сенокосные	4–6	2–3
Пастбищные	30–35	40–45
Полевые	35–40	35–45
Водные	6–9	4–6

Начиная с 1999 г., благодаря принятой Государственной программе по развитию зернового хозяйства страны, посевные площади в области были не только восстановлены до показателей кризисного 1998 г., но и превзошли их на 13 тыс. га, стабилизировавшись на уровне 2,6 млн га.

Анализируя динамику посевных площадей за 1992–2004 гг. по административным районам области, важно отметить, что снижение площади пашни в кризисный период отмечалось в 12 из 13 административных районов. В административных границах районов динамике посевных площадей характерна неоднородность, позволяющая группировать районы по степени сокращения посевных площадей.

Группу районов с минимальным падением посевных площадей (от 10 до 40 тыс. га) образуют в порядке убывания: Мамлютский, Жамбылский, М. Жумабаева и Аккайынский лесостепные районы. Начиная с 2000 г. там зафиксирована стабилизация площади пахотных земель. В Кызылжарском – одном из наиболее благоприятных по агроклиматическим характеристикам для ведения зернового хозяйства и обладающего самыми плодородными черноземными почвами с высшим баллом бонитета (до 80), в кризисный период произошло даже увеличение площади пашни на 9 тыс. га. В целом указанные лесостепные районы характеризуются наиболее оптимальными условиями ведения богарного земледелия и максимальными среднемноголетними урожаями зерновых культур в области.

Акжарский и Уалихановский районы, которые относятся к территории высокого риска богарного земледелия, типичного для умеренно-засушливой и сухостепной зон Северного Казахстана, характеризуются абсолютным снижением посевных площадей (60–80 тыс. га). На всем протяжении 90-х гг. они демонстрировали устойчивую тенденцию к сокращению пахотных земель. Причина этого кроется в том, что в годы целинной кампании до 80 % распаханных земель бывшей Кокчетавской области относились к III категории пахотнопригодности – почвы легкого механического состава, бедные органическими веществами или с включением солонцов до 25 %, с низшим баллом бонитета в области (≤ 40). В указанных районах установившая доля пашни (к 2001 г. доля пахотных земель от общей площади сельскохозяйственных угодий сократилась от 40–45 % до 12–15 %) сохранилась до сегодняшнего дня, с небольшими колебаниями по годам.

Однако сокращение пахотных земель сопровождалось не только переводом их в залежи. Так, в 1992–1993 гг. из сельскохозяйственного оборота было выведено 82 тыс. га, в том числе: в связи с расширением границ населенных пунктов – 38 тыс. га, для водоохранных зон – 24 тыс. га и для создания / восстановления лесоохранных зон – 20 тыс. га [1].

Передовая практика развитых стран убедительно показывает, что одной из мер оптимизации структуры сельскохозяйственного землепользования является агроландшафтное районирование. Первое постцелинное природно-сельскохозяйственное районирование Северного Казахстана было проведено по результатам работы Целинной экспедиции географического факультета МГУ, в основу которого положены материалы ландшафтно-типологической съемки и общенаучного физико-географического районирования всей территории. Помимо этого, были широко использованы данные агропроизводственной группировки и бонитировочной оценки пахотнопригодных земель и естественных кормовых угодий. Природно-сельскохозяйственное районирование, строясь на естественно-исторической основе, но, имея узкоспециализированные цели, выгодно отличается от общенаучного физико-географического по системе единиц районирования и их характеристикам. Решающее значение придается почвенно-биоклиматическим показателям, определяющим агропроизводственный потенциал. В связи с этим на первый план выступают зональные и зонально-провинциальные единицы районирования в системе: «природные зоны – провинции – округа» с созданием новой фациально-урочищной структурой.

Проектные институты землеустройства «Казгипрозем» и «Целингипрозем» совместно с НИИ почвоведения АН КазССР, на основе имеющихся планов, картографических материалов и огромного геоинформационного масси-

ва материалов землеустройства, а также почвенных, агрохозяйственных, ботанико-кормовых и водохозяйственных обследований. Еще в 70-х гг. предприняли попытку создания единого земельного кадастра, позволившего провести бонитировку почв. Данный кадастр является важнейшим фактором для качественной оценки земель сельскохозяйственного назначения. Данный кадастр положен в основу действующей системы определения бонитета почв в границах природно-сельскохозяйственных зон области.

Интенсификация производства и высокий уровень оснащенности основными производственными фондами обусловили стабилизацию структуры сельскохозяйственных угодий в области с 10-х гг. В то же время наметившийся в последние годы курс на увеличение доли пашни в южной лесостепи Северного Казахстана вызывает большую тревогу и озабоченность. Фрагментарно поднимаются не только залежи, заброшенные в 90-х гг., но и целинные луговые степи (рис. 2), обладающие редкими эталонными почвами (преимущественно лугово-черноземные) и значительным биоэкологическим потенциалом.



Рис. 2. Распашка целинной богаторазнотравной луговой степи южной лесостепи (Кызылжарский район, май 2018 г.)

Современным трендом диверсификации структуры пахотных земель является курс на сокращение доли зерновых с нынешних 68 % до 40 % к 2025 г., с параллельным увеличением площадей, занятых под масличными культурами. Только за 2017 г. их площадь увеличилась с 512 до 712 тыс. га (16 %) при общей площади пашни – 4377 тыс. га. В целом на настоящий момент соотношение площади пашни и пастбищ в области находится в пропорции 62:38, с пренебрежимо малой долей залежей. В то время как экологоприемлемый уровень распашки лесостепных и особенно степных территорий (по мнению большинства отечественных и зарубежных ученых-экологов) не должен превышать 50 % площади ландшафта. В области данный порог превышен в 6 районах, а в двух степных (Г. Мусрепова и Тимирязевском) – доля пашни составляет 70 % и выше. Очевиден факт неэкологичной структуры сельскохозяйственного землепользования в области, начиная с нулевых годов. Однако, учитывая аграрный профиль экономики региона и всевозрастающую роль АПК в формировании ВРП, надежд на адаптивно-ландшафтное

землепользование, основанное на контурно-ландшафтной организации территории и выработке на индуктивной основе законодательных норм использования и охраны земель, становится все меньше.

В южных районах умеренно-засушливой и сухой степи, где в начале 90-х гг. было заброшено около 1000 тыс. га. В настоящее время осуществляется мелиорация и коренное улучшение пастбищных угодий на месте целинно-залежной степи в целях развития районированного животноводства. Наиболее оптимальным вариантом видится использование целинно-залежных пастбищ под выпас крупного рогатого скота породы казахская белоголовая, отличающейся крайней неприхотливостью к подножному корму, самым крупным среднесуточным привесом и наибольшей рентабельностью разведения в данным агроклиматических условиях. Животные данной породы идеально приспособлены к поеданию ксерофитных растений сухостепной зоны и выпасаются на естественных пастбищах практически круглогодично (рис. 3).



Рис. 3. Скот казахской белоголовой породы на естественных пастбищах разнотравно-красноковыльной степи (Уалихановский район, июль 2018 г.)

В заключение можно сделать следующие выводы:

1. Проведенный анализ трансформации структуры сельскохозяйственных угодий области за постсоветский период показал обвал пахотных площадей в 90-х гг. прошлого века: от 8–10 % в лесостепных районах до 40–60 % в южных, умеренно-засушливо-степных и сухостепных – и кратковременный 20-кратный рост залежных площадей.

2. Изученная современная структура сельскохозяйственных угодий региона, считающаяся, с некоторыми оговорками, наиболее утилитарной в Северном Казахстане, полностью отражает экономические реалии, когда на фоне возросшего спроса на масличные культуры наблюдается возрастающая динамика доли пашни, при некотором сокращении площади высокопродуктивных пастбищных угодий луговых степей лесостепной зоны.

3. Одной из мер по экологической оптимизации структуры земель сельскохозяйственного пользования области должно стать ландшафтно-адаптивное землеустройство, базирующееся на принципах устойчивого сельскохозяйственного землепользования и агроландшафтного районирования.

Список литературы

1. Белецкая Н. П. Структура землепользования Северо-Казахстанской области (в новых границах) / Н. П. Белецкая, Н. П. Ляхова, В. В. Денинг, Л. Г. Фельк. – Режим доступа: http://savesteppe.org/ru/archives/5168, свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус.
2. Крамер Р. Анализ длительной динамики изменения землепользования и потенциал расширения пахотных земель за счет заброшенных земель в регионе освоения целинных земель Казахстана / Р. Крамер, А. Прищепов, Д. Мюллер, Т. Кюммерле, В. Раделофф, А. Дара, А. Терехов, М. Фрюхауф // Земля из космоса – наиболее эффективные решения. – 2015. – Специальный выпуск. – С. 20–27.
3. Николаев В. А. Ландшафты азиатских степей / В. А. Николаев. – Москва : Московский университет, 1999. – 288 с.
4. Садвахасова Г. Б. Землеустройствонаагроландшафтнойоснове / Г. Б. Садвахасова // Сейфуллинские чтения – 9: новый вектор развития высшего образования и науки : материалы Международной конференции. – 2013. – Т. 1, ч. 1. – С. 20–21.
5. Терехов А. Г. Принципы агроландшафтного районирования пахотных земель Северного Казахстана по данным Landsat и Modis / А. Г. Терехов, И. С. Витковская, М. Ж. Батырбаева, Л. Ф. Спивак // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса, 2010. – Т. 7, № 3. – С. 292–304.
6. Шаяхметова А. С. Агроландшафтная система земледелия Северо-Казахстанской области / А. С. Шаяхметова. – Петропавловск : СКГУ им. М. Козыбаева, 2017. – 150 с.

References

1. Beletskaya N. P., Lyakhova N. P., Dening V. V., Felk L. G. *Struktura zemlepolzovaniya Severo-Kazakhstanskoy oblasti (v novykh granitsakh)* [Structure of land use of the North Kazakhstan region (in new borders]. Avaiable at: http://savesteppe.org/ru/archives/5168.
2. Kramer R., Prishchepov A., Myuller D., Kyummerle T., Radeloff V., Dara A., Terekhov A., Fryukhauf M. Analiz dlitelnoy dinamiki izmeneniya zemlepolzovaniya i potentsial rasshireniya pakhotnykh zemel zaschet zabroshennykh zemel v regione osvoeniya tselinnykh zemel Kazakhstana [The analysis of long dynamics of change in land use and potential of expansion of arable lands at the expense of waste lands in the region of development of virgin lands of Kazakhstan]. *Zemlya iz kosmosa – naibolee effektivnye resheniya* [Earth from Space – the Most Effective Solutions], 2015, special issue, pp. 20–27.
3. Nikolaev V. A. *Landshafty aziatskikh stepey* [Landscapes of Asian steppes], Moscow, Moscow University Publ. House, 1999. 288 p.
4. Sadvakhasova G. B. Zemleustroystvo na agrolandshaftnoy osnove [Land management on the agrolandscape basis]. *Seyfullinskie chteniya – 9: novyy vector razvitiya vysshego obrazovaniya i nauki : materialy Mezhdunarodnoy konferentsii* [Sejfullin Readings – 9: A New Vector in the Development of Higher Education and Science. Proceedings of the International Conference], 2013, vol. 1, part 1, pp. 20–21.
5. Terekhov A. G., Vitkovskaya I. S., Batyrbaeva M. Zh., Spivak L. F. Printsipy agrolandshaftnogo rayonirovaniya pakhotnykh zemel Severnogo Kazakhstana po dannym Landsat i Modis [The principles of agrolandscape division of arable lands of Northern Kazakhstan according to Landsat and Modis]. *Sovremennye problem distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa* [Modern problems of remote sensing of the Earth from space], 2010, vol. 7, no. 3, pp. 292–304.
6. Shayakhmetova A. S. *Agrolandshaftnaya sistema zemledeliya Severo-Kazakhstanskoy oblasti* [Agrolandscape system of agriculture of the North Kazakhstan area], Petropavlovsk, North Kazakhstan State University named after. M. Kozybaev Publ. House, 2017. 150 p.

КАРСТОВЫЕ ПРОВАЛЫ В РАЙОНЕ ОЗЕРА БАСКУНЧАК

Головачев Илья Владимирович, кандидат географических наук, доцент, Астраханский государственный университет, Астраханское отделение Русского географического общества, 414025, Российская Федерация, г. Астрахань, ул. Татищева, 16, e-mail: bask_speleo@mail.ru

В процессе формирования Прикаспийской низменности, на её территории неоднократно складывались благоприятные условия для карстообразования. В настоящее время карстующиеся породы выходят на дневную поверхность на разрозненных ло-

кальных территориях. Они приурочены к обнажающимся кепрокам соляных куполов. Современные карстовые процессы в окрестностях озера Баскунчак протекают на протяжении около 40 тыс. лет, по окончании раннехвалынской трансгрессии Каспия. Карстовый рельеф района нестабилен и характеризуется высокой активностью. В данной статье целью исследования являются провальные воронки. Они встречаются в Баскунчакском карстовом районе двух типов: суффозионно-провальные (или суффозионно-карстовые) и коррозионно-провальные (или коррозионно-гравитационные). В первом случае образование воронки происходит за счёт обрушения свода полости, образовавшейся в рыхлых отложениях, вследствие вмывания покровных отложений в нижележащие полости карстующегося цоколя. Во втором случае провал образуется за счёт обрушения свода карстовой полости в коренной породе. На активность развития провалообразования оказывают влияние различные природные и антропогенные факторы. К природным факторам, оказывающим влияние на развитие карстового рельефа, можно отнести аномально большие объёмы разововыпадающих осадков, интенсивное стаивание мощного снежного покрова, активизацию процессов солянокупольной тектоники, подземные паводки. Антропогенные факторы представлены перевыпасом скота, вибрацией грунтов, искусственным понижением уровня грунтовых (карстовых) вод, тампонированием водоотводящих дренирующих каналов и др.

Ключевые слова: гипсовые кепроки, соляные купола, сульфатный карст, провалообразование, провальные воронки, карстовые провалы, суффозионно-карстовые провалы, карстовый рельеф, озеро Баскунчак, Северный Прикаспий

KARST HOLES IN LAKE BASKUNCHAK AREA

Golovachev Ilya V., C.Sc. in Geographical, Associate Professor, Astrakhan State University, Astrakhan Office of the Russian Geographical Society, 16 Tatishchev st., Astrakhan, 414025, Russian Federation, e-mail: bask_speleo@mail.ru

In the course of Caspian depression formation, in its territory repeatedly there were good conditions for a karstification. Now karsting rocks come to a day surface in separate local territories. They are dated for the bared keproka of the hydrochloric domes. The modern karst processes near Baskunchak Lake area proceed for about 40 thousand years, upon transgression of the Caspian Sea. The karst relief of the area is unstable and is characterized by high activity. In this article research objectives are collapsed holes. There are two types of them in the Baskunchak karst district: solution sinkhole (or solution-karst) and corrosion-collapsed (or corrosion-gravitational). In first case the hole formation happens due to the collapse of the arch of the cavity formed in friable deposits owing to cover deposits removal in underlying cavities of karst. In the second case the hole is formed due to the collapse of the arch of a karst cavity in radical breed. On activity of collased holes formation influence various natural and anthropogenic factors. To the natural factors affecting on development of a karst relief belong anomalously large volumes of rainfalls, an intensive thawing of potent snow cover, activization of processes of soltdome tectonics, underground floods. Anthropogenic factors are presented by a cattle repasture, vibration of soils, simulated lowering of the level of ground (karst) waters, a stypage of the water taking away draining channels, etc.

Keywords: plaster keprok, the hydrochloric domes, sulphatic karst, collapsed holes, karst failures, solution sinkholes, karst relief, Lake Baskunchak, North Caspian Sea

Карст в районе озера Баскунчак обусловлен выходом на дневную поверхность осадочных пород позднепалеозойского возраста, представленных нижнепермскими гипсами кунгурского яруса. Гипсы подняты на дневную поверхность вследствие соляной тектоники и составляют верхнюю часть кепрока солянокупольного массива. В этой части интенсивно протекают современные карстовые процессы, и она является наиболее доступной для ис-

следований. Карстующиеся гипсы окаймляют чашу озера Баскунчак неравномерно и выходят на дневную поверхность в виде карстовых полей [3]. Современные карстовые процессы в окрестностях озера Баскунчак протекают на протяжении около 40 тыс. лет, по окончании раннехвалынской трансгрессии Каспия. Гипсовые карстующиеся породы перекрыты рыхлой толщей хвалынских отложений. Вследствие этого карст относится к типу покрытого.

Провальные воронки в окрестностях озеа Баскунчак упоминаются в трудах многих исследователей, таких как П.С. Паллас, И.Б. Ауэрбах, И.В. Мушкетов, П.А. Православлев, А.Н. Страхов, П.А. Тутковский, А.Н. Мазарович, А.А. Гедеонов [1, 7].

Однако все описания «падей», «провалов», «провальных ям» и «провальных воронок» были сделаны бегло, вскользь, без должных описаний форм и размеров, при общей характеристике рельефа данного района. Часто под этими терминами понимаются любые карстовые воронки, без учёта их происхождения.

Наиболее интересной и полной является работа московского учёного, сотрудника ВСЕГИНГЕО – С.И. Парфёнова [18]. В 1993 г. по заданию Приволжской гидрогеологической экспедиции он исследовал карст района окрестностей озера Баскунчак. Опираясь на аэрофотосъёмку 1951 и 1991 гг., данные бурения и геофизики, а также собственные наблюдения, он не только дал общую характеристику карста района, но и составил карту районирования карста на исследуемой территории. Им выделены карстовые районы и участки, а также дана их характеристика по устойчивости (количество провалов в год). Этим автором многогранно и довольно полно была обследована территория, прилегающая к карстовому провалу, образовавшемуся в 1989 г. западнее посёлка Нижний Баскунчак [18].

С 1986 г. и по настоящее время изучением карста и пещер района Баскунчака занимается секция спелеологии и карстоведения Астраханского отделения Русского географического общества [3–16]. В том числе много внимания во время спелеологических экспедиций уделяется многолетнему мониторингу за состоянием карстовых провалов, имеющихся на территории Прибаскунчакского карстового района, а также выявлению и обследованию новых образующихся провалов.

Наиболее распространённой формой карстового рельефа в данном районе являются многочисленные карстовые воронки. Они представлены тремя основными генетическими типами: 1) поверхностного выщелачивания, или коррозионные; 2) провальные, или гравитационные (образуются при обрушении свода подземной полости); 3) просасывания, или коррозионно-суффозионные, а также коррозионно-суффозионно-эрозионные (образуются при вмывании и проседании рыхлых покровных отложений в нижележащие полости).

В данной статье целью исследования являются провальные воронки. Они встречаются в данном районе двух типов: суффозионно-провальные (или суффозионно-карстовые) и коррозионно-провальные (или коррозионно-гравитационные). В первом случае образование воронки происходит за счёт обрушения свода полости, образовавшейся в рыхлых отложениях, вследствие вмывания покровных отложений в нижележащие полости карстующегося цоколя. Во втором случае провал образуется за счёт обрушения свода карстовой полости в коренной породе.

Суффозионные провалы с карстовой провокацией характерны для Шаровской балки и других участков, имеющих большую толщу рыхлых отложений поверх карстующихся гипсовых пород [16]. Примером может служить

типичный грунтовый провал, обнаруженный в мае 2001 г. Он образовался скорее всего в 2000 г. Провал расположен на склоне южной экспозиции балки Шаровская (рис. 1). Максимальная глубина провала до 4,0 м. Диаметр горловины около 3,0 м. На глубине около 2,0 м провал меридионально расширяется до 5,0 м в длину. Граница расширения приходится на смену состава вмещающих отложений. Плотные светлые супеси сменяются более рыхлыми комковатыми тёмнокоричневатыми суглинками с включением хвалынской ракуши. Под горловиной на дне расположен обвальный конус высотой около 0,5 м. Карстующиеся гипсы в стенах провала не обнажаются, однако залегают ниже и вскрываются в днище балки.



Рис. 1. Суффозионно-карстовый провал в балке Шаровская (фото И.В. Головачева)



Рис. 2. Коррозионно-гравитационный провал в балке Шаровская (фото А.С. Сергеева)

В этой же балке можно наблюдать и коррозионно-гравитационный провал, образовавшийся примерно в 1993–1994 гг. в гипсовых породах вследствие обрушения каменного свода небольшой карстовой камеры (рис. 2). Диаметр вскрывшейся подземной полости – около 6,0 м., при высоте 2,5–3,0 м. Входная горловина, расположенная на периферии свода полости, имеет диаметр около 2,5 м. Провал был обнаружен в мае 1995 г. в ходе экспедиционных работ членами секции спелеологии и карстоведения Астраханского отделения РГО.

Наиболее крупный стаканообразный провал произошёл 26.09.1989 г. в непосредственной близости от грейдера на участке между Средним и Нижним Баскунчаком. Провал был обследован 28.09.1989 г. членами специальной экспертной комиссии, созданной решением «Астрахань ТИСИЗ» [18]. Согласно акту обследования, размер широтно вытянутой горловины провала составил 15,0 м × 18,5 м, при глубине около 20,0 м. Весь видимый разрез провала был сложен толщей рыхлых некарстующихся отложений, представленных отложениями горизонтально залегающих суглинков и нижележащих мелкозернистых плотных песков (рис. 3). Гипсовые карстующиеся породы залегают в районе провала на глубине около 23 м от поверхности. По словам очевидцев: провал произошёл мгновенно, сопровождался гулом и выбросом вверх рыхлого суглинистого грунта, из глубины провала доносился шум текущей воды, с края провала его дно не просматривалось, обнажения карстующихся гипсов в стенах провала также не было отмечено. Причиной образования провала стало обрушение свода карстового водоотводящего канала, перекрытого мощной толщей рыхлых древнекаспийских отложений. К сожалению, этот провал был поспешно засыпан и в связи с этим в должной мере не обследован. На засыпку

провала потребовалось 2600 м^3 суглинка и глыб гипса из отвалов гипсового карьера. Тампонажный грунт в районе провала проседал ещё несколько лет.

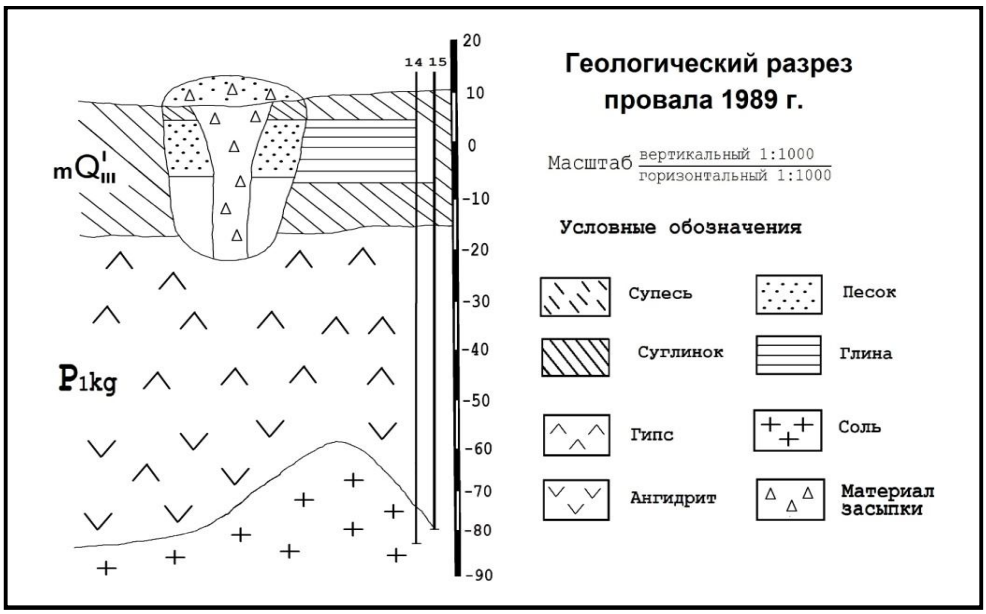


Рис. 3. Геологический разрез провала 1989 г. [18]

В марте 1992 г. в непосредственной близости от этого провала, но уже южнее грейдера, бесшумно образовался ещё один провал сводообразной формы [18]. Его овальная горловина имела размеры 4,0 м × 3,0 м. Глубина провала составила около 10,0 м. В средней и нижней части провала грунтовые стенки бутылкообразно расширялись до 15,0–20,0 м. Карстующиеся породы в стенках провала не обнажались. Провал также был засыпан гипсовыми глыбами из отвалов гипсового карьера, расположенного в районе посёлка Средний Баскунчак. К 1994 г. за счёт обрушения горловина провала расширилась до 10,0 м.

В 1994 г. рядом с провалом 1992 г. образовался крупный суффозионно-карстовый стаканообразный провал диаметром и глубиной около 10 м (рис. 4). Карстующиеся породы не обнажались. Стены провала были сложены в основном суглинками. Дно провала завалено обрушившимся рыхлым грунтовым материалом. Этот провал был лично обследован автором статьи [7].

Карстовые провалы образуются и в населённых пунктах. Так, например, 10.08.2007 года в 21.00 ч. в посёлке Нижний Баскунчак по ул. Горького, дом 14 образовался суффозионно-карстовый провал на приусадебном участке домовладения (рис. 5).

Провал был обследован 15.08.2007 г. специально созданной комиссией, возглавляемой Главой МО «пос. Нижний Баскунчак» – В.А. Сыроватским. По результатам обследования был составлен Акт осмотра провала грунта. Из материалов Акта следует, что провал произошёл на грядках с помидорами в 5,5 м от дома. Горловина провала овальной формы и имеет размеры 1,2 м × 1,4 м. Грунтовые стенки провала с глубиной расширяются до 3,0 м × 3,5 м. Глубина провала составила около 6,0 м. Скорее всего, спровоцировать образование провала могла утечка воды из водопровода и чрезмерный полив. В глубине под провалом происходило благодаря этому активное вмывание рыхлых грунтов в

карстующиеся породы кепрока и образование пустоты, свод которой со временем обрушился. В дальнейшем провал был засыпан.



Рис. 4. Карстовый провал, образовавшийся в 1994 г. (фото О.Н. Аншакова) [7]



Рис. 5. Провал в посёлке Нижний Баскунчак (Фото О.М. Вязьмина)

Осенью 2011 г. в ходе экспедиционных работ удалось обнаружить севернее устьевой части балки Шаровская небольшое отверстие на земной поверхности диаметром около 0,25 м, за которым просматривалось бутылкообразное расширение (рис. 6). Горловина зарождающего провала при помощи сапёрной лопаты была расширена до диаметра 0,9 м и стала достаточной для спуска в него и дальнейшего обследования (рис. 7). Максимальная глубина провала составила 2,1 м. Стенки провала были сложены переслаивающимися коричневыми глинами мощностью 15–20 см и жёлтыми тонкими песчаными

прослоями мощностью до 5 см (рис. 8). Под горловиной в центральной части провала на дне располагался конус обрушенного материала, залегающий ниже бровки провала на 1,3 м (рис. 9).



Рис. 6. Отверстие в земле над будущим провалом (фото А.С. Сергеева)



Рис. 7. Искусственно вскрытая горловина провала (фото И.В. Головачева)



Рис. 8. Вид внутренней стенки провала (фото А.С. Сергеева)

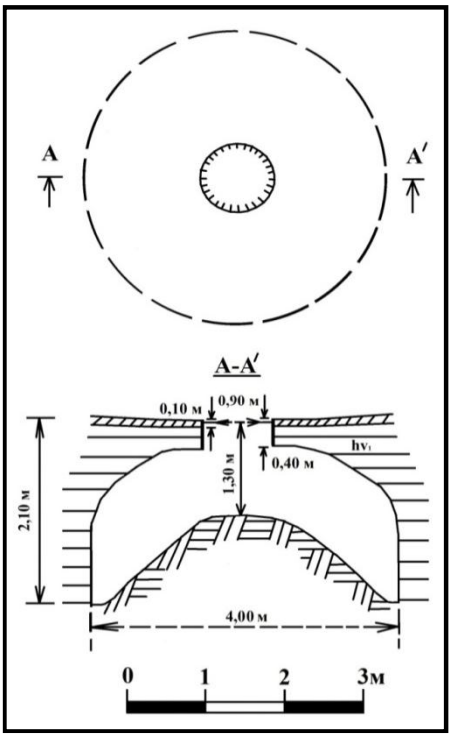


Рис. 9. План и разрез провала 2011 г. (Съёмка И.В. Головачева)

Этот обнаруженный провал позволил практически изучить зарождающийся суффозионно-карстовый провал на стадии, предшествующей его вскрытию.

Последний крупный карстовый провал образовался в 2008 г. на северном карстовом поле в непосредственной близости от чабанской точки «Кошара Тургай» (рис. 10).



Рис. 10. Карстовый провал в районе кошары Тургай (фото Е.А. Лисицы)

Провал удалось вовремя обнаружить [15, 16]. Он был найден и обследован членами секции спелеологии карстоведения Астраханского отделения РГО 03.10.2014 г. в ходе проведения экспедиционных работ на северном гипсовом поле. Время образования провала и другие подробности его вскрытия сообщил чабан с точки «Кошара Тургай».

Горловина провала на момент обследования имела слабо овальную форму, вытянутую в меридиональном направлении. Её размер составил около 15,5 м × 17,5 м., при глубине до 6,0 м (рис. 11).

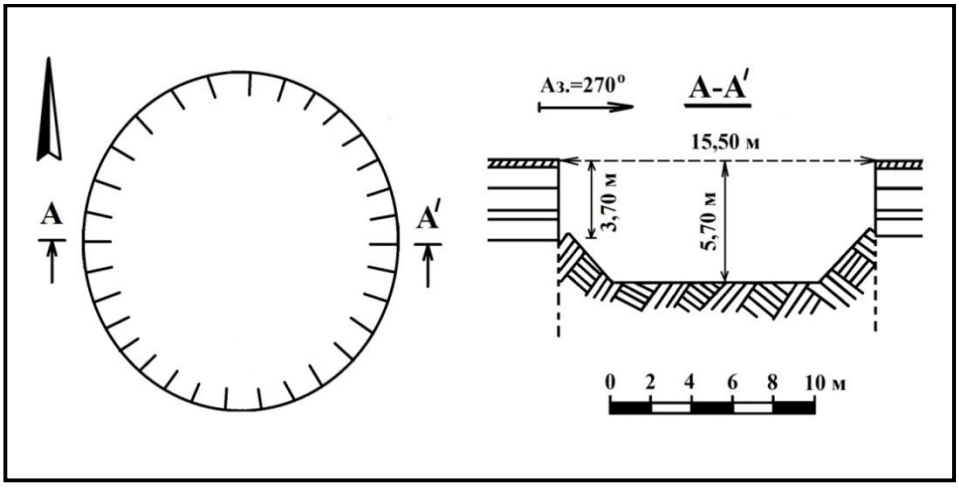


Рис. 11. План и разрез провала 2014 г. (Съёмка И.В. Головачева)

Провал заложен в горизонтально залегающих рыхлых песчано-глинистых отложениях. В стенках провала сверху вниз обнажаются следующие слои:

1) тёмно-коричневые комковатые суглинки, прикрытые тонким дерновым слоем (мощность слоя – 0,30 м);

2) светло-коричневые супеси, рыхлые, тонкие, однородные (мощность слоя – 1,40 м);

3) тонкий слой, насыщенный раковинами (мощность слоя – 0,10 м);

4) глинистый светло-коричневый слой с шестоватой текстурой, с горизонтальной слоистостью, редкими включениями раковин, плотный, хорошо выражен (мощность слоя – 1,25 м);

5) светло-коричневый песчаный слой, песок тонкозернистый однородный, рыхлый (мощность слоя – 0,12 м);

6) аналогичен слою № 4, но глинистые слойки толщиной по 5,0–10,0 см с песчаными прослойками (мощность слоя – 0,55 м);

7) тонкозернистый пестроцветный слой мощностью 2,0 см, обильно содержащий детрит (мелкие обломки хвалынских раковин);

8) однородный слой плотной пылеватой супеси.

Ниже залегающие слои неразличимы.

Гипсовые породы не обнажаются. Стенки провала вертикальные, дно плоское, сухое. Провал произошёл внезапно и без предварительного проседания грунта. На момент обследования по периметру провала образовались трещины на расстоянии 0,4–1,0 м от бровки горловины провала. Провал остался не засыпанным, и в дальнейшем можно проводить наблюдения за его развитием.

В процессе дальнейшего развития провальные воронки становятся за счёт обрушения стенконусообразными и выположенными (рис. 12). Для них характерны правильные округлые формы без эрозионных врезов и, как правило, общая симметричность.



Рис. 12. Старый провал в районе кошары Тургай (фото М.А Соколова)

Можно с уверенностью отметить, что карстовый рельеф в этом районе нестабилен и характеризуется высокой активностью. Согласно исследованиям Приволжской гидрогеологической экспедиции [18], проведённым в 1991–1992 гг., в ходе которых осуществлены полевые обследования карста, сделаны сравнительная характеристика и анализ аэрофотосъёмок закарстованных территорий в окрестностях озера Баскунчак, были получены данные о плотности карстовых воронок (количество воронок на км^2) и активности поверхностного карста (количество воронок в год на км^2). С.И. Парфёновым [18] даются следующие характеристики активности и поражёности карстовых полей:

1) центральная часть северного карстового поля («северный карстовый район» – по С.И. Парфёнову): плотность воронок – до 100–200 шт / км^2, активность карста – 0,5–1,8 шт / год·км^2;

2) западная часть северного карстового поля («западный карстовый район» – по С.И. Парфёнову): плотность воронок – максимально до 67,5 шт / км^2, активность карста – 1,6 шт / год · км^2;

3) восточная часть северного карстового поля и восточное гипсовое поле («северо-восточный карстовый район» – по С.И. Парфёнову): плотность воронок – около 80 шт / км^2, активность карста – 0,5 шт / год · км^2;

4) южное карстовое поле («южный район современного гипсового карста» – по С.И. Парфёнову): плотность воронок – 140 шт / км^2, активность карста – 0,5 шт / год · км^2;

5) Куба-Тауский карстовый участок («восточный карстовый район» – по С.И. Парфёнову): о плотности воронок (единичные воронки) и активности карста на этом участке данных пока нет.

На активность развития провалообразования оказывают влияние различные природные и антропогенные факторы [5]. К природным факторам, оказывающим влияние на развитие карстового рельефа, можно отнести аномально большие объёмы разововыпадающих осадков, интенсивное стаивание мощного снежного покрова, активизацию процессов солянокупольной тектоники, подземные паводки. Антропогенные факторы представлены перевыпасом скота, вибрацией грунтов, искусственным понижением уровня грунтовых (карстовых) вод, тампонированием водоотводящих дренирующих каналов и др.



Рис. 13. Аншлаг на обочине автодороги (фото И.В. Головачева)

Карстовые процессы представляют определённую опасность при освоении закарстованных территорий, вследствие образования всевозможных провалов и просадок на земной поверхности и обвалов под землёй (рис. 13). В связи с этим хозяйственное и туристско-рекреационное освоение таких территорий в дальнейшем без учёта воздействия карста недопустимо.

На основании вышеизложенного считаю необходимым дальнейшее планомерное, полномасштабное обследование карстовых форм и явлений в окрестностях озера Баскунчак, а также проведение многолетнего геодинамического мониторинга.

Список литературы

1. Гвоздецкий Н. А. Карстовые явления в окрестностях оз. Баскунчак / Н. А Гвоздецкий // Памяти профессора Александра Николаевича Мазаровича : сб. ст. – Москва : Моск. о-во испытателей природы, 1953. – С. 182–191.

2. Гвоздецкий Н. А. Карст / Н. А. Гвоздецкий – Москва : Мысль, 1981.

3. Головачев И. В. Карст окрестностей озера Баскунчак / И. В. Головачев // Карстоведение – XXI век: теоретическое и практическое значение : мат-лы Междунар. симпозиума 25–30 мая 2004 г. – Пермь : Пермский ун-т, 2004. – С. 113–118.

4. Головачев И. В. Карстовые явления в окрестностях озера Баскунчак / И. В. Головачев // Богдинско-Баскунчакский заповедник и его роль в сохранении биоразнообразия севера Астраханской области. Перспективы развития экологического туризма : сб. науч. ст. – Астрахань : АГТУ, 2004. – С. 15–20.

5. Головачев И. В. О факторах активизации карстового рельефа в районе озера Баскунчак / И. В. Головачев // Геология, география и глобальная энергия. – 2009. – № 2 (33). – С. 143–146.

6. Головачев И. В. Особенности современной динамики карстового рельефа в районе озера Баскунчак / И. В. Головачев // Многообразие современных геологических процессов и их инженерно-геологическая оценка : тр. Междунар. науч. конф. (Москва, 29–30 января 2009 г.). – Москва : МГУ им. М.В. Ломоносова, 2009. – С. 111–112.

7. Головачев И. В. Карст и пещеры Северного Прикаспия : монография / И. В. Головачев. – Астрахань : Издательский дом «Астраханский университет», 2010. – 215 с.

8. Головачев И. В. Характеристика карстового поверхностного рельефа в окрестностях озера Баскунчак / И. В. Головачев // Теоретические проблемы современной геоморфологии. Теория и практика изучения геоморфологических систем : мат-лы XXXI Пленума Геоморфологической Комиссии РАН (5–9 октября 2011 г.). – Астрахань : Техноград, 2011. – Часть I. – С. 28–33.

9. Головачев И. В. История развития карста в районе окрестностей озера Баскунчак / И. В. Головачев // Геология, география и глобальная энергия. – 2012. – № 1 (44). – С. 193–199.

10. Головачев И. В. Сульфатный карст и его особенности / И. В. Головачев, И. В. Быстрова // Геология, география и глобальная энергия. – 2012. – № 4 (47). – С. 193–202.

11. Головачев И. В. Рельеф / И. В. Головачев // Состояние и многолетние изменения природной среды на территории Богдинско-Баскунчакского заповедника : монография / П. Н. Амосов, А. В. Александрова и др. ; под ред. : И. Н. Сафроновой, П. И. Бухарицина, А.В. Бармина. – Волгоград : Царицын, 2012. – С. 53–63.

12. Головачев И. В. Влияние антропогенных факторов на природу заповедника / И. В. Головачев, П. Н. Амосов // Состояние и многолетние изменения природной среды на территории Богдинско-Баскунчакского заповедника : монография / П. Н. Амосов, А. В. Александрова и др. ; под ред. И. Н. Сафроновой, П. И. Бухарицина, А. В. Бармина. – Волгоград : Царицын, 2012. – С. 257–266.

13. Головачев И. В. История изучения карстовых форм рельефа в окрестностях озера Баскунчак / И. В. Головачев // Астраханские краеведческие чтения : сб. ст. / под ред. А. А. Курапова, Е. И. Герасимиди, Р. А. Тарковой. – Астрахань : Сорокин Роман Васильевич, 2015. – Вып. VII. – С. 19–25.

14. Головачев И. В. Активизация карста под влиянием природных и антропогенных факторов в окрестностях озера Баскунчак / И. В. Головачев // Радиационная и промышленная экология : мат-лы Всерос. семинара с международным участием. – Ростов-на-Дону : Южный федеральный университет, 2016. – С. 300–303.

15. Головачев И. В. Характеристика карстового рельефа в окрестностях озера Баскунчак / И. В. Головачев, М. А. Кузнецова // Геология, география и глобальная энергия. – 2017. – № 2. – С. 98–109.

16. Головачев И. В. О карстовых провалах в окрестностях озера Баскунчак / И. В. Головачев // Научная и эколого-просветительская деятельность на ООПТ: современное состояние и перспективы развития : мат-лы Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием, посвящённой 20-летию государственного природного заповедника «Богдинско-Баскунчакский» (Ахтубинск, 19–21 апреля 2018 г.). – Москва : Планета, 2018. – С. 63–70.

17. Максимович Г. А. Основы карстоведения / Г. А. Максимович. – Пермь, 1963. – Т. 1.

18. Отчёт по изучению экзогенных геологических процессов района окрестностей озера Баскунчак. – Астрахань : Фонды ПГГЭ, 1993. – Том 1. – 177 с.

19. Православлев П. А. Геология окрестностей Баскунчакского озера / П. А. Православлев // Изв. Варшавского ун-та. – 1902. – Вып. 3.

20. Семихатов А. Н. Геологическое строение окрестностей оз. Баскунчак / А. Н. Семихатов, Н. М. Страхов // Изв. геол. ком. – 1929. – № 4.

References

1. Gvozdetskiy N. A. Karstovye yavleniya v okrestnostyakh oz. Baskunchak [Karst phenomena in the vicinity of the Baskunchak Lake]. *Pamyati professora Aleksandra Nikolaevicha Mazarovicha : sb. st.* [In memory of Professor Alexander Nikolaevich Mazarovich. Proceedings], Moscow, Moskovskoe obshchestvo ispytateley prirody Publ., 1953. – P. 182-191.

2. Gvozdetskiy N. A. *Karst* [Karst], Moscow, Mysl Publ., 1981.

3. Golovachev I. V. Karst okrestnostey ozera Baskunchak [Karst of the vicinities of the Baskunchak Lake]. *Karstovedenie – XXI vek: teoreticheskoe i prakticheskoe znachenie : materialy Mezhdunar. simpoziuma 25–30 maya 2004 g.* [Karstology – XXI century: Theoretical and Practical Significance. Proceedings of the International Symposium May 25–30, 2004] Perm, Perm University Publ. House, 2004, pp. 113–118.

4. Golovachev I. V. Karstovye yavleniya v okrestnostyakh ozera Baskunchak [Karst phenomena in the vicinity of the Baskunchak Lake]. *Bogdinsko-Baskunchakskiy zapovednik i ego rol v sokhranenii bioraznoobraziya severa Astrakhanskoy oblasti. Perspektivy razvitiya ekologicheskogo turizma : sb. nauch. st.* [Bogdinsko-Baskunchaksky Reserve and Its Role in Preservation of Biodiversity of the North of the Astrakhan Region. Prospects for the Development of Ecological Tourism. Proceedings], Astrakhan, Astrakhan State Technical University Publ. House, 2004, pp. 15–20.

5. Golovachev I. V. O faktorakh aktivizatsii karstovogo relefa v rayone ozera Baskunchak [About factors of activation of karst relief in the area of lake Baskunchak]. *Geologiya, geografiya i globalnaya energiya* [Geology, Geography and Global Energy], 2009, no. 2 (33), pp. 143–146.

6. Golovachev I. V. Osobennosti sovremennoy dinamiki karstovogo relefa v rayone ozera Baskunchak [Features of the modern dynamics of karst relief in the area of the Baskunchak Lake]. *Mnogoobrazie sovremennykh geologicheskikh protsessov i ikh inzhenerno-geologicheskaya otsenka : trudy Mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii (Moskva, 29–30 yanvarya 2009 g.)* [Variety of Modern Geological Processes and their Engineering and Geological Assessment. Proceedings of the International Scientific Conference (Moscow, January 29–30, 2009)], Moscow, M.V. Lomonosov Moscow State University Publ. House, 2009, pp. 111–112.

7. Golovachev I. V. *Karst i peshchery Severnogo Prikaspiya* [Karst and caves of the Northern Caspian], Astrakhan, Astrakhan University Publ. House, 2010. 215 p

8. Golovachev I. V. Kharakteristika karstovogo poverkhnostnogo relefa v okrestnostyakh ozera Baskunchak [Characteristics of the karst surface relief in the vicinity of Lake Baskunchak]. *Teoreticheskie problemy sovremennoy geomorfologii. Teoriya i praktika izucheniya geomorfologicheskikh sistem : materialy XXXI Plenuma Geomor-fologicheskoy Komissii RAN (5–9 oktyabrya 2011 g.)* [Theoretical Problems of Modern Geomorphology. Theory and Practice of Studying Geomorphological Systems. Proceedings of the XXXI Plenum Geomorphological Commission of the Russian Academy of Sciences (October 5–9, 2011)], Astrakhan, Tekhnograd Publ., 2011, part I, pp. 28–33.

9. Golovachev I. V. Istoriya razvitiya karsta v rayone okrestnostey ozera Baskunchak [The history of karst development in the vicinity of lake Baskunchak]. *Geologiya, geografiya i globalnaya energiya* [Geology, Geography and Global Energy], 2012, no. 1 (44), pp. 193–199.

10. Golovachev I. V., Bystrova I. V. Sulfatnyy karst i ego osobennosti [Sulphate karst and its features]. *Geologiya, geografiya i globalnaya energiya* [Geology, Geography and Global Energy], 2012, no. 4 (47), pp. 193–202.

11. Golovachev I. V. Relef [Relief]. *Sostoyanie i mnogoletnie izmeneniya prirodnoy sredy na territorii Bogdinsko-Baskunchakskogo zapovednika* [State and Long-Term Changes of the Natural Environment in the Territory of the Bogdinsko-Baskunchaksky Reserve], Volgograd, Tsaritsyn Publ., 2012, pp. 53–63.

12. Golovachev I. V., Amosov P. N. Vliyanie antropogennykh faktorov na prirodu zapovednika [Influence of anthropogenic factors on the nature of the reserv]. *Sostoyanie i mnogoletnie izmeneniya prirodnoy sredy na territorii Bogdinsko-Baskunchakskogo zapovednika* [State and Long-Term Changes of the Natural Environment in the Territory of the Bogdinsko-Baskunchaksky Reserve], Volgograd, Tsaritsyn Publ., 2012, pp. 257–266.

13. Golovachev I. V. Istoriya izucheniya karstovykh form relefa v okrestnostyakh ozera Baskunchak [History of the study of karst forms of relief in the vicinity of Lake Baskunchak]. *Astrakhanskie kraevedcheskie chteniya : sbornik statey* [Astrakhan Local Lore Readings. Proceedings], Astrakhan, Sorokin Roman Vasilievich Publ., 2015, issue VII, pp. 19–25.

14. Golovachev I. V. Aktivizatsiya karsta pod vliyaniem prirodnykh i antropogennykh faktorov v okrestnostyakh ozera Baskunchak [Activation of karst under the influence of natural and anthropogenic factors in the vicinity of lake Baskunchak]. *Radiatsionnaya i promyshlennaya ekologiya : materialy Vserossiyskogo seminara s mezhdunarodnym uchastiem* [Radiation and Industrial Ecology.

Proceedings of the All-Russian Seminar with International Participation], Rostov-on-Don, Southern Federal University Publ. House, 2016, pp. 300–303.

15. Golovachev I. V., Kuznetsova M. A. Kharakteristika karstovogo relefa v okrestnostyakh ozera Baskunchak [Characteristics of karst relief in the vicinity of lake Baskunchak]. *Geologiya, geografiya i globalnaya energiya* [Geology, Geography and Global Energy], 2017, no. 2, pp. 98–109.

16. Golovachev I. V. O karstovykh provalakh v okrestnostyakh ozera Baskunchak [About karst faults in the vicinity of lake Baskunchak]. *Nauchnaya i ekologo-prosvetitelskaya deyatelnost na OOPT: sovremennoe sostoyanie i perspektivy razvitiya : materialy Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem, posvyashchennoy 20-letiyu gosudarstvennogo prirodnogo zapovednika «Bogdinsko-Baskunchakskiy» (Akhtubinsk, 19–21 aprelya 2018 g.)* [Scientific and Ecological Education Activities in PAs: current state and prospects of development. Proceedings of the All-Russian Scientific and Practical Conference with International Participation, dedicated to the 20th Anniversary of the Bogdinsko-Baskunchak State Nature Reserve (Akhtubinsk, April 19–21, 2018)], Moscow, Planeta Publ., 2018, pp. 63–70.

17. Maksimovich G. A. *Osnovy karstovedeniya* [Fundamentals of Karstology], Perm, 1963, vol. 1.

18. *Otchet po izucheniyu ekzogennykh geologicheskikh protsessov rayona okrestnostey ozera Baskunchak* [Report on the study of exogenous geological processes in the vicinity of lake Baskunchak], Astrakhan, Fondy of PGEGE Publ., 1993, vol. 1. 177 p.

19. Pravoslavlev P. A. Geologiya okrestnostey Baskunchakskogo ozera [Geology of the Surroundings of lake Baskunchak]. *Izv. Varshavskogo un-ta* [Proceedings of the Warsaw University], 1902, vol. 3.

20. Semikhatov A. N., Strakhov N. M. Geologicheskoe stroenie okrestnostey oz. Baskunchak [The geological structure of the vicinity of lake Baskunchak]. *Izv. geol. kom* [Proceedings of the Geological Committee], 1929, no. 4.

ПОСТЦЕЛИННАЯ ДИНАМИКА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ В СЕВЕРО-КАЗАХСТАНСКОЙ ОБЛАСТИ

Пашков Сергей Владимирович, кандидат географических наук, Северо-Казахстанский государственный университет им. М. Козыбаева, 150000, Республика Казахстан, г. Петропавловск, ул. Пушкина, 86, e-mail: sergp2001@mail.ru

По итогам целинной кампании в Северном Казахстане оказались распаханными порядка 9 млн га новых земель, в том числе в Северо-Казахстанской области – 2,63 млн га. Большую часть из них составили малопродуктивные земли и сельскохозяйственные неудобья. Курс на экстенсивный путь развития земледелия продолжался до середины 70-х гг., после чего площадь пашни стабилизировалась. На основе и в связи с территориальными исследованиями выявлены факторы, ограничивающие земледелие в области, освоенные земли классифицированы по степени пахотнопригодности. Раскрыты причины колеблемости структуры землепользования в 80-х гг., дана ее характеристика на момент развала СССР.

Ключевые слова: залежь, землепользование, землеустройство, освоение, пастбища, пашня, пахотнопригодность, Северный Казахстан, Северо-Казахстанская область, сельскохозяйственные угодья, целина

POST VIRGIN DYNAMICS OF AGRICULTURAL LAND USE IN THE NORTH KAZAKHSTAN REGION

Pashkov Sergey V., C.Sc. in Geography, M. Kozybaev North Kazakhstan State University, 86 Pushkin st., Petropavlovsk, 150000, Republic of Kazakhstan, e-mail: sergp2001@mail.ru

Following the results of virgin campaign in Northern Kazakhstan about 9 million hectares of new lands were opened, including, in the North Kazakhstan region – 2,63 million hectares and the most part was made by unproductive lands and agricultural unsuitable land. The course on the extensive way of development of agriculture proceeded to the middle of the 70th then arable land was stabilized. On a basis and in connection with territorial researches the factors limiting agriculture in the area are revealed, the developed lands are classified according to arable-capability degree. The reasons of variability in land use structure in the 80th are opened, its characteristic at the time of the USSR collapse is given.

Keywords: deposit, land use, land management, development, pastures, arable land, arable-capability, North Kazakhstan, North Kazakhstan region, agricultural lands, virgin lands

«Пусть несется весть –
Будут степи цвесть,
Партия велела –
Комсомол ответил: «Есть!»»
(из популярной песни целинников
«Едем мы, друзья»)

Северный Казахстан, обладающий огромными массивами черноземных и каштановых почв, в сочетании с относительной кратковременностью безморозного периода и летним максимумом атмосферных осадков, представляет собой территорию, благоприятную для развития земледелия, в частности, зернового хозяйства. Однако ряд лимитирующих факторов: почвенная влага, длительные засухи, эрозия земель, а также комплексность почв – обусловили к началу 50-х гг. прошлого века очаговый характер земледелия в степной зоне и послужили причиной того, что доля пашни составляла лишь 12 % от площади сельскохозяйственных угодий с колебаниями по отдельным областям от 2 до 30 %. Именно комплексный почвенный состав был сдерживающим фактором в создании устойчивого земледелия региона, поскольку система обработки земель повсеместно велась без научной основы и учета физических, агро- и биохимических свойств почвы. Особое место в районе занимала Северо-Казахстанская область (далее – область), где средняя земледельческая освоенность, благодаря столыпинской реформе, на 1954 г. составляла 30 %, а само земледелие имело 200-летнюю историю.

Целью исследования является анализ формирования и динамики постцелинной структуры сельскохозяйственного землепользования области за советский период.

Первые попытки оценки последствий освоения целинных и залежных земель Северного Казахстана и изменения структуры землепользования были предприняты еще в ходе кампании. Однако они носили описательный характер и лишь констатировали статистические изменения перехода земель сельскохозяйственного назначения из одной категории в другую с фрагментарным геоэкологическим анализом [4]. Более поздние публикации носили сугубо социально-экономический характер, отвечая актуальным запросам сельского хозяйства [1–3].

Деля с РСФСР первое – второе места по общей площади сельскохозяйственных угодий, Казахская ССР в начале 50-х гг., несмотря на предыдущие многочисленные залповые освоения земель (введение в действие «Временных правил по переселению в киргизские степи сельских обывателей» от 1881 г., столыпинская аграрная реформа, коллективизация), занимала лишь третье место в СССР по площади пашни и производству зерна. Забегая вперед, скажем:

даже в 1967 г., когда площади пахотных земель достигли своего абсолютного максимума, республика лишь сравнялась с Украинской ССР и в четыре раза уступала по этому показателю РСФСР (табл. 1).

Таблица 1

Структура сельскохозяйственных угодий Казахской ССР, Украинской ССР и РСФСР (1967 г.)

Угодья	Казахская ССР		Украинская ССР		РСФСР	
	млн га	%	млн га	%	млн га	%
Пашни	33,7	15,0	34,3	79,21	134,8	57,3
Залежи	1,9	0,8	0,1	0,03	4,2	1,8
Сенокосы	7,8	3,7	2,7	6,33	34,5	14,7
Пастбища	178,2	80,0	4,8	11,1	60,1	25,7
Многолетние насаждения	0,1	0,05	1,5	3,33	1,3	0,5
Всего	221,7	100	43,4	100	234,9	100

Во исполнение решения февральско-мартовского (1954 г.) Пленума ЦК КПСС по освоению целинных и залежных земель, во всех областях Казахской ССР было организовано 47 комплексных экспедиций, обследовавших порядка 80 млн га земель. В результате этих работы были отобраны пахотнопригодные земли для организации новых совхозов. Первоначально предполагалось освоить в республике лишь 15 млн га, селективно использовав лишь самые продуктивные участки умеренно-засушливой и засушливой степи с наибольшим баллом бонитета почв. Однако затем, отбросив все научные обоснования и сделав ставку на быстрый хлеб, уже к 1 июля 1958 г. фронтальной распашкой были подняты 23 млн га земель, в том числе в первый целинный год – 8,5 млн га. Причем под зерновые отводилось лишь 75 % пашни, остальная площадь приходилась преимущественно на кормовые культуры (табл. 2).

Таблица 2

Сравнение структуры посевных площадей Казахской ССР в 1953 и 1958 гг. (тыс. га, по всем категориям хозяйств)

	1953 г.	1958 г.
общая посевная площадь	9717	32634
зерновые культуры	7026,5	24278,9
в т.ч., пшеница	4641,1	18178,2
кукуруза на зерно	40	206
технические культуры	427,8	460
Картофель	94,1	157
Овощи	29,5	54
кормовые культуры	2110,4	7744

К началу 1959 г. освоение целинных и залежных земель на землях свободного государственного фонда в основном закончилось, однако оставались большие нетронутые массивы у многоземельных слаборазвитых колхозов. В основном это были колхозы, расположенные в засушливо-степной зоне Северного Казахстана. В колхозах недостатовало рабочей силы, техники и были серьезные экономические проблемы. Решением Правительства Казахской ССР, в 1959–1965 гг. на базе этих колхозов были созданы 728 совхозов, получив дополнительно землю из государственного фонда. При этом при организации новых хо-

зяйств повсеместно наблюдались перегибы: чересполосица, дальноземелье, и отсюда вытекающие последствия – неправильное землепользование с несбалансированной структурой сельскохозяйственных угодий.

По данным Института почвоведения АН Казахской ССР, на 01.01.1057 г. к I категории распаханных земель относилось 4,5 млн га, II-й – 9 млн га и к III-й – 6 млн га [4]. К I категории отнесены черноземные и темно-каштановые почвы разного, преимущественно тяжелого и среднего механического, состава с включением в них не более 8 % солонцов от общей площади. К II категории отнесены те же почвы, но с включением в них до 15 % солонцов. III категорию составляют почвы легкого механического состава, бедные органическими веществами или с включением солонцов до 25 %. IV группа объединяет земли преимущественно пастбищного значения, включающая все типы почв, бедные органическими веществами и с удельным весом солонцов выше 25 %.

По своим природным особенностям область отличается от других регионов страны, располагая наибольшими площадями пашни и имея меньше остальных видов сельскохозяйственных угодий. В 1967 г., выделяясь самой неэкологичной их структурой в Северном Казахстане, доля залежей, по сравнению с доцелинными показателями, сократилась в 6 раз (табл. 3).

Таблица 3

Сравнение структуры сельскохозяйственных угодий Северного Казахстана в 1954 и 1967 гг. (тыс. га)

Области	1954 г.					1967 г.				
	всего с\х угодий	в том числе				всего с\х угодий	в том числе			
		пашни	залежи	сенокосы	пастбища		пашни	залежи	сенокосы	пастбища
Кокчетавская	6137	2680	275	147	3035	6852	3810	39	114	2889
Кустанайская	10441	3130	501	621	6189	18033	6393	266	534	10840
Павлодарская	8160	1998	740	505	4917	11166	3322	208	495	7141
Северо-Казахстанская	3270	1935	176	112	1047	3683	2476	12	30	1165
Целиноградская	9388	2945	523	505	5415	14266	5708	35	485	8038
Всего	37396	12688	2215	1890	20603	54000	21709	560	1658	30073

В то же время, анализируя общую структуру сельскохозяйственных угодий Казахской ССР, стоит упомянуть тот факт, что, несмотря на 3-кратный рост пахотных земель за 1940–1967 гг., площадь пастбищ даже возросла на 1 % (табл. 4) за счет мелиорации, пусть и не всегда экономически оправданной.

Таблица 4

Динамика сельскохозяйственных угодий Казахской ССР в 1940–1967 гг. (тыс. га)

Сельхозугодья	Годы				
	1940	1953	1958	1965	1967
Пашни	11219	12063	30936	33576	33685
Залежи	6579	6436	3814	2380	1862
Насаждения	18	52	46	106	106
Сенокосы	9374	9956	9161	8080	7802
Пастбища	176869	191460	173094	179010	178209
Всего сельхозугодий	204059	219967	217051	223152	221661
Доля от общей площади (%)	76,6	81,0	80,0	82,0	81,8

Расширение посевных площадей проводилось за счет распашки мелкоконтурных массивов пахотнопригодных земель и окультуривания слабосолонцеватых и солонцеватых участков, находящихся в составе пастбищных и сено-

косных угодий. Структура степного землепользования, разработанная в свое время В.В. Докучаевым, была признана несостоятельной в условиях целинного сельского хозяйства, а травопольная система земледелия – и вовсе запрещена.

Пестрота почвенного покрова, маломощность гумусового горизонта, недостаток почвенной влаги, засоленность подстилающих глин – все эти факторы требовали и требуют взвешенного подхода к обработке почвы. В то же время при правильной агротехнике создается оптимальное строение пахотного слоя, при котором синергирующе складываются пищевой, воздушный и водный режимы почвы. Данный слой обеспечивает успешную борьбу с болезнями, сорняками и вредителями, а также с дефляцией и водной эрозией. Несмотря на общую картину экстенсивного развития земледелия того времени, о ведении прогрессивных методов хозяйствования свидетельствует тот факт, что недавно созданные зерновые совхозы области одними из первых в СССР изучили, апробировали, путем производственных опытов, и внедрили метод безотвальной обработки почвы. Данный метод был разработан в совокупности с пятипольной системой земледелия в соседней Курганской области почетным академиком ВАСХНИЛ Т.С. Мальцевым. Как результат – в хозяйствах региона, взявших на вооружение этот метод, средняя урожайность возросла на 4 ц / га по сравнению со средним показателями по области.

Ввиду высокого риска богарного земледелия региона и зависимости от метеорологических условий, отдельные массивы земель области, именуемые бонитировочной оценкой землями лучшего качества (I класса) давали высокие и стабильные урожаи. На момент же начала целинной кампании они были представлены лугово-черноземными почвами и черноземами обыкновенными глинистого, тяжело- и среднесуглинистого механического состава лесостепной и отчасти степной зоны. Залегали однородными массивами в междуречьях Ишим-Иртыш и Убаган-Ишим. Высший балл бонитета почвам (100–130) придавал, прежде всего, запас гумуса, колеблющийся в слое 0–50 см в пределах 350 т / га для лугово-черноземных и 280–290 т / га для черноземов. Помимо этого, их отличала высокая степень обеспеченности N (10–20 мг / 100 г почвы азота легкогидролизуемых соединений), K (60–80 мг / 100 г почвы) и средняя степень обеспеченности P (8–12 мг / 100 г почвы) [5]. Гидрофизические свойства этих почв наиболее благоприятны для ведения богарного земледелия в Северном Казахстане. Выше перечисленные свойства почв в совокупности обеспечили среднемноголетнюю урожайность яровой пшеницы в регионе в пределах 10–13 ц / га. Отдельные хозяйства лесостепной зоны, где синергирующее влияние оказывала облесенность территории, получали в среднем за многолетний период 15–17 ц на круг. Земли данного класса, вовлеченные в сельскохозяйственный оборот в области, составили 68 % от общей площади в Северном Казахстане (2867 из 4186 тыс. га).

После распашки новых территорий, преимущественно в южных и юго-восточных районах области, качественная структура ее пахотных земель претерпела значительные изменения. Доля участия умеренно-засушливой и засушливой степи в составе пашни выросла с 37 % до 63 % (табл. 5).

Как уже было отмечено, увеличение площади пашни в ходе целинной кампании носило сугубо экстенсивный характер, не сопровождаясь улучшением агротехники возделывания зерновых культур и полностью завися от метеорологических условий. В итоге, лишь в 1966 г. все области Северного Казахстана продали государству 1 млрд 38 млн пудов зерна при плане в 598,2 млн пудов, что составило 66 % от сданного по Казахской ССР (для сравнения, в настоящее

время доля региона в каравае страны стабильно превышает 85 %). Все годы до этого план по сдаче хлеба государству не выполнялся от 13 до 47 %. В разрезе целинных лет в области лишь 1956 г. можно считать успешным, тогда как в остальные годы показатели хлебозаготовок колебались в четырехкратном диапазоне (табл. 6).

Таблица 5

Распределение освоенных пахотных земель в 1954-1959 гг. по природным подзонам Северо-Казахстанской области

Природная подзона	тыс. га
Южная лесостепь на выщелоченных черноземах и лугово-черноземных почвах	30
Колочная лесостепь на обыкновенных черноземах	470
Умеренно-засушливая степь на обыкновенных черноземах	1000
Засушливая степь на южных черноземах	1100
Итого	2600

Таблица 6

Основные показатели хлебозаготовок в разрезе целинной кампании

Годы	Посевная площадь (тыс. га)			Урожайность ц / га			Валовый сбор зерна (тыс. тонн)		
	Всего	В том числе		средняя	В том числе		Всего	В том числе / including	
		Кокчетавская зона	Сев. Каз. зона		Кокчетавская зона	Сев. Каз. зона		Кокчетавская зона	Сев. Каз. зона
1954	**1808,8**	955,0	853,8	**7,6**	8,6	6,5	**1376,4**	821,7	654,7
1955	**3706,5**	2297,3	1409,2	**4,2**	4,2	4,2	**1561,2**	973,1	588,1
1956	**4419,4**	2833,0	1586,4	**13,0**	12,8	13,2	**5743,0**	3640,1	2102,9
1957	**4288,8**	2853,6	1434,5	**2,9**	2,6	3,4	**1234,8**	746,7	488,1
1958	**4438,1**	2902,2	1535,9	**9,7**	9,9	9,2	**4283,2**	2866,5	1416,7
1959	**4151,2**	2723,7	1427,5	**9,6**	9,3	9,9	**3981,8**	2545,3	1436,5

Примечание: здесь и далее приведенные показатели включают современные районы (с нынешними названиями) и охватывают как Северо-Казахстанскую область в старых границах, так и Кокчетавскую, упраздненную в 1997 г. и вошедшую в состав первой (за исключением Щучинского, Зерендинского и Енбекшильдерского районов).

Переосмысление итогов целинной эпопеи, пусть и не концептуальное, началось лишь со второй половины 70-х гг., когда все настойчивее стали звучать голоса ученых-экономистов и экологов, доказавших провальность ставки на быстрое решение проблемы с хлебом путем распашки умеренно-засушливой и засушливой степи. Экологические и социально-экономические проблемы волюнтаристского освоения целинных земель Северного Казахстана блестяще раскрыты в киноромане «Вкус хлеба» (режиссер Алексей Сахаров, 1979 г.), пришедшем на смену лубочно-агитационным фильмам, рекламировавшим лишь промежуточные успехи кампании. Тогда же впервые заговорили об экологической необоснованности фронтальной распашки огромных степных массивов, особенно легкого механического состава, спровоцировавшей пыльные бури и эрозионные процессы.

Все сказанное выше не в последнюю очередь относится к рассматриваемой области – экотонному региону лесостепной и степной зон Северного Казахстана. По данным Министерства сельского хозяйства КазССР, в период целинной кампании в области было поднято 2,63 млн га, в том числе около 80 тыс. га перелогов и залежей. В течение 1954–1955 гг. было распахано около 400 тыс. га зале-

жей и вновь освоено около 800 тыс. га за счет включения в распашку 580 тыс. га целинных земель, 150 тыс. га выгонов и пастбищ и около 70 тыс. га сенокосов. Земельные фонды I и II категорий пахотнопригодности, составляющие по области около 750 тыс. га, были полностью использованы и в значительной степени захвачены земли III категории пахотнопригодности. В результате средняя земледельческая освоенность области возросла почти в 2 раза (с 30 до 55 %) с параллельным сокращением выгонно-пастбищных земель (табл. 7).

Таблица 7

Снижение доли пастбищ от общей площади сельскохозяйственных угодий в Северо-Казахстанской области в 1954–1959 гг. (%) (рассчитано по данным [4])

Районы	1950 г.	1955 г.	1959 г.	Сокращение
Айыртауский	55	50	45	15
Акжарский	50	45	40	10
Аккаинский	45	40	30	15
Г. Мусрепова	40	30	25	15
Есильский	40	30	15	25
Жамбылский	55	45	40	15
Кызылжарский	50	45	40	10
М. Жумабаева	40	30	20	20
Мамлютский	50	45	40	10
Тайыншинский	70	50	30	45
Тимирязевский	70	50	30	40
Уалихановский	80	65	40	40
Шал акына	45	40	35	10

Максимальная распашка территории области за всю ее историю зафиксирована в 1962 г., когда под зерновыми и кормовыми культурами было занято 4779 тыс. га. В борьбе за хлеб в некоторых хозяйствах снижение валового сбора, вследствие сокращения плодородия почв, пытались компенсировать вовлечением в оборот малопродуктивных земель и сельскохозяйственных неудобий. Так, в 1975 г. подобным образом в области было введено в оборот 4966 га: распашка целинных и залежных земель – 756 га; освоение закрываемых дорог, обочин дорог, земель в полосах отвода, под полевыми станами – 2835 га; свободных приусадебных земель и сокращение площадей под коллективными огородами рабочих и служащих – 571 га; погибших садов и лесополос, осушенных болот – 744 га [5].

Анализируя динамику посевных площадей в 1980–1991 гг., необходимо отметить снижение пахотных земель на всем протяжении времени. Если в 1980 г. они составляли 4404 тыс. га, то на момент развала СССР площадь пашни уменьшились до 3849 тыс. га при неизменной площади пастбищ. Падение в 550 тыс. га обусловлено начавшимися экономическими изменениями в стране, зарождением рыночных отношений, что вылилось в сокращение объемов государственных дотаций, уменьшение поставок топлива и минеральных удобрений по фиксированным ценам и, как следствие, перевод пахотных земель в залежь.

Сравнивая соотношение площади пашни в кокчетавской и северо-казахстанской подзонах за весь рассматриваемый период, можно отметить относительное постоянство: если в 1958 г. оно составляло 63:37, в 1975 г. – 58:42, в 1991 г. – 63:37. Все это свидетельствует об установившемся к концу 70-х гг. равновесии пахотных площадей подзон, но отнюдь не стабильной структуре сельскохозяйственных угодий области в целом.

В заключение можно сделать следующие *выводы*:

1. Масштабное увеличение пахотных площадей в области в целинный период стало возможным благодаря распашке земель III категории пахотно-пригодности с низкой продуктивностью и агроэкологическим потенциалом.

2. Проведенный компаративный анализ трансформации структуры сельскохозяйственных угодий области за 1954–1991 гг. выявил динамику доли пашни от 12 до 55 %, при падении площади пастбищ с 69 до 34 % и 12 % роста залежных площадей в 80-х гг.

3. Игнорирование принципов устойчивого сельскохозяйственного землепользования и природно-сельскохозяйственного районирования при освоении целинных и залежных земель предопределило дальнейшую колеблемость посевных площадей, с тенденцией к снижению в советский период и их обвал после обретения Казахстаном независимости.

Список литературы

1. Абишев А. Земли Казахстана и их использование / А. Абишев. – Алма-Ата : Кайнар, 1969. – 114 с.
2. Демиденко В. П. Интенсификация – магистральный путь развития целины / В. П. Демиденко. – Москва : Колос, 1980. – 254 с.
3. География производительных сил Северного Казахстана. – Москва : Московский ун-т, 1972. – Т. 1. Природные условия и ресурсы. – 369 с.
4. Природное районирование Северного Казахстана. – Москва – Ленинград : АН СССР, 1960. – 468 с.
5. Справка по структуре землепользования в Северо-Казахстанской области за 1975 г. // ГА СКО. – Ф.1473. – Оп.1. – Д. 2107. – Л. 135–142.

References

1. Abishev A. *Zemli Kazakhstana i ikh ispolzovanie* [Lands of Kazakhstan and their use], Alma-Ata, Kaynar Publ., 1969. 114 p.
2. Demidenko V. P. *Intensifikatsiya – magistralnyy put razvitiya tseliny* [Intensification as the main way of development of virgin land]. Moscow, Kolos Publ., 1980. 254 p.
3. *Geografija proizvoditel'nyh sil Severnogo Kazahstana* [Geography of productive forces of Northern Kazakhstan], Moscow, Lomonosov Moscow State University Publ. House, vol. 1. Environment and resources, 1972. 369 p.
4. *Prirodnoe rajonirovanie Severnogo Kazahstana* [Natural zoning of Northern Kazakhstan], Moscow – Leningrad, Academy of Sciences of the USSR Publ. House, 1960. 468 p.
5. Spravka po strukture zemlepolzovanijya v Severo-Kazakhstanskoy oblasti za 1975 g. [The reference on structure of land use in the North Kazakhstan area for 1975]. *State archive of North Kazakhstan Region*., f.1473. op. 1, d. 2107, l. 135–142.

ОСОБЕННОСТИ РАЙОНИРОВАНИЯ ДЕЛЬТОВЫХ ЛАНДШАФТОВ

Занозин Виктор Валерьевич, аспирант, Астраханский государственный университет, 414000, Российская Федерация, г. Астрахань, пл. Шаумяна, 1, e-mail: victorzan44@gmail.com

Бармин Александр Николаевич, доктор географических наук, профессор, Астраханский государственный университет, 414000, Российская Федерация, г. Астрахань, пл. Шаумяна, 1, e-mail: abarmin60@mail.ru

Исследование и районирование естественных ландшафтов продолжает оставаться важнейшей задачей современной географии. Полученная при этом информация имеет большое научно-теоретическое и прикладное значение. Объектом проведенного исследования выбран ландшафт дельты Волги. Определены границы

его центральной части, что обусловлено сложностью структуры данной местности и высокой степенью ее хозяйственного освоения. При этом использовалась различные источники информации: от литературных и фондовых материалов, маршрутных наблюдений до данных дистанционного зондирования Земли. Выбраны основные критерии районирования ландшафта дельты Волги. Линии границ местностей в первую очередь предлагается проводить по водотокам, имеющим различные параметры: от рукавов до ериков. Другим показателем служат особенности морфологической структуры исследуемой части дельты Волги.

Ключевые слова: дельта Волги, ландшафт, урочище, местность, бугры Бэра, ландшафтное районирование, водоток

FEATURES OF DIVISION INTO DISTRICTS OF DELTOID LANDSCAPES

Zanozin Viktor V., post-graduate student, Astrakhan State University, 1 Shaumyan sq., Astrakhan, 414000, Russian Federation, e-mail: victorzan44@gmail.com

Barmin Aleksandr N., D.Sc. in Geography, Professor, Astrakhan State University, 1 Shaumyan sq., Astrakhan, 414000, Russian Federation, e-mail: abarmin60@mail.ru

The study and geographical demarcation of natural landscapes continues to be the most important task of modern geography. This kind of information is very important in scientific, theoretical and applied aspects. The object of the reconnaissance is the landscape of the Volga river delta. The boundaries of its central part are determined, which is due to the complexity of the structure of this locality and the high degree of its economic development. At the same time, various sources of information were used: literary and stock materials, remote sensing data of the Earth. The main criteria for the regionalization of the Volga delta landscape are chosen. The lines of the boundaries of localities are primarily proposed to be carried out along watercourses that have different parameters: from sleeves to Erikas (shallow channel). Another indicator is the peculiarities of the morphological structure of the investigated part of the Volga river delta.

Keywords: Volga river delta, landscape, tract, terrain, Baer hills, landscape zoning, watercourse

Тема неоднородности дельты Волги, ее районирования рассматривается исследователями уже более века. Она остается актуальной и в наши дни, имея большое научно-теоретическое, а также прикладное значение.

Вопросам дифференциации волжского устья посвящено большое количество работ [4–5, 7, 16–20]. Одна из последних представлена в Атласе дельты Волги [1]. Для создания существующих схем районирования были использованы гидрографические, топографические, геоморфологические и литолого-морфо-логические признаки. Наличие большого количества схем можно объяснить сложностью морфологической структуры ландшафта дельты Волги, что обусловлено спецификой геолого-геоморфологического строения и мозаичностью почвенно-растительного покрова. Разные авторы используют разные таксономические единицы: зона, район. Они не совсем удачны, если рассматривать дельту Волги с физико-географических позиций. Согласно ландшафтному районированию России, исследуемая территория является ландшафтом или физико-географическим районом, который располагается в Восточно-европейском секторе России, пустынной зоне, Прикаспийской провинции. Дельта Волги входит в состав Волго-Ахтубинского округа, который

отдельно выделяется в провинции [15]. Поэтому, поднимая вопрос о районировании дельты, необходимо выделить здесь наиболее крупные морфологические части данного ландшафта. В классическом ландшафтоведении они получили название местность, в физико-географическом районировании – подрайон. Местность представляет собой особый вариант характерного для данного ландшафта сочетания урочищ [14].

Объектом нашего исследования выбрана центральная часть ландшафта дельты Волги. Это обусловлено целым рядом причин. В процессе сложнейшего взаимодействия русла древней и современной Волги, меняющего свой уровень Каспийского моря, специфичных климатических условий и других факторов более низкого ранга, именно в этой части дельты Волги сложилась уникальная геосистема. На расстоянии в несколько десятков метров природно-территориальные комплексы (ПТК) пойменного генезиса переходят в полупустынные и пустынные, что обусловливает сложную морфологическую структуру исследуемой территории. Рассматриваемый участок дельты Волги претерпел существенные антропогенные изменения в ходе своего хозяйственного освоения.

Исследуемая местность у разных авторов получила разное название. На наш взгляд, наиболее целесообразным является обозначение данной местности (или подрайона) как центральная дельта или центральная часть дельты, так как оно не вступает в противоречие с основными принципами физико-географического районирования и его таксономическими единицами. В то же время оно достаточно ясно подчеркивает положение данной местности в самом ландшафте.

От первых работ по исследованию дельты Волги и до настоящего времени ряд исследователей включают в ее состав прилегающие Западный и Восточный ильменно-бугровые ландшафты. Действительно, водоемы и водотоки данных природных комплексов вместе с аналогичными объектами устья Волги образуют единую гидрографическую сеть. И там и здесь встречаются схожие почвенно-растительные формации. Однако особенности морфологической структуры данных ландшафтов во многом отличны от дельты Волги, что не позволяет включить их в ее состав.

Во всех существующих схемах районирования дельты Волги существует, на наш взгляд, один существенный недостаток, который часто оговаривают сами авторы – условность границ. Это допустимо, но только на ограниченных участках. В нашем случае таким участком является юго-восточная часть центральной дельты. Довольно часто границы проводятся через населенные пункты, например, г. Астрахань – с. Красный Яр. Границы частей дельты могут проходить по линиям, соединяющим крайне расположенные бэровские бугры, по местам интенсивного деления водотоков и т.д. При этом не учитывается, что дельта состоит из множества островов, каждый из которых является своеобразным природным комплексом. Определить статус каждого острова в ландшафтной иерархии дельты Волги проблематично. Скорее всего, их можно отнести к группе урочищ, выделяемых в некоторых ландшафтных исследованиях [21]. Следовательно, границы той или иной местности в составе ландшафта дельты Волги необходимо проводить по водотокам, оставляя тот или иной остров в составе соответствующей наиболее крупной морфологической части региона. При этом необходимо учитывать одну особенность, которая

исторически сложилась в гидрографической сети волжской дельты: один и тот же водоток на разных участках может иметь разное название.

Другим критерием выделения той или иной местности в составе ландшафта дельты Волги должны служить особенности ее морфологической структуры, которые определяются спецификой набора урочищ. Своеобразным ландшафтным репером центральной дельты служат урочища бэровских бугров, что отмечается во многих исследованиях [6, 8, 11]. По площадным же показателям здесь доминируют урочища култучных равнин разного уровня и русловые мелкогривистые [9, 13]. Помимо них, в данной местности отмечаются прирусловые валы, урочища русловых равнин, гривистые урочища на основе морских островов, култучные и межбугровые ильмени и т.д. Данные ПТК субдоминантны и встречаются также к северу или югу от центральной дельты. При проведении линии границы учитывалась информация из различных литературных и фондовых материалов, проведенных полевых исследований, космические снимки общедоступной информационной системы GoogleEarth, обеспечивающей возможность просмотра обзорных изображений всей дельты на снимках со спутника Landsat (с разрешением 30 м) и перехода к появившимся с 2000 г. снимкам сверхвысокого разрешения (1–2 м) со спутников Ikonos, QuickBird, GeoEye. Кроме этого, были использованы данные SRTM (рис. 1а) и данные японского спутника исследования Земли ALOS (данные радиолокатора с синтезированной апертурой PAL-SAR (рис. 1б) [2–3, 10, 12, 22].

Исходя из вышеизложенного, были выделены следующие границы центральной части ландшафта дельты Волги (рис. 2). Северный участок начинается от истока р. Кривая Болда по ее правому берегу до места объединения с р. Прямая Болда. Далее на восток она продолжается по правобережью р. Бушма до устья р. Быстрая, от которого она меняет направление на северо-восток – север – северо-восток до истока данного водотока. Затем центральную часть дельты Волги ограничивают левые берега р. Белый ильмень и р. Шмагина до места отделения последней от рукава Бузан. К северу и севе-ро-западу от данного участка границы располагается так называемая северная часть дельты со своеобразной морфологической структурой, несколько от-личной от центральной.

Восточная граница центральной части дельты Волги берет свое начало от истока р. Шмагина, продолжаясь по левому берегу Бузана до приверха острова, на котором расположено с. Красный Яр. Далее пограничная линия, разделяющая центральную дельту и Восточный ильменно-бугровой ландшафт, отмечается по правобережью р. Кривой Бузан, р. Большая Прорва с ее разноименным продолжением в виде р. Большая Невидимка и ерика Каус. Ограниченный тремя последними участками остров, на котором располагаются населенные пункты Кривой Бузан и Бакланье, на первый взгляд относится к Восточному ильменно-бугровому ландшафту. Однако анализ его морфологической структуры показывает, что здесь, помимо бэровских бугров и их шлейфов, отмечаются урочища пологоволнистых русловых равнин, русловые мелкогривистые и култучные урочища. Это свидетельствует о необходимости включения данной группы ПТК в состав центральной дельты. Продолжаясь по правобережью р. Тюрина, восточная часть границы завершается в месте интенсивного дробления водотоков, уходя в сторону бэровского бугра с. Новокрасное.

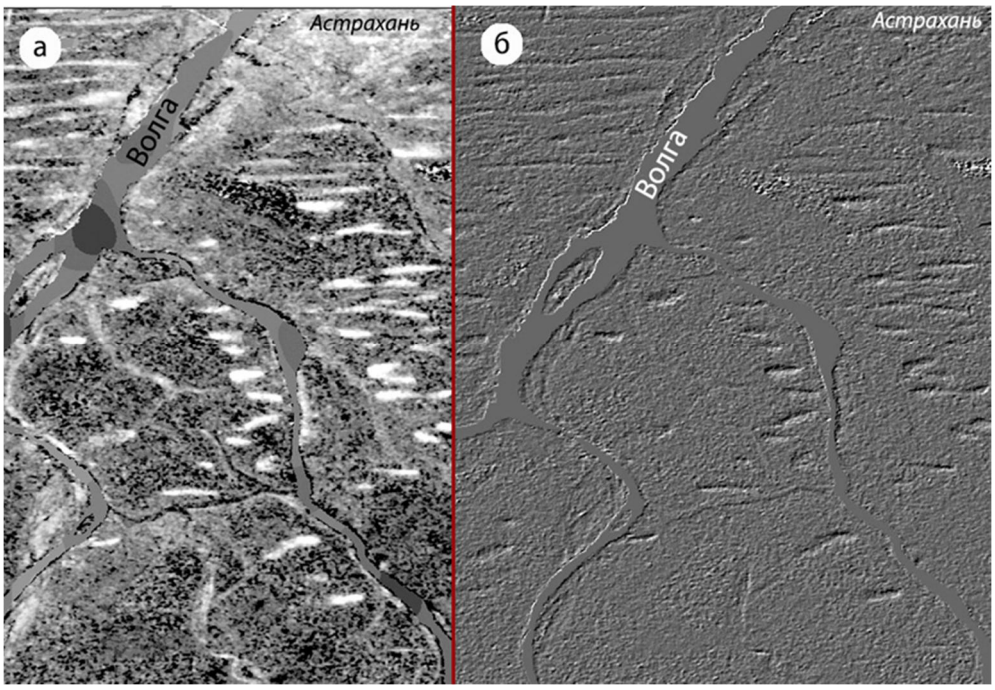


Рис. 1. Слева (а) – данные SRTM, фрагмент на прилегающие к Астрахани территорию; справа (б) – тот же участок, данные японского спутника исследования Земли ALOS (данные радиолокатора с синтезированной апертурой PALSAR с отмывкой рельефа)



Рис. 2. Центральная часть ландшафта дельты Волги

Началом западного рубежа можно считать место отделения от русла Волги рукава Кривая Болда. Далее на юг эту функцию выполняет рукав Бахтемир вплоть до места впадения в него р. Бакланья, где начинается южная часть границы центральной дельты. В направлении север – северо-восток пограничная линия перемещается по правобережью системы р. Баклаженок – Бакланья до участка бифуркации р. Ямная, что чуть южнее с. Житное. Далее продолжается по левобережью р. Старая Волга, затем по ерику, проходящему южнее с. Краса и берущему начало в ерике Стрижов. По последнему южный край центральной дельты простирается до р. Чулпан, переходит на его левобережье и продолжается до истока ерика Новая Протока. Здесь линия границы меняет направление на северо-восточное, проходя по системе ерик Заросший Коклюй – р. Коклюй – ерик Ягодный до р. Волга. По ее правому берегу пограничная линия продолжается до истока р. Полдневая, по левобережью которой смещается до впадения в р. Гандурино. Далее пограничная линия меняет свое направление на север, продолжаясь по правобережью р. Гандурино до истока ерика Днищево, что напротив н.п. Нижнеикольский. По левобережью Днищево линия границы перемещается до отделения безымянного ерика, что у бывшего н.п. Капустино, а по нему – до ерика Прорва. По Прорве южный рубеж центральной дельты достигает широты приверха острова с н.п. Октябрьский, к которому подходит по сис-теме сухих или временно заполняющихся мелких русел. Следуя по р. Каныча до р. Кизань, пограничная линия продолжается по правобережью последней до истока р. Бакланья, далее по левобережью системы Бакланья – Малая Бакланья до места слияния последней с р. Ивановская. Продолжаясь на юго-восток по р. Белужья и Белужьему Банку до его слияния с банком Каралатский, граница центральной дельты меняет свое направление на север, огибая с востока с. Каралат и по одноименному банку и р. Большой Черной достигает с. Раздор. Здесь пограничная линия меняет свое направление на юго-восточное, двигаясь по левобережью р. Малая Черная до места ее слияния с ериком Черепашка, по которому граница уходит на север, продолжаясь по правобережью р. Тузуклей до разделения р. Болды. Далее граница следует по р. Трехизбенка до места впадения в нее безымянного ерика, что в 200–300 м к северо-западу от с. Трехизбенка. По данному водотоку пограничная линия простирается в субширотном направлении на восток до р. Калмыцкая, где меняет свое направление на юго-восточное вплоть до места слияния ериков Яблонка, Кульпинка, Чеченный и Рычан. По последнему граница центральной части дельты Волги перемещается на северо-восток до рукава Бушма, где меняет направление на юго-восточное, проходя южнее с. Зеленга и с. Маково. От места слияния Бушмы и Корневой пограничная линия направлена на север, до начала р. Лягушачья, где вновь уходит на юго-восток, до слияния с системой водотоков Шарапкина – Никонорычева. Данный участок границы центральной дельты завершается примерно в одном километре к северу от с. Цветное у приверха речного острова, делящего русло р. Сарбай.

Далее начинается самый сложный в идентификации участок границы центральной части ландшафта дельты Волги – юго-восточный. Проблема его выделения заключается в том, что здесь наблюдается интенсивная фуркация волжских водотоков, что приводит к формированию многочисленных мелких речных островов. Проведение пограничной линии по водотокам затруднено в виду их большого количества, а также часто отсутствия названия. В результате граница центральной дельты на рассматриваемом участке была проведена

по линии, соединяющей бэровские бугры, занимающие самое южное, юго-восточное и восточное положение. При этом учитывались границы природных комплексов ранга урочище, которые сформировались вокруг бугров. В виду отсутствия информации о собственном названии некоторых бугров, для последних указывалось название населенных пунктов, которые на них размещаются. В результате пограничная линия выглядит следующим образом: бугор с. Цветное – бугор Рычий – бугор с. Нововасильево – бугор Телпин – бугор к северо-востоку от с. Сармантаевка – бугор Успенский – бугор Яцкий – бугор с. Новомаячное – бугор с. Новокрасное.

Выделенные нами рубежи центральной части ландшафта дельты Волги в дальнейшем могут менять свое положение. Это может произойти по различным причинам: от колебаний уровня Каспийского моря до изменений климата и водности водотоков устья Волги.

Список литературы

1. Атлас дельты Волги**:** геоморфология, русловая и береговая морфодинамика. – Москва : АПР, 2015. – 128 с.

2. Бармин А. Н. Устьевая область реки Волги: интегральная оценка некоторых природных и антропогенных факторов, влияющих на изменение гидрологического режима / А. Н. Бармин, М. В. Валов // Естественные науки. – 2015. – № 2. – С. 7–15.

3. Бармин А. Н. Особенности галогенеза почв дельты реки Волги на лугах среднего уровня в зависимости от изменения природных условий / А. Н. Бармин, М. В. Валов, М. М. Иолин // Геология, география и глобальная энергия. – 2015. – № 2 (57). – С. 49–62.

4. Байдин С. С. Гидрология дельты Волги / С. С. Байдин, Ф. Н. Линберг, И. В. Самойлов. – Ленинград : Гидрометеоиздат, 1956. – 331 с.

5. Белевич Е. Ф. Районирование дельты Волги / Е. Ф. Белевич // Труды Астраханского заповедника. – 1963. – Вып. 8. – С. 401–421.

6. Берг Л. С. Основные черты морфологии дельты Волги / Л. С. Берг // Труды ГОИН. – 1951. – Вып. 18 (30). – С. 49–64.

7. Валединский В. В. Дельта реки Волги (по данным изысканий 1919–1925 гг.) / В. В. Валединский, Б. А. Аполлов // Труды отдела портов и управления внутренних водных путей. – 1928. – Вып. 5, т. 1. – 661 с.

8. Волынкин И. Н. Ландшафтная карта и ландшафтное районирование Астраханской области / И. Н. Волынкин // Ученые записки Астраханского государственного педагогического института имени С. М. Кирова. – 1969. – Т. 16. Вопросы географии. – С. 119–135.

9. Волынкин И. Н. Морфологическая структура ландшафтов Северного Прикаспия / И. Н. Волынкин // Проблемы физической географии Северо-Восточного Кавказа и сопредельных территорий. – Грозный : Чечено-Ингушский гос. ун-т, 1983. – С. 49–71.

10. Валов М. В. Циклические изменения гидроклиматических условий как фактор влияния на краткопойменные фитоценозы устьевой природной системы реки Волги / М. В. Валов, А. Н. Бармин, А. Ю. Колотухин, Е. А. Бармина // Геология, география и глобальная энергия. – 2016. – № 3 (62). – С. 61–69.

11. Занозин В. В. Морфологические особенности и распространение бэровских бугров в Астраханской области / В. В. Занозин // Кадастр недвижимости и мониторинг природных ресурсов : 3-я Всерос. науч.-технич. интернет-конф. / под общ. ред. И. А. Басовой. – Тула : Тульский гос. ун-т, 2013. – С. 200–202.

12. Занозин В. В. К вопросу об основных функциях ландшафтной web-ГИС Астраханской области / В. В. Занозин // Географические науки и образование : мат-лы IX Всерос. науч.-практ. конф., г. Астрахань, 25 марта 2016 г. / сост. : В. В. Занозин, А. З. Ка-рабаева, М. М. Иолин, А. Н. Бармин. – Астрахань : Издательский дом «Астраханский университет», 2016. – С. 106–108.

13. Занозин В. В. Синтетический подход к исследованию и картографированию природно-территориальных комплексов центральной части ландшафта дельты Волги / В. В. Занозин // Теория и практика современных географических исследований : мат-лы Междунар. науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых, посвященной 220-летию выдающегося русского мореплавателя, географа, вице-председателя русского географи-ческого общества Ф. П. Литке в рамках XIII большого географического фестиваля. – Санкт-Петербург : Свое издательство, 2017. – С. 609–613.

14. Исаченко А. Г. Ландшафтоведение и физико-географическое районирование. – Москва : Высшая школа, 1991. – С. 153.

15. Исаченко А. Г. Ландшафтное районирование России как основа для регионального эколого-географического анализа / А. Г. Исаченко // Изв. РГО. – 1997. – Т. 128, вып. 5. – С. 12–24.

16. Краснова Н. Г. Собственно дельта и восточные подстепные ильмени. Геология дельты Волги / Н. Г. Краснова // Тр. гос. океанограф. института (ГОИН) / под ред проф. И. В. Кленовой. – 1951. – Вып 18 / 30. – С. 148–165.

17. Мейснер В. И. Дельта Волги : отчет о работах экспедиции по обследованию дельты р. Волги в 1914 г. / В. И. Мейснер // Материалы к познанию русского рыболовства. – 1915. – Т. IV, вып. 10. – С. 23–60.

18. Николаев В. А. Геологическая история, рельеф и аллювиальные отложения / В. А. Николаев // Природа и сельское хозяйство Волго-Ахтубинской долины и дельты Волги. – Москва : МГУ, 1962. – С. 11–56.

19. Нижняя Волга: геоморфология, палеогеография и русловая морфодинамика (под ред. Г. И. Рычагова и В. Н. Коротаева). – Москва : ГЕОС, 2002. – 242 с.

20. Русаков Г. В. Геоморфологическое районирование дельты Волги / Г. В. Русаков // Геоморфология. – 1990. – № 3. – С. 99–106.

21. Хромых В. С. Проблемы классификации пойменных ландшафтов / В. С. Хромых // Современное ландшафтно-экологическое состояние и проблемы оптимизации природной среды регионов : мат-лы XIII Междунар. ландшафтной конференции, посвященной столетию со дня рождения Ф. Н. Милькова, Воронеж, 14–17 мая, 2018 г. : в 2 т. / под ред. В. Б. Михно и др. – Воронеж : ИСТОКИ, 2018. – Т. 1. – С. 151–153.

22. Alaska Satellite Facility – ALOS PALSAR Dataset. – Режим доступа: https://vertex.daac.asf.alaska.edu, свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. англ. (дата обращения 18.01.2018).

References

1. Atlas delty Volgi: geomorfologiya, ruslovaya i beregovaya morfodinamika [Atlas of the Volga Delta: geomorphology, channel and coastal morphodynamics], Moscow, APR Publ., 2015. 128 p.

2. Barmin A. N., Valov M. V. Ustevaya oblast reki Volgi: integralnaya otsenka nekotorykh prirodnykh i antropogennykh faktorov, vliyayushhikh na izmenenie gidrologicheskogo rezhima [The Volga river estuary: an integral assessment of some natural and anthropogenic factors affecting the change of the hydrological regime]. *Yestestvennye nauki* [Natural Science], 2015, no. 2, pp. 7–15.

3. Barmin A. N., Valov M. V., Iolin M. M. Osobennosti galogeneza pochv delty reki Volgi na lugakh srednego urovnya v zavisimosti ot izmeneniya prirodnykh usloviy [Features of halogenesis soils of the Delta of the Volga river in the meadows of the middle level, depending on changes in natural conditions]. *Geologiya, geografiya i globalnaya energiya* [Geology, geography and Global Energy], 2015, no. 2 (57), pp. 49–62.

4. Baydin S. S., Linberg F. N., Samoylov I. V. *Gidrologiya delty Volgi* [Hydrology of the Volga Delta], Leningrad, Gidrometeoizdat Publ., 1956. 331 p.

5. Belevich Ye. F. Rayonirovanie delty Volgi [Zoning of the Volga Delta]. *Trudy Astrakhanskogo zapovednika* [Proceedings of the Astrakhan Nature Reserve], 1963, issue 8, pp. 401–421.

6. Berg L. S. Osnovnye cherty morfologii delty Volgi [Main features of the Volga Delta morphology]. *Trudy GOIN* [Proceedings of the GOIN], 1951, issue 18 (30), pp. 49–64.

7. Valedinskiy V.V., Apollov B. A., Delta reki Volgi (po dannym izyskaniy 1919–1925 gg.) [The Volga river Delta (1919–1925, according to the data of the survey)]. *Trudy otdela portov i upravleniya vnutrennikh vodnykh putey* [Proceedings of the Department of ports and inland waterways], 1928, issue 5, vol. 1. 661 p.

8. Volynkin I. N. Landshaftnaya karta i landshaftnoe rayonirovanie Astrakhanskoy oblasti [Landscape map and landscape zoning of the Astrakhan region]. *Uchenye zapiski Astrakhanskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo instituta imeni S. M. Kirova* [Scientific notes of Astrakhan state pedagogical Institute named after S. M. Kirov], 1969, vol. 16. Problems of Geography, pp. 119–135.

9. Volynkin I. N. Morfologicheskaya struktura landshaftov Severnogo Prikaspiya [Morphological structure of the Northern Caspian landscapes]. *Problemy fizicheskoy geografii Severo-Vostochnogo Kavkaza i sopredelnykh territoriy* [Problems of Physical Geography of the North-Eastern Caucasus and Adjacent Territories], Groznyy, Chechen-Ingush State Institute Publ. House, 1983, pp. 49–71.

10. Valov M. V., Barmin A. N., Kolotukhin A. Yu., Barmina Ye. A. Tsiklicheskie izmeneniya gidroklimaticheskikh usloviy kak faktor vliyaniya na kratkopoymennye fitotsenozy ustevoy prirodnoy sistemy reki Volgi [Cyclical changes in hydroclimatic conditions as a factor in the short-term impact

on the communities of estuarine natural systems of the Volga river]. *Geologiya, geografiya i globalnaya energiya* [Geology, geography and Global Energy], 2016, no. 3 (62), pp. 61–69.

11. Zanozin V. V. Morfologicheskie osobennosti i rasprostranenie berovskikh bugrov v Astrakhanskoy oblasti [Morphological features and distribution of the Berov hills in the Astrakhan region]. *Kadastr nedvizhimosti i monitoring prirodnykh resursov: 3-ya Vseros. nauch.-tekhnich. internet-konf.* [The Real Estate Cadastre and Monitoring of Natural Resources.3rd All-Russian Scientific and Technical Internet Conference], Tula, Tula State University publ. House, 2013, pp. 200-202.

12. Zanozin V. V. K voprosu ob osnovnykh funktsiyakh landshaftnoy web-GIS Astrakhanskoy oblasti [On the main functions of the landscape web-GIS of the Astrakhan region]. Geograficheskie nauki i obrazovanie : materialy IX Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, g. Astrakhan, 25 marta 2016 g.[Geographical Sciences and Education. Proceedings of the IX All-Russian Scientific and Practical Conference, Astrakhan, March 25, 2016], Astrakhan, Astrakhan University Publ. House, 2016, pp. 106-108.

13. Zanozin V. V. Sinteticheskiy podkhod k issledovaniyu i kartografirovaniyu prirodno-territorialnykh kompleksov tsentralnoy chasti landshafta delty Volgi [Synthetic approach to research and mapping of natural-territorial complexes of the Central part of the Volga Delta landscape]. *Teoriya i praktika sovremennykh geograficheskikh issledovaniy : materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii studentov, aspirantov i molodykh uchenykh, posvyashhennoy 220-letiyu vydayushchegosya russkogo moreplavatelya, geografa, vitse-predsedatelya russkogo geograficheskogo obshchestva F. P. Litke v ramkakh XIII bolshogo geograficheskogo festivalya* [Theory and practice of modern geographical research : materials of the International scientific-practical conference of students, postgraduates and young scientists, dedicated to the 220th anniversary of the outstanding Russian Navigator, geographer, Vice-Chairman of the Russian geographical society of the XIII Great geographical festival], Saint Petersburg, Svoe izdatelstvo Publ., 2017, pp. 609–613.

14. Isachenko A. G. *Landshaftovedenie i fiziko-geograficheskoe rayonirovanie* [Landscape science and physical and geographical zoning], Moscow, Vysshaya shkola Publ., 1991, pp. 153.

15. Isachenko A. G. Landshaftnoe rayonirovanie Rossii kak osnova dlya regionalnogo ekologo-geograficheskogo analiza [Landscape zonation is the basis for the regional ecological and geographical analysis]. *Izv. RGO* [Proceedings of the RGO], 1997, vol. 128, issue 5, pp. 12–24.

16. Krasnova N. G. Sobstvenno delta i vostochnye podstepnye ilmeni. Geologiya delty Volgi [Actually Delta and Eastern pidstepne ilmenite. Geology of the Volga Delta]. *Tr. gos. okeanograf. instituta (GOIN)* [Proceedings of the State Oceanographic Institute], 1951, issue 18 / 30, pp. 148–165.

17. Meysner V. I. Delta Volgi : otchet o rabotakh ekspeditsii po obsledovaniyu delty r. Volgi v 1914 g. [Volga delta. Report on the work of the expedition to survey the Delta R. Volga in 1914]. *Materialy k poznaniyu russkogo rybolovstva* [Materials to the knowledge of Russian fishing], 1915, vol. IV, issue 10, pp. 23–60.

18. Nikolaev V. A. Geologicheskaya istoriya, relef i allyuvialnye otlozheniya [Geological history, relief and alluvial deposits]. *Priroda i selskoe khozyaystvo Volgo-Akhtubinskoy doliny i delty Volgi* [Nature and agriculture of the Volga-Akhtuba valley and the Volga Delta], Moscow, Lomonosov Moscow State University Publ. House, 1962, pp. 11–56.

19. Rychagov G.I., Korotaev V. N. (ed.) *Nizhnyaya Volga: geomorfologiya, paleogeografiya i ruslovaya morfodinamika* [Lower Volga: geomorphology, palaeogeography and channel river rift morphodynamics], Moscow, GEOS Publ., 2002. 242 p.

20. Rusakov G.V. Geomorfologicheskoe rayonirovanie delty Volgi [Geomorphological zoning of the Volga Delta]. *Geomorfologiya* [Geomorphology], 1990, no. 3, pp. 99-106.

21. Khromykh V. S. Problemy klassifikatsii poymennykh landshaftov [The problems of classification of floodplain landscapes]. *Sovremennoe landshaftno-ekologicheskoe sostoyanie i problemy optimizatsii prirodnoy sredy regionov : materialy XIII Mezhdunarodnoy landshaftnoy konferentsii, posvyashchennoy stoletiyu so dnya rozhdeniya F. N. Milkova, Voronezh, 14-17 maya, 2018 g.* [Modern Landscape Ecological Status and Problems of Optimization of Natural Environment of Regions. Proceedings of the XIII International Landscape Conference dedicated to the centenary of the birth of F. N. Milkova, Voronezh, May 14-17, 2018], Voronezh, ISTOKI Publ., 2018, vol. 1, pp. 151-153.

22. Alaska Satellite Facility – ALOS PALSAR Dataset. Available at: https://vertex.daac.asf.alaska.edu (accessed: 18.01.2018).

ВЛИЯНИЕ МИГРАЦИЙ НА ТРАНСФОРМАЦИЮ РЫНКА ТРУДА: РЕГИОНАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ

Балина Татьяна Анатольевна, кандидат географических наук, доцент, Пермский государственный национальный исследовательский университет, 614990, Российская Федерация, г. Пермь, ул. Букирева, 15, e-mail: seg@ psu.ru

Чекменева Лариса Юрьевна, кандидат географических наук, доцент, Пермский государственный национальный исследовательский университет, 614990, Российская Федерация, г. Пермь, ул. Букирева, 15, e-mail: seg@ psu.ru

Пономарева Зинаида Васильевна, кандидат географических наук, доцент, Воронежский государственный педагогический университет, 394024, Российская Федерация, г. Воронеж, ул. Ленина, 86, e-mail: zinda36@ mail.ru

В статье раскрываются проблемы трансформации рынка труда в старопромышленных регионах России на примере Воронежской области и Пермского края. Исследование основано на сравнительном анализе двух регионов, имеющих как общие черты, так и уникальные особенности развития социально-экономической ситуации. Изменения на рынке труда в регионах РФ рассматриваются с учетом современных тенденций воспроизводства населения и сложившейся демографической ситуации. Доказывается влияние естественного и механического движения населения на состояние рынка труда, обосновывается необходимость реализации комплексного подхода к региональной миграционной политике. Применяется системный подход к анализу миграционных процессов при их влиянии на занятость населения. Учитываются масштабы, виды, структура и направления миграций в регионах. Роль миграционных процессов в развитии рынка труда рассматривается на основе пространственно-временного подхода, раскрывающего связи современных трудовых миграций со сменой парадигмы социально-экономического развития регионов, при их переходе к постиндустриальному типу экономики, формированию инновационных видов деятельности.

Ключевые слова: миграции населения, рынок труда, трансформация, Российская Федерация, регионы, субъекты, Воронежская область, Пермский край, занятость населения, трудовые мигранты, демографическая ситуация

IMPACT OF MIGRATIONS ON TRANSFORMATION OF THE LABOUR MARKET: REGIONAL DIMENSIONS

Balina Tatiana A., C.Sc. in Geography, Associate Professor, Perm State National Research University, 15 Bukireva st., Perm, 614990, Russian Federation, e-mail: seg@ psu.ru

Chekmeneva Larisa Yu., C.Sc. in Geography, Associate Professor, Perm State National Research University, 15 Bukireva st., Perm, 614990, Russian Federation, e-mail: seg@ psu.ru

Ponomareva Zinaida V., C.Sc. in Geography, Associate Professor, Voronezh State Pedagogical University, 86 Lenin st., Voronezh, 394024, Russian Federation, e-mail: zinda36@ mail.ru

The article reveals the problems of labor market transformation in the old industrial regions of Russia on the example of the Voronezh region and the Perm region. The study is based on a comparative analysis of two regions that have both common features and unique features of the socio-economic situation. Changes in the labor market in the regions of the Russian Federation are considered taking into account the current trends in the reproduction of the population and the current demographic situation. The influence of natural and mechan-

ical movement of the population on the state of the labor market is proved, the necessity of implementation of an integrated approach to regional migration policy is proved. A systematic approach to the analysis of migration processes, with their impact on employment. The scale, types, structure and directions of migration in the regions are taken into account. The role of migration processes in the development of the labor market is considered on the basis of the space-time approach, revealing the connection of modern labor migration with a change in the paradigm of socio-economic development of the regions, in their transition to the post-industrial type of economy, the formation of innovative activities.

Keywords: population migration, intra-and inter-regional migration, labor market, transformation, Russian Federation, regions, subjects, Voronezh region, Perm region, employment, labor migrants, demographic situation

Современные миграции населения в России представляют собой сложные динамичные процессы, которые влияют на социально-экономическую ситуацию в регионах в целом. Миграции населения как многогранный процесс, формирующийся под влиянием множества разнообразных факторов, находятся в фокусе внимания представителей различных научных направлений [5, 6, 9, 13]. Процесс этот повсеместен, он охватывает не только все территории, но и все сферы жизнедеятельности общества, слои населения. Миграции воздействуют на рынок рабочей силы, обостряя конкуренцию между различными категориями прибывшего и коренного населения, влияют на перераспределение трудовых ресурсов в отраслях экономики каждого региона страны.

При изучении влияния миграций на рынок труда необходимо использовать системный подход, который подразумевает учет разных видов миграций. Во-первых, миграции следует рассматривать на трёх территориальных уровнях: внутренние, межрегиональные и внешние (зарубежные) миграции. Во-вторых, важно учитывать основные причины современных миграций в регионах (работа, учеба, улучшение условий и качества жизни и т.д.). В-третьих, большое значение имеет учет постоянных и временных мигрантов. Помимо этого, связывая миграции с рынком труда необходимо учитывать уровень образования и квалификацию мигрантов – потенциальных работников.

Все эти виды миграций являются факторами, определяющими развитие региональных рынков труда [3, 4, 10].

Каждый субъект РФ, участвуя в территориальном (географическом) разделении труда, играет определенную роль в социально-экономическом пространстве страны. Уникальность регионов проявляется в разных сферах общества: экономической, демографической и национально-этнической, социально-культурной и т.д. В то же время необходимо выявлять общие тенденции в социально-экономическом развитии, в частности степени влияния миграционных процессов на рынок труда.

Для выявления влияния миграций населения на формирование рынка труда в качестве полигонов для сравнения взяты контрастные старопромышленные регионы, Пермский край и Воронежская область, примерно одинаковые по территории и населению, но различные по их географическому положению, ресурсному потенциалу и конкурентным преимуществам. На основе сравнительного анализа мы выявляем тенденции в трансформации рынка труда.

Анализ социально-экономической ситуации Пермского края показывает, что переход к постиндустриальной экономике сопровождается изменением ее отраслевой структуры, сокращением численности занятых в добывающих и перерабатывающих природные ресурсы отраслях [1].

Особенно остро эти проблемы проявляются в малых и средних городах края, характеризующихся моноотраслевой структурой промышленности. Закрытие градообразующих предприятий влечет за собой рост безработицы и создает предпосылки для усиления внутрирегиональных миграций. Так, например, закрытие Кизеловско-Губахинского каменноугольного бассейна привело к формированию депрессивной территории с устойчивым оттоком населения на протяжении двух десятилетий. В настоящее время в крае подобная ситуация складывается в Лысьвенско-Чусовском регионе, где спад переживает металлургическое производство. Многие муниципальные образования превращаются в потенциальных поставщиков мигрантов, что подтверждает усиление внутрирегиональной миграции в Прикамье. Население небольших городов стало уезжать в Пермь. Анализ динамики механического движения населения Пермского края говорит о стягивании населения в краевой центри. Положительное сальдо миграции в г. Пермь наблюдается с 2006 г. Численность прибывающих в краевой центр с разных территорий Пермского края, несмотря на некоторые колебания, все эти годы остается на уровне 4,5–5,6 тыс. человек [2].

Это люди с разной квалификацией и образованием. Из небольших городов среди мигрантов преобладает более квалифицированное и требовательное к зарплате и качеству жизни население. Сельская местность, как правило, является поставщиком низко квалифицированных или неквалифицированных трудовых ресурсов. Это люди, согласные на любую работу, лишь бы переехать в город на постоянное место жительства. Как следствие, наиболее благополучная демографическая ситуация характерна для краевого центра, лучше обеспеченного трудовыми ресурсами (рис. 1, 2).

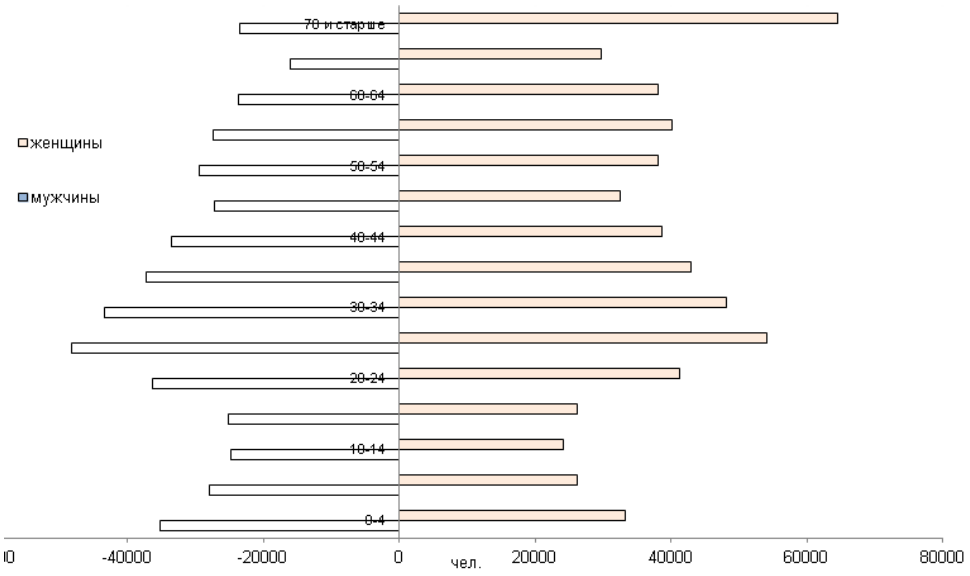


Рис. 1. Половозрастная пирамида населения г. Перми (на начало 2015 г.)

Мониторинговые исследования состояния демографической ситуации стали методологической основой для выявления причинно-следственных связей между естественным движением населения, миграционных процессов и изменениями на региональных рынках труда.

Сохраняя относительную стабильность демографической ситуации, Пермский край по демографическим тенденциям выглядит типичным российским регионом. Этот край, как и многие регионы России, характеризуется естественной убылью населения и только с 2012 г. незначительным естественным приростом [7].

Это можно объяснить вступлением в детородный возраст многочисленного поколения молодежи, рожденной в 1980-е гг., и относительной стабилизацией социально-экономической ситуации, а также положительными результатами демографической политики, что позволило поднять уровень рождаемости за счет отложенных рождений.

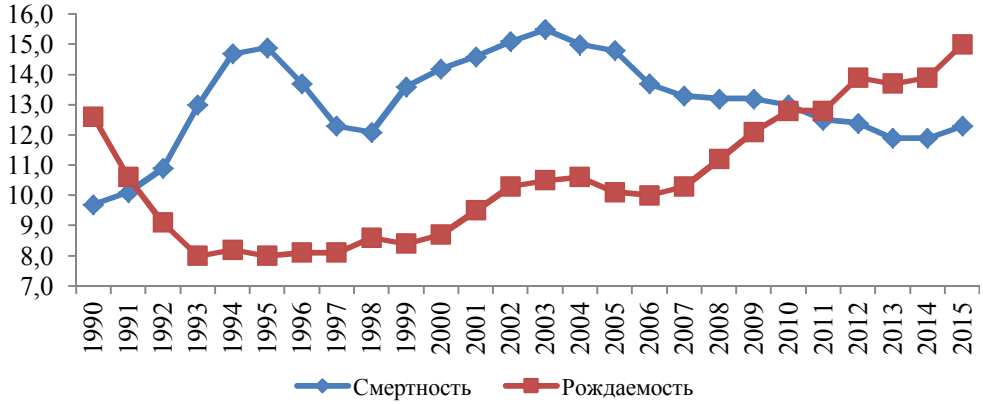


Рис. 2. Динамика рождаемости и смертности населения г. Перми

Поскольку общая тенденция остается негативной, и даже нулевой естественный прирост не сможет кардинально изменить демографическую ситуацию, через несколько лет наступит очередной спад рождаемости, когда поколение 1990-х гг вступят в фертильный возраст. Исследования показывают, что в ближайшей перспективе нельзя ожидать значительных изменений данной тенденции, это связано с объективными демографическими, поведенческими и социально-экономическими причинами. Следовательно, количество трудовых ресурсов регионов будет зависеть и от миграционной составляющей.

Пермский край обладает достаточно высоким потенциалом для инновационной деятельности. Особую роль по формированию инновационного имиджа региона выполняет научно-образовательный кластер, включающий академические институты, национальные исследовательские университеты, систему государственных и негосударственных учебных заведений. Осуществляемые в крае проекты (такие, как «Новый Звездный», «Фотоника» и ряд других) обеспечат консолидацию в регионе науки, образования, производства и управления в сфере высоких технологий.

Таким образом, развитие этих новых и новейших отраслей экономики может привести к перетеканию высококвалифицированных трудовых ресурсов в эти производства, налицо стремление молодого населения занять более высокооплачиваемые и престижные рабочие места.

Как показывает мировая практика и опыт высокоразвитых стран, многие моноотраслевые и старопромышленные районы выходят из экономического кризиса за счет внедрения новых технологий, благодаря новым формам организации производства и перехода к инновационным видам деятельности. Обслуживающие же отрасли, в том числе сфера услуг, развиваются благодаря привлечению мигрантов из стран с более низким уровнем развития.

Выявлена тенденция увеличения доли занятого населения с высшим профессиональным образованием на рынке труда Пермского края. Однако значение удельного веса рассматриваемой категории занятых в Пермском крае (26,2 %) значительно ниже среднероссийского показателя (33 %) и даже показателя по ПФО – 30,1 %. Безусловно, для региона, который себя позиционирует как один из экономически развитых регионов России и в качестве территории инновационного роста, необходимо принимать меры для повышения доли занятых с высшим профессиональным образованием [12]. Прикамье постоянно теряет квалифицированные кадры в обмене с другими регионами России (Свердловская область, Москва, Санкт-Петербург).

Свои особенности формирования рынка труда имеет Воронежская область, которая с 2012 г. входит в число наиболее динамично развивающихся субъектов РФ. Здесь темпы роста валового регионального продукта превышают 120 %. Ведущими видами экономической деятельности, обеспечивающими более 60 % произведенного ВРП области, являются промышленное производство, сельское хозяйство, строительство, транспорт и связь, торговля.

В то же время Воронежская область в отличие от Пермского края входит в первую десятку быстро стареющих регионов РФ с высокой долей пенсионеров. Возрастная структура на начало 2017 г. имела следующее соотношение групп населения: моложе трудоспособного – 15,4 % (20,1 % в Пермском крае); трудоспособный возраст – 56,1 % (55,5 % в Пермском крае), старше трудоспособного возраста – 28,5 % (24,4 % в Пермском крае). Доля трудоспособного населения стабильно сокращается, что усиливает негативные тенденции демографической ситуации и регионального рынка труда. Численность экономически активного населения в Воронежской области за 2016 г. составила 49,9 % общей численности населения области [8]. Такая возрастная структура объясняется и миграционными процессами, так как Черноземье является привлекательным регионом для переселения лиц старших поколений из северных ресурсодобывающих субъектов (Коми, ЯНАО, ХМАО, Саха и др.).

С 2010 г. численность населения Воронежской области устойчиво удерживается на уровне 2,3 млн человек, или 1,6 % населения РФ, исключительно за счет пополнения населения из других регионов России и международных миграций. Они покрывают устойчиво высокую естественную убыль населения, превышающую 4,5 ‰, в Пермском крае данный показатель составляет 0,3 ‰. Негативные тенденции демографической ситуации демонстрирует и областной центр – г. Воронеж, в котором проживает более 60 % населения области (рис. 3, 4).

Таким образом, миграции для Воронежской области являются основным источником сглаживания ситуации и единственной возможностью компенсации недостатка трудоспособного населения не только в сельской и городской местности региона, но и в областном центре, городе-миллионере.

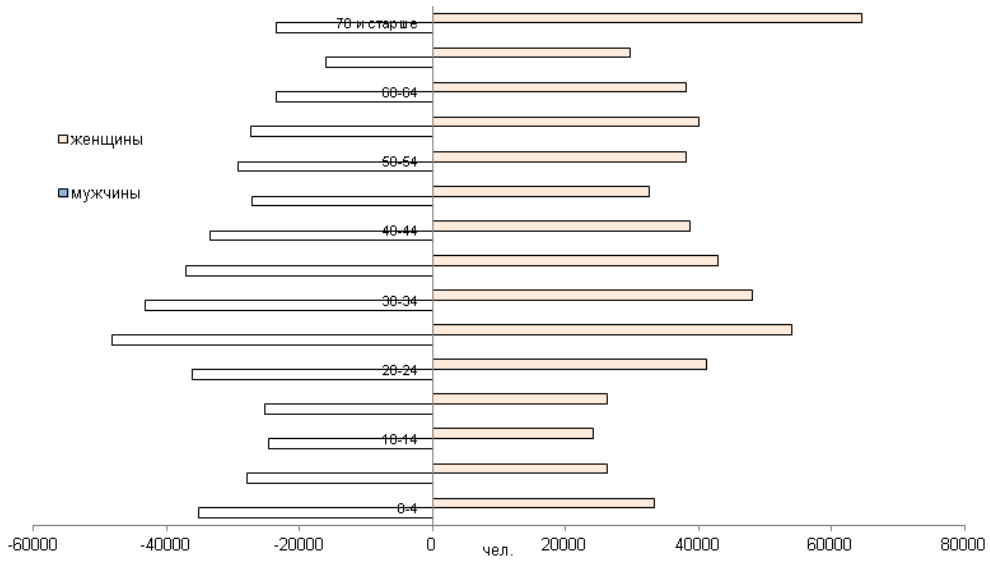


Рис. 3. Половозрастная пирамида населения г. Воронежа (на начало 2015 г.)

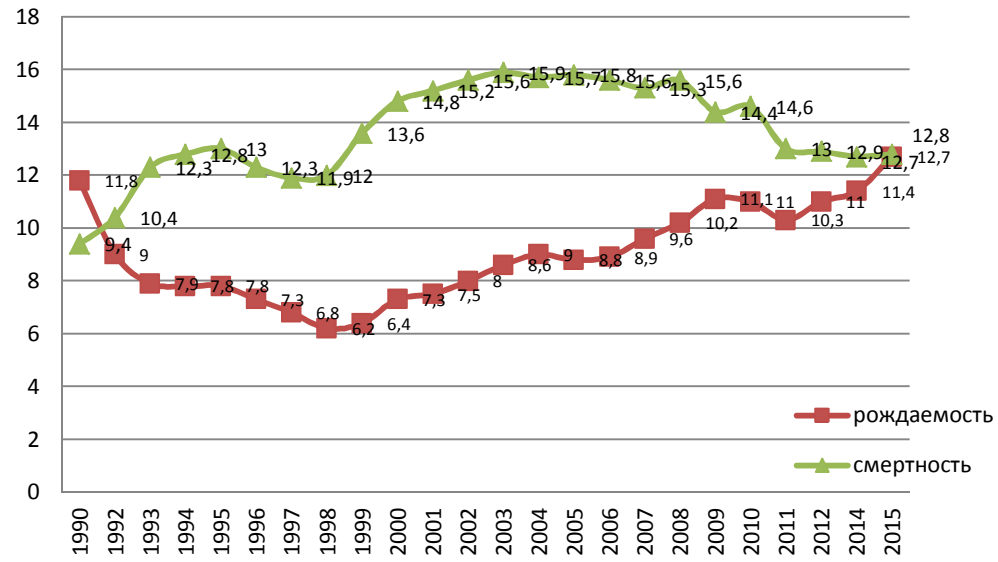


Рис. 4. Динамика рождаемости и смертности населения г. Воронежа

Структура прибывших по направлениям миграций (внутрирегиональная, межрегиональная и международная) в Воронежской области и Пермском крае значительно различаются (табл. 1).

Отличительной особенностью миграционного прироста Воронежской области стали международные миграции, которые в 2016 г. составили 22,6 % от общего числа прибывших в регион, что обеспечило 75,9 % миграционного прироста области. В 2016 г. по сальдо международной миграции в Воронежской области лидируют Украина (65,2 %), Казахстан (8,4%), Узбекистан (7,7 %), Армения (6,0 %), Молдова (4,1 %), Таджикистан (2,9 %). Несколько сократились потоки мигрантов из Кыргызстана (1,9 %). С 2012 г. растет доля мигрантов из Туркменистана, приезжающих на учебу [11].

Таблица 1

Распределение числа прибывших по направлениям передвижения (в процентах от общего числа прибывших)*

Регионы	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**	**2016**
В пределах региона							
Воронежская область	50,9	49,3	48,3	47,0	46,2	42,9	41,9
Пермский край	74,0	73,7	70,3	70,9	68,6	70,7	72,1
Из других регионов России							
Воронежская область	39,8	35,5	35,7	35,6	35,6	37,7	35,5
Пермский край	22,6	18,9	19,7	19,7	20,6	21,5	21,1
Из-за пределов России							
Воронежская область	9,3	15,2	16,0	17,4	18,2	19,4	22,6
Пермский край	3,4	7,4	10,0	9,4	10,8	7,8	6,8

*Составлено по [8].

На формирование рынка труда особое значение имеет образовательная структура мигрантов. Из числа прибывших в Воронежскую область среднее профессиональное и среднее образование имеет 62,5 %, с высшим образованием 26,7 % и 6,5 % мигрантов с начальным образованием. Анализ образовательной структуры мигрантов позволяет говорить о достаточно высоком уровне образованности, что можно считать благоприятным для региона. Среди субъектов ЦФО по этому показателю Воронежская область занимает четвертое место после Московской, Белгородской и Рязанской областей.

По прогнозам специалистов, Федеральной службы государственной статистики миграционный прирост населения Воронежской области будет расти, достигнув к 2035 г. 20 тыс. человек [11].

Учитывая пограничное положение Воронежской области, целесообразно разработать комплексную программу по рациональному расселению мигрантов, адаптации жителей приграничных территорий в условиях трансграничной миграции. С учетом потребностей районов и самих мигрантов осуществлять социально-экономическое развитие муниципальных образований и всей территории области.

В Воронежской области миграционные процессы можно рассматривать как фактор оздоровления демографической ситуации, преодоления диспропорций в сельском расселении, возрождения обезлюдевших мест, развития индивидуального предпринимательства и фермерства. Для этого необходимо максимально использовать знания и опыт мигрантов, повышать приживаемость мигрантов, содействовать в создании переселенческих организаций и новых поселений.

В Пермском крае данные процессы выглядят не столь обнадеживающими. На проблемы рынка труда в Пермском крае больше влияет внутренняя миграция, а не внешняя или межрегиональная. Так, молодежь из малых и средних городов Пермского края создает конкуренцию квалифицированным специалистам и жителям краевого центра, которые не желают трудиться на низкооплачиваемых работах. Конкуренция создается, в том числе, через получение образования приезжими в краевом центре. Низкооплачиваемые ниши приложения труда частично заполняются международными мигрантами из Средней Азии. Но не все, а только те, где не требуется особой и высокой квалификации. Создается иллюзия, что иностранные мигранты занимают низкооплачиваемые рабочие места, отнимая их у местных низкоквалифицированных мигрантов, например из сельской местности. Но иностранные мигранты, как правило, едут чаще работать, а не жить постоянно. Многие иностранные мигранты сами создают себе рабочие места в России, например, занимаются торговлей.

Таким образом, при наличии общих демографических и социально-экономических тенденций, миграционные процессы по-разному влияют на формирование региональных рынков труда.

Список литературы

1. Балина Т. А. Инновационные процессы как фактор устойчивого социально-экономического развития региона / Т. А. Балина, З. В. Пономарева // Вестник Тамбовского университета. – 2013. – Т. 18, № 2. – С. 562–565. – (Серия: Естественные и технические науки).

2. Балина Т. А. Миграционные процессы как фактор формирования современного демографического потенциала Пермского края / Т. А. Балина, Л. Ю. Чекменева // Индустриальная модернизация: прошлое или будущее России? : мат-лы III Пермского конгресса ученых-экономистов. – Пермь, 2017. – Т 1. – С. 89-92.

3. Бельчук Е. В. Трудовая миграция как фактор формирования рынка труда в регионах России / Е. В. Бельчук, Е. В. Новикова // Рынок труда и занятость населения в начале XXI в.: Европа, Польша, Россия. – Москва : Экоинформ, 2013. – С. 153–169.

4. Воробьева О. Рынок труда и миграция / О. Воробьева // Миграции в России. 2012 : хрестоматия : в 3 т. / под общ. ред. И. С. Иванова. – Москва : Спецкнига, 2013. – Т. 1, ч. 1. – С. 664–686.

5. Зайончковская Ж. Трудовая миграция в России: как двигаться дальше / Ж. Зайончковская, Е. Тюрюканова, Ю. Флоринская // Миграции в России. 2012 : хрестоматия : в 3 т. / под общ. ред. И. С. Иванова. – Москва : Спецкнига, 2013. – Т. 1, ч. 1. – С. 637–663.

6. Карачурина Л. Миграционная подвижность молодежи и сдвиги в возрастной структуре населения городов и районов России (1989–2002) / Л. Карачурина, Н. Мкртчян // Миграции в России. 2012 : хрестоматия : в 3 т. / под общ. ред. И. С. Иванова. – Москва : Спецкнига, 2013. – Т. 1, ч. 1. – С. 174–185.

7. Муниципальные образования Пермского края 2016 : статистический сборник. – Пермь : Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Пермскому краю (Пермьстат), 2016. – 164 с.

8. Регионы России. Социально-экономические показатели. 2017 : стат. сб. – Москва : Росстат, 2017. – 1402 с.

9. Родионова И. А. Рынок труда в условиях глобализации мировой экономики: проблемы теории и практики / И. А. Родионова, М. Ф. Ткаченко // Рынок труда и занятость населения в начале XXI в. : Европа, Польша, Россия. – Москва : Экоинформ, 2013. – С. 7–23.

10. Рязанцев С. В. Влияние миграции из стран Центральной Азии на рынки труда России и Казахстана / С. В. Рязанцев, Е. Е. Письменная, М. Ф. Ткаченко // Рынок труда и занятость населения в начале XXI в.: Европа, Польша, Россия. – Москва : Экоинформ, 2013. – С. 195–215.

11. Тенденции развития миграционных процессов Воронежской области // Аналитическая записка. – Воронеж : Воронежстат, 2017. – 32 с.

12. Якупова И. Н. Современные тенденции на рынке труда Пермского края / И. Н. Якупова // Развитие менеджмента в условиях перехода к цифровой экономике. – Пермь, 2017. – С. 321–328.

13. Akhmetova M. Economic reforms for global competitiveness / M. Akhmetova, A. Krutova ; Denis Ushakov, editor. – Hershey : Business Science Reference, 2017. – Ch. 4. – P. 63–78.

References

1. Balina T. A., Ponomareva Z. V. Innovatsionnye protsessy kak faktor ustoychivogo sotsialno-ekonomicheskogo razvitiya regiona [Innovative processes as a factor of sustainable socio-economic development of the region]. *Vestnik Tambovskogo universiteta* [Bulletin of the Tambov University], 2013, vol. 18, no. 2, pp. 562–565. (Series: Natural and Technical Sciences).

2. Balina T. A., Chekmeneva L. Yu. Migratsionnye protsessy kak faktor formirovaniya sovremennogo demograficheskogo potentsiala Permskogo kraya [Migration processes as a factor in the formation of the modern demo graphic potential of the Perm Territory]. *Industrialnaya modernizatsiya: proshloe ili budushchee Rossii? : materialy III Permskogo kongressa uchenykh-ekonomistov* [Industrial Modernization: Russia's Past or Future? Proceedings of the III Perm Congress of Economists], Perm, 201, vol. 1, pp. 89–92.

3. Belchuk Ye. V., Novikova Ye. V. Trudovaya migratsiya kak faktor formirovaniya rynka truda v regionakh Rossii [Labor migration as a factor in the formation of the labor market in the regions of Russia]. *Rynok truda i zanyatost naseleniya v nachale XXI v.: Yevropa, Polsha, Rossiya* [Labor Market and Population Employment at the Beginning of the XXI century: Europe, Poland, Russia], Moscow, Ekoinform Publ., 2013, pp. 153–169.

4. Vorobeva O. Rynok truda i migratsiya [Labor market and migration]. *Migratsii v Rossii. 2012* [Migrations in Russia. 2012], Moscow, Spetskniga Publ., 2013, vol. 1, part 1, pp. 664–686.

5. Zayonchkovskaya Zh., Tyuryukanova Ye., Florinskaya Yu. Trudovaya migratsiya v Rossii: kak dvigatsya dalshe [Labor migration in Russia: how to move on]. *Migratsii v Rossii. 2012* [Migrations in Russia. 2012], Moscow, Spetskniga Publ., 2013, vol. 1, part 1, pp 637-663.

6. Karachurina L., Mkrtchyan N. Migratsionnaya podvizhnost molodezhi i sdvigi v vozrastnoy strukture naseleniya gorodov i rayonov Rossii (1989–2002) [Migration mobility of young people and shifts in the age structure of the population of cities and regions of Russia (1989–2002)]. *Migratsii v Rossii. 2012* [Migrations in Russia. 2012], Moscow, Spetskniga Publ., 2013, vol. 1, part 1, pp. 174–185.

7. *Munitsipalnye obrazovaniya Permskogo kraya 2016* [Municipal formations of the Perm region 2016], Perm, Territorial body of the Federal State Statistics Service for the Perm Territory (Permstat) Publ. House, 2016. 164 p.

8. *Regiony Rossii. Socialno-ekonomicheskie pokazateli. 2017* [Regions of Russia. Socio-economic indicators. 2017], Moscow, Rosstat Publ., 2017. 1402 p.

9. Rodionova I. A., Tkachenko M. F. Rynok truda v usloviyakh globalizatsii mirovoy ekonomiki: problemy teorii i praktiki [Labor market in the context of globalization of the world economy: problems of theory and practice]. *Rynok truda i zanyatost naseleniya v nachale XXI v.: Yevropa, Polsha, Rossiya* [Labor Market and Population Employment at the Beginning of the XXI century: Europe, Poland, Russia], Moscow, Ekoinform Publ., 2013, pp. 7–23.

10. Ryazantsev S. V., Pismennaya Ye. Ye., Tkachenko M. F. Vliyanie migratsii iz stran Tsentralnoy Azii na rynke truda Rossii i Kazakhstana [The Impact of Migration from Central Asia on the Labor Markets of Russia and Kazakhstan]. *Rynok truda i zanyatost naseleniya v nachale XXI v.: Yevropa, Polsha, Rossiya* [Labor Market and Population Employment at the Beginning of the XXI century: Europe, Poland, Russia], Moscow, Ekoinform Publ., 2013, pp. 195–215.

11. Tendentsii razvitiya migratsionnykh protsessov Voronezhskoy oblasti [Trends in the development of migration processes in the Voronezh region]. *Analiticheskaya zapiska* [Analytic Note], Voronezh, Voronezhstat Publ., 2017. 32 p.

12. Yakupova I. N. Sovremennye tendentsii na rynke truda Permskogo kraya [Modern trends in the labor market of the Perm region]. *Razvitie menedzhmenta v usloviyakh perekhoda k tsifrovoy ekonomike* [Development of Management in the Transition to a Digital Economy], Perm, 2017, pp. 321–328.

13. Akhmetova M., Krutova A. *Economic reforms for global competitiveness*, Hershey, Business Science Reference Publ. House, 2017, part 4, pp. 63–78.

ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ ГОРОДСКИХ СИСТЕМ

Крыжановская Галина Викторовна, кандидат географических наук, доцент, Астраханский государственный университет, 414000, Российская Федерация, г. Астрахань, пл. Шаумяна, 1, e-mail: GalaJim@mail.ru

Иолин Михаил Михайлович, кандидат географических наук, доцент, Астраханский государственный университет, 414000, Российская Федерация, г. Астрахань, пл. Шаумяна, 1, e-mail: miolin76@mail.ru

Безуглова Марина Сергеевна, кандидат географических наук, доцент, Астраханский государственный университет, 414000, Российская Федерация, г. Астрахань, пл. Шаумяна, 1, e-mail: marinadenis@yandex.ru

Шарова Ирина Сергеевна, кандидат географических наук, доцент, Астраханский государственный университет, 414000, Российская Федерация, г. Астрахань, пл. Шаумяна, 1, e-mail: is_sharova@ya.ru

Борзова Анастасия Сергеевна, ассистент, Астраханский государственный университет, 414000, Российская Федерация, г. Астрахань, пл. Шаумяна, 1, e-mail: fler.16@mail.ru

Уровень антропогенной нагрузки на городские территориальные системы повсеместно очень высок. Основные источники поступления загрязняющих веществ в геосферы города сосредоточены в пределах территорий селитебного назначения, что формирует очень опасную и негативную в экологическом отношении среду обита-

ния. Особенно экологический риск отражается на составе и качестве атмосферного воздуха. Наибольшее негативное влияние на городскую среду оказывает автомобильный транспорт, который имеет тенденцию к увеличению. Все это, несомненно, влечёт за собой выбросы в атмосферу, влияющие негативно на геоэкологическое состояние урбосреды.

Ключевые слова: урбосреда, геоэкологическая оценка геосистем, загрязнение атмосферного воздуха, автомобильный транспорт, качество среды, полютанты, воздушный бассейн, валовый выброс

GEOECOLOGICAL ASSESSMENT OF THE STATE OF CITY SYSTEM AIR ENVIRONMENT

Kryzhanovskaya Galina V., C.Sc. in Geography, Associate Professor, Astrakhan State University, 1 Shaumyan sq., Astrakhan, 414000, Russian Federation, e-mail: GalaJim@mail.ru

Iolin Mikhail M., C.Sc. in Geography, Associate Professor, Astrakhan State University, 1 Shaumyan sq., Astrakhan, 414000, Russian Federation, e-mail: miolin76@mail.ru

Bezuglova Marina S., C.Sc. in Geography, Associate Professor, Astrakhan State University, 1 Shaumyan sq., Astrakhan, 414000, Russian Federation, e-mail: marinadenis@yandex.ru

Sharova Irina S., C.Sc. in Geography, Associate Professor, Astrakhan State University, 1 Shaumyan sq., Astrakhan, 414000, Russian Federation, e-mail: is_sharova@ya.ru

Borzova Anastasia S., Assistant, C.Sc. in Geography, Associate Professor, Astrakhan State University, 1 Shaumyan sq., Astrakhan, 414000, Russian Federation, e-mail: fler.16@mail.ru

The level of anthropogenic load on urban territorial systems is very high everywhere. The main sources of pollutants in the Geosphere of the city are concentrated within the territories of residential use, which forms a very dangerous and environmentally negative environment. Especially environmental risk affects the composition and quality of air. The greatest negative impact on the urban environment has road transport, which tends to increase, which undoubtedly entails emissions into the atmosphere, affecting the geoecological state of the urban environment.

Keywords: urban environment, geo-ecological assessment of geosystems, atmospheric pollution, road transport, the quality of the environment, pollutant, air basin, the gross emissions

Напряжённая экологическая обстановка возникает в результате формирования современных антропогенных ландшафтов, которые, в свою очередь, сложились в связи с преизбыточной концентрацией на небольших территориях промышленных предприятий, транспорта и населения. Современные урбанизированные антропогенные ландшафты очень далеки от экологического равновесия и развиваются по пути неустойчивого развития.

Воздушные пространства над крупными городскими агломератами содержат в среднем в 10 раз больше загрязняющих аэрозолей и в 25 раз больше загрязняющих газовых примесей [2]. Именно на автомобильный транспорт приходится более 70 % всего газового загрязнения атмосферного воздуха в городах.

Город Астрахань относится к числу городов, где в результате интенсивного процесса урбанизации и большого скопления автотранспорта, воздух

имеет очень высокий уровень загрязнения. Астрахань, является административным центром субъекта федерации Астраханской области, в котором перекрещиваются и проходят автотранспортные, железнодорожные и водные магистрали. Они магистрали обеспечивают важные торгово-экономические взаимосвязи со странами Ближнего и Дальнего зарубежья.

Основная часть города расположена в Прикаспийской низменности, в самой нижней части реки Волги, где собираются геохимические загрязнения, поступающие со всего водосборного бассейна реки. На территорию города загрязнители также поступают от местных промышленных объектов, но в большей степени от местного и транзитного транспорта [2, 5, 7, 16].

Объекты инфраструктуры, созданные для обслуживания автомобильного транспорта, и само городское автомобильное движение оказывают серьезное негативное влияние на все составные компоненты окружающей природной среды. В процессе эксплуатации транспортных средств, автомобильных дорог, автопредприятий по обслуживанию автотранспорта происходит постоянное загрязнение почвы, поверхностных и подземных водоемов, а вблизи автомагистралей регистрируются повышенные уровни шумового загрязнения. Но наиболее неблагоприятное воздействие оказывается именно на атмосферный воздух.

Современные градостроительные особенности города Астрахани сводятся к тому, что в историческом центре города проезжая часть дорог узкая и характеризуется малой пропускной способностью. Все районы города, примыкающие к р. Волге и её притокам, также отличаются слабой пропускной способностью. Селитебные территории города не отличаются хорошим качеством и размером дорог. В целом параметры всей улично-дорожной системы города не отвечают современным требованиям, которые предъявляются к магистралям крупных городских агломераций [5, 7, 16].

Большинство городских магистралей рассчитаны на две полосы движения в обоих направлениях, т.е. шириной 6–9 м. Автодорог в 4 полосы движения немного, и большинство из них имеют такую ширину дорожного полотна не на всём протяжении магистрали.

В результате общего состояния городской улично-дорожной сети, а также в связи с постоянным ростом автомобилизации в Астрахани сформировалось множество зауженных участков дорог, где в часы пик сильно снижается скорость движения транспорта и возникают пробки.

Большинство особенностей построения городской улично-дорожной сети связаны с наличием множества искусственных и естественных преград – городских железнодорожных магистралей, подъездных железнодорожных путей, рек, проток. Таким образом, ограничивается количество мест, где возможно осуществление пересечения транспортными магистралями вышеуказанных преград. В целом сложившаяся застройка мешает увеличению количества транспортных связей (мостов, эстакад, туннелей), преодолевающих эти преграды и все это приводит к негативным последствиям (табл. 1).

Именно из-за проблем с развитием транспортной инфраструктуры города и активным увеличением количества автотранспорта связано низкое качество городского воздуха. За последние десятилетия в городе увеличилось количество единиц автомобильного транспорта. Ещё одной причиной интенсивного загрязнения воздуха города выхлопными газами является наличие в городе большого количества старых отечественных машин, выбросы которых в разы токсичнее

зарубежных. Поскольку большинство импортных автомобилей оснащено нейтрализаторами выхлопных газов. Самой главной сложностью при решении проблем, связанных с загрязнением атмосферы, является процесс непрекращающейся автомобилизации населения. В разрезе экономического уровня преобладает доля автотранспорта в возрастном эквиваленте от 10 лет и более.

Таблица 1

Основной перечень последствий градостроительных особенностей г. Астрахани для развития городских транспортных связей

Последствия градостроительных особенностей г. Астрахани для развития городских транспортных связей			
Маршруты транспорта общего пользования и пассажиропотоки концентрируются на подходах к пересечениям	Значительно низкая общая пропускная способность улично-дорожной сети	Существенно увеличено время движения автотранспорта по маршруту, время работы двигателей автотранспорта в режиме холостого хода	Не обеспечена потребность в парковочных местах, автовладельцам приходиться использовать для парковки проезжую часть, что приводит к снижению пропускной способности дорожной сети

Так, по данным отчета «Структура и прогноз парка легковых автомобилей в России до 2017 года», подготовленного аналитическим агентством «Автостат», доля машин старше 10 лет в Российской Федерации составляет 49,9 % от всего парка легковых автомобилей. Следует также учитывать техническую невозможность оборудования автотранспорта локальными системами очистки отработавших газов, способными обеспечивать абсолютную гигиеническую и экологическую безопасность [6, 9].

Следующая причина сильного загрязнения городского воздуха заключается в особенностях городской улично-дорожной сети. Из-за узких дорог, с большим количеством перекрёстков, движение автотранспорта затруднено, часто образуются пробки, а именно при таком режиме движения (при наборе скорости и на холостом ходу) в атмосферу попадает наибольшее количество загрязняющих веществ. Важным является и качество топлива. Часто отечественный бензин является низкокачественным, что ещё больше увеличивает степень загрязнения атмосферы в городе [7].

Центральные, наиболее густонаселённые, регионы мегаполиса всегда подвержены наибольшему загрязнению от автомобильного транспорта. Вследствие изменения состава атмосферы автомобильными выбросами ухудшается здоровье населения. Максимальную угрозу выхлопные газы представляют для детей в возрасте от 0 до 7 лет, так как максимальный уровень выхлопных газов не превышает 1 м.

Любой автотранспорт выкидывает в атмосферу с отработанными газами около 200 видов различных химических веществ. В выхлопных газах содержится большое количество углеводородов – несгоревшие или не полностью сгоревшие компоненты топлива. Доля компонентов резко увеличивается, если двигатель работает на малых оборотах или в момент старта, при увеличении скорости, то есть во время пробки и у светофора на красный сигнал. В эти моменты выделяется больше всего несгоревших частиц (в 10 раз больше, чем при нормальной работе двигателя) [14, 15].

В этих газах содержатся альдегиды, с резким, не приятным запахом и вредным воздействием. К ним относятся акролены и формальдегид. В автомобильных газах содержатся также оксиды азота. Двуокись азота играет ведущую роль в процессе образования продуктов превращения углеводородов, в реакции с атмосферным воздухом. В продуктах сгорания топлива присутствуют нераспавшиеся молекулы углеводорода. Среди них особое место занимают непредельные углеводороды этиленового ряда, в частности гексен и пентен.

Для более детального изучения степени загрязнения воздушного бассейна города Астрахани нами проведена комплексная оценка собственных данных и литературных данных различных организаций и учреждений, имеющих геоэкологическую информацию по исследуемому предмету. Оценка влияния автомобильного транспорта на состояние атмосферного воздуха осуществлялась на основании литературных данных, а также расчетным методом по результатам проведенных нами исследований и натурных наблюдений за интенсивностью транспортных потоков.

Для определения объемов выбросов поллютантов автомобилями использовались материалы исследований интенсивности транспортного движения на основных автомагистралях города. На основе обзора литературных источников было выявлено, что на фоне значительного снижения негативного влияния стационарных источников на атмосферный воздух города Астрахани, роль транспорта как источника загрязнения многократно возрастает. Такой прирост выбросов автомобильным транспортом связан с увеличением в регионе транспортных средств, а также ростом интенсивности их использования (табл. 2).

Таблица 2

Количество транспортных средств, зарегистрированных в городе Астрахани (2006–2016 гг.)

Годы	Легковые автомобили	Грузовые автомобили	Автобусы
2006	100 723	25 975	6 082
2007	109 655	26 873	10 374
2008	109 365	28 458	7 019
2009	111 809	25 597	6 147
2010	116 084	23 952	6 713
2011	120 072	23 082	6 571
2012	124 123	22 506	6 427
2013	133 517	23 172	6 685
2014	134 562	23 195	6 640
2015	141 023	24 123	6 752
2016	146 231	24 563	6 412

Натурные исследования интенсивности транспортных потоков проводились в местах основных улично-дорожных развязок в период с 2015 по 2016 г. и осуществлялись в соответствии с руководством по проведению транспортных обследований в городах [14].

Учет движения транспортных средств на автомобильных дорогах проводился с применением видеозаписывающей аппаратуры в весенний, летний и осенний периоды. Наблюдение осуществлялось в периоды наибольшей транспортной загрузки в рабочие дни. Подсчет транспортного потока осуществлялся в течение 30 мин в каждом из направлений движения.

Был определен суммарный пробег автотранспортных средств по территории города исходя из среднего расхода топлива 10 л на 100 км пробега.

Места проведения натурных исследований автотранспортных потоков:

- ул. Савушкина, 24;
- ул. Свердлова, 36;
- ул. Адм. Нахимова, 122;
- ул. Боевая, 39;
- ул. Ленина, 17;
- ул. Софьи Перовской, 76.

По результатам проведенного анализа регистрируется рост концентрации в атмосферном воздухе вредных веществ, характерных для выбросов автомобильного транспорта. Так были выявлены валовые выбросы вредных веществ автотранспортом:

NO_2 – 433,9 ± 17,2 мг / м^3
CO – 378,7 ± 139,4 мг / м^3
VOC – 715,4 ± 32, 2 мг / м^3
SO_2 – 10,9 ± 0,4 мг / м^3
CH_4 – 21,5 ± 1,0 мг / м^3
NMVOC – 634,3 ± 29,2 мг / м^3
NH_3 – 3,8 ± 0,002 мг / м^3
N_2O – 11,6 ± 0,05 мг / м^3
Бенз(а)пирен – 0,013 ± 0,00004 мг / м^3
Бензол – 45,0 ± 1,6 мг / м^3
Толуол – 134,4 ± 4,7 мг / м^3
Ксилол – 112,5 ± 3,4 мг / м^3
Формальдегид – 126,3 ± 1,0 мг / м^3
Стирол – 58,3 ± 0,3 мг / м^3
PM – 40,2 ± 0,22 мг / м^3

Как показывают результаты лабораторного контроля за состоянием атмосферного воздуха, наблюдается повсеместное повышение ПДК загрязняющих веществ в воздушном бассейне города. По результатам исследований и анализу имеющихся литературных источников и материалов исследований увеличение объемов выбросов вредных веществ автотранспортом установлено по всем микрорайонам города, однако темпы роста различаются. Отмечается ухудшение качественных показателей состояния атмосферного воздуха. При этом повышенный уровень загрязнения воздушной среды обусловлен высокими концентрациями поллютантов, входящих в состав выбросов автомобильного транспорта.

Загрязнение воздуха представляет серьезную угрозу здоровью населения, способствует снижению качества жизни. Для минимизации негативного воздействия на окружающую природную среду необходимо искать пути решения проблемы загрязнения выхлопными газами, к которым можно отнести: снижение доли транспорта с бензиновыми двигателями и стимуляция перехода на газ, а также увеличение доли общественного электротранспорта.

Список литературы

1. ГН 2.1.6.2309-07. Атмосферный воздух и воздух закрытых помещений, санитарная охрана воздуха. Ориентировочные безопасные уровни воздействия (ОБУВ) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест. – Утверждены Постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 19 декабря 2007 г., № 92 // Нормативные базы ГОСТ. – Режим доступа: http://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293835/4293835869.htm, свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус.

2. Богданов Н. А. Санитарно-гигиеническое состояние территории Астрахани: химическое загрязнение / Н. А. Богданов, Е. Л. Миколаевская, Л. Н. Морозова, Л. Ю. Чуйкова, Ю. С. Чуйков. – Астрахань : Эколого-аналитический центр, 2011. – 201 с.

3. Геоэкология урбанизированных территорий / Г. В. Крыжановская, И. С. Шарова, И. Н. Шведова, Е. А. Колчин. – Астрахань : Сорокин Роман Васильевич, 2016. – 110 с.

4. О списке приоритетных веществ, содержащихся в окружающей среде, и их влиянии на здоровье населения : информационное письмо № 11/109-111 от 07.08.1997. – Москва : Департамент государственного санитарно-эпидемиологического надзора, 1997. – 53 с.

5. Доклад об экологической ситуации в Астраханской области в 2013 году. – Астрахань : Центр экологического образования населения Астраханской области, 2014. – 195 с.

6. Жданова-Заплесвичко И. Г. Окружающая среда как фактор риска заболеваемости детей в регионе с газоперерабатывающей промышленностью : автореф. дис. … канд. мед. наук / И. Г. Жданова-Заплесвичко. – Москва, 2007.

7. Источники выбросов химических загрязнителей г. Астрахани и Астраханской области, анализ условий переноса и влияния на здоровье населения. – Астрахань: ЦНТП, 2002. – 120 с.

8. Константинов А. П. Экология и здоровье: опасности мифические и реальные / А. П. Константинов // Экология и жизнь. – 2012. – № 8. – С. 90–91.

9. Май И. В. Анализ риска здоровью населения от воздействия выбросов автотранспорта и пути его снижения / И. В. Май, С. В. Клейн // Известия Самарского научного Центра Российской академии наук. – 2011. – Т. 13, № 1 (8). – С. 1895–1901.

10. Николаевич П. Н. Гигиеническая оценка химического загрязнения атмосферного воздуха и его влияния на здоровье населения (на примере г. Краснодара) : автореф. дис. ... канд. мед. наук / П. Н. Николаевич. − Волгоград, 2011. – 22 с.

11. ГН 2.1.6.1339-03. Ориентировочные безопасные уровни воздействия (ОБУВ) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест. – Утверждены Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации, Первым заместителем Министра здравоохранения Российской Федерации 21 мая 2003 г. // Нормативные базы ГОСТ. – Режим доступа: http://files.stroyinf.ru/ Data1/41/41368/, свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус.

12. ГН 2.1.6.1338-03 (105). Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест. – Утверждены Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации, Первым заместителем Министра здравоохранения Российской Федерации 21 мая 2003 г. // Нормативные базы ГОСТ. – Режим доступа: http://files.stroyinf.ru/Data2/1/4294814/4294814669.htm, свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус.

13. Расчетная инструкция (методика) по инвентаризации выбросов загрязняющих веществ от автотранспортных средств на территории крупнейших городов. – Москва : НИИАТ, 2008. – 40 с.

14. Руководство по проведению транспортных обследований в городах. – Москва : Стройиздат, 1982. – 72 с.

15. Селезнева А. И. Проблемы транспортной инфраструктуры в планировке современных городов и пути их решения / А. И. Селезнева, В. С. Горбунова // Перспективы науки и образования. – 2013. – № 6. – С. 195–199.

16. Турбина Е. С. Влияние загрязнения атмосферы взвешенными веществами и тяжелыми металлами на заболеваемость органов дыхания у детей / Е. С. Турбина // Здоровье населения и среда обитания. − 2012. − № 2 (227). − С. 21–23.

17. Экология и экономика природопользования : учебник / С. Н. Бобылев, А. Л. Новоселов, Э. В. Гирусов и др. – 2-е изд., перераб. – 2002.

18. Экология, здоровье и охрана окружающей среды в России / В. Ф. Протасов. – Москва : Финансы и статистика, 2001.

19. Экологическое состояние территории России : учебное пособие / под ред. С. А. Ушакова, Я. Г. Каца. – 2-е изд. – 2004.

20. Применение геоинформационных систем в геоэкологии / И. С. Шарова, Г. В. Крыжановская, Е. А. Колчин. – Астрахань : Сорокин Роман Васильевич, 2017. – 86 с.

21. Шабанов Д. И. Создание геоэкологической карты загрязнения окружающей среды на базе геоинформационных технологий / Д. И. Шабанов, М. С. Безуглова, А. С. Борзова, Ю. В. Белякова // Геология, география и глобальная энергия. – 2017. – № 3 (66). – С. 238–246.

22. Чигина Т. С. Изменение состава атмосферного воздуха урбанизированных территорий / Т. С. Чигина, М. С. Безуглова, И. С. Шарова, Г. В. Крыжановская // Геология, география и глобальная энергия. – 2017. – № 2 (65). – С. 111–119.

23. Чигина Т. С. Анализ выбросов загрязняющих веществ в атмосферу и организация их контроля / Т. С. Чигина, А. С. Борзова, Е. А. Чурсина, И. С. Шарова // Геология, география и глобальная энергия. – 2017. – № 2 (65). – С. 120–130.

References

1. GN 2.1.6.2309-07. Atmospheric air and indoor air, sanitary air protection. Estimated safe exposure levels (ESDS) of pollutants in the atmospheric air of populated areas. Approved by the Resolution of the Chief State Sanitary Doctor of the Russian Federation of December 19, 2007, No. 92. *Normativnye bazy GOST* [Regulatory Base GOST]. Available at: http://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293835/4293835869.htm.

2. Bogdanov N. A., Mikolaevskaya Ye. L., Morozova L. N., Chuykov L. Yu., Chuykov Yu. S. *Sanitarno-gigienicheskoe sostoyanie territorii Astrakhani: khimicheskoe zagryaznenie* [Sanitary condition of territory of Astrakhan: chemical contamination], Astrakhan, Ekologo-analiticheskiy tsentr Publ., 2011. – 201 p.

3. Kryzhanovskaya G. V., Sharova I. S., Shvedov I. N., Kolchin Ye. A. *Geoekologiya urbanizirovannykh territoriy* [Geoecology of urban territories], Astrakhan, Sorokin Roman Vasilyevich Publ., 2016. 110 p.

4. On the list of priority substances contained in the environment, and their impact on public health. Information Letter no. 11 / 109–111 of 07.08.1997. Moscow, Department of State Sanitary and Epidemiological Surveillance Publ. House, 1997. 53 p.

5. *Doklad ob ekologicheskoy situatsii v Astrakhanskoy oblasti v 2013 godu* [Report on the environmental situation in the Astrakhan region in 2013], Astrakhan, Center for Environmental Education of the Astrakhan Region Publ. House, 2014. 195 p.

6. Zhdanova-Zaplesvichko I. G. Okruzhayushchaya sreda kak faktor riska zabolevaemosti detey v regione s gazopererabatyvayushchey promyshlennostyu [The environment as a risk factor of incidence of children in the region with the gas processing industry], Moscow, 2007.

7. *Istochniki vybrosov khimicheskikh zagryazniteley g. Astrakhani i Astrakhanskoy oblasti, analiz usloviy perenosa i vliyaniya na zdorove naseleniya* [The sources of emission of chemical pollutants city of Astrakhan and Astrakhan region, analysis of conditions and migration impact on population health], Astrakhan, TSNTP Publ., 2002. 120 p.

8. Konstantinov. A. P. Ekologiya i zdorove: opasnosti mificheskie i realnye [Ecology and health: the dangers of the mythical and the real]. *Ekologiya i zhizn* [Ecology and Life], 2012, no. 8, pp. 90–91.

9. May I. V., Kleyn S. V. Analiz riska zdorovyu naseleniya ot vozdeystviya vybrosov avtotransporta i puti ego snizheniya [Analysis of health risk from exposure to motor vehicle emissions and ways to reduce]. *Izvestiya Samarskogo nauchnogo Tsentra Rossiyskoy akademii nauk* [Proceedings of the Samara Scientific Center, Russian Academy of Sciences], 2011, vol. 13, no. 1 (8), pp. 1895–1901.

10. Nikolaevich P. N. *Gigienicheskaya otsenka khimicheskogo zagryazneniya atmosfernogo voz-dukha i ego vliyaniya na zdorove naseleniya (na primere g. Krasnodara)* Hygienic assessment of chemical air pollution and its impact on population health (on the example of Krasnodar city)], Volgograd, 2011. 22 p.

11. GN 2.1.6.1339-03. Estimated safe exposure levels (OSUV) of pollutants in the atmospheric air of populated areas. - Approved by the Chief State Sanitary Doctor of the Russian Federation, First Deputy Minister of Health of the Russian Federation on May 21, 2003. *Normativnye bazy GOST* [Regulatory Base GOST]. Available at: http://files.stroyinf.ru/ Data1/41/41368/.

12. GN 2.1.6.1338-03 (105). The maximum permissible concentration (MPC) of pollutants in the atmospheric air of populated areas. Approved by the Chief State Sanitary Doctor of the Russian Federation, First Deputy Minister of Health of the Russian Federation on May 21, 2003. *Normativnye bazy GOST* [Regulatory Base GOST]. Available at: http://files.stroyinf.ru/Data2/1/4294814/4294814669.htm.

13. *Raschetnaya instruktsiya (metodika) po inventarizatsii vybrosov zagryaznyayushchikh veshchestv ot avtotransportnykh sredstv na territorii krupneyshikh gorodov* [Calculation instruction (methodology) on inventory of pollutant emissions from motor vehicles in the territory of the largest citie], Moscow, NIIAT Publ., 2008. 40 p.

14. *Rukovodstvo po provedeniyu transportnykh obsledovaniy v gorodakh* [Guidance on the conduct of transport surveys in the cities], Moscow, Stroyizdat Publ., 1982. 72 p.

15. Selezneva A. I., Gorbunov V. S. Problemy transportnoy infrastruktury v planirovke sovremennykh gorodov i puti ikh resheniya [Problems of transport infrastructure in the planning of modern cities and ways to solve them]. *Perspektivy nauki i obrazovaniya* [Prospects of Science and Education], 2013, no. 6, pp. 195–199.

16. Turbina Ye. S. Vliyanie zagryazneniya atmosfery vzveshennymi veshchestvami i tyazhelymi metallami na zabolevaemost organov dykhaniya u detey [Effect of air pollution by suspended solids and heavy metals on the incidence of respiratory system in children]. *Zdorove naseleniya i sreda obitaniya* [Population Health and Habitat], 2012, no. 2 (227), pp. 21–23.

17. Bobylev S. N., Novoselov A. L., Girusov E. V., et al. *Ekologiya i ekonomika prirodopolzovaniya* [Ecology and economy of nature use]. 2nd ed., rev. 2002.

18. Protasov V. F. *Ekologiya, zdorove i okhrana okruzhayushchey sredy v Rossii* [Ecology, health and environmental protection in Russia], Moscow, Financy i statistika Publ., 2001.

19. Ushakova S. A., Katsa Ya. G. *Ekologicheskoe sostoyanie territorii Rossii* [Ecological state of the territory of Russia]. 2nd ed. 2004.

20. Sharova I. S., Kryzhanovskaya G. V., Kolchin A. Ye. *Primenenie geoinformatsionnykh sistem v geoekologii* [The use of geoinformation systems in geoecology], Astrakhan, Sorokin Roman Vasilevich Publ., 2017. 86 p.

21. Shabanov D. I., Bezuglova M. S., Borzova A. S., Belyakova Yu. V. Sozdanie geoekologicheskoy karty zagryazneniya okruzhayushchey sredy na baze geoinformatsionnykh tekhnologiy [Creation of geoecological map of environmental pollution on the basis of geoinformation technologies]. *Geologiya, geografiya i globalnaya energiya* [Geology, Geography and Global Energy], 2017, no. 3 (66), pp. 238–246.

22. Chigina T. S., Bezuglova M. S., Sharova I. S., Kryzhanovskaya G. V. Izmenenie sostava atmosfernogo vozdukha urbanizirovannykh territoriy [Change of atmospheric air composition in urban areas]. *Geologiya, geografiya i globalnaya energiya* [Geology, Geography and Global Energy], 2017, no. 2 (65), pp. 111–119.

23. Chigina T. S., Borzov A. S., Chursina Ye. A., Sharova I. S. Analiz vybrosov zagryaznyayushchikh veshchestv v atmosferu i organizatsiya ikh kontrolya [The Analysis of emissions of polluting substances into the atmosphere and organization of their control]. *Geologiya, geografiya i globalnaya energiya* [Geology, Geography and Global Energy], 2017, no. 2 (65), pp. 120–130.

АНАЛИЗ ЛОГИСТИЧЕСКОЙ ТРАНСПОРТНОЙ СТРУКТУРЫ ТЕРРИТОРИИ ЮГРЫ

Выходцев Александр Михайлович, кандидат географических наук, доцент, Тюменский государственный университет, 625003, Российская Федерация, г. Тюмень, ул. Володарского, 3, e-mail: vichod1@rambler.ru

Гребенюк Галина Никитична, доктор географических наук, профессор, заместитель генерального директора, ЗАО «ТюменьНИПИнефть», 625014, Российская Федерация, г. Тюмень, ул. Республики, 250б, e-mail: Galina.Grebenuk@tnipi.ru

Луговской Александр Михайлович, доктор географических наук, профессор, Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации (Финансовый университет), 125468, Российская Федерация, г. Москва, Ленинградский проспект, 49, e-mail: alug1961@yandex.ru

Вавер Ольга Юрьевна, кандидат философских наук, доцент, Тюменский государственный университет, 625003, Российская Федерация, г. Тюмень, ул. Володарского, 3, e-mail: o.y.vaver@utmn.ru

Ханты-Мансийский автономный округ – Югра характеризуется моноотраслевой структурой экономики и значительным дисбалансом территориального развития западной и восточной частей округа. Анализ логистической транспортной структуры территории Югры проводился с целью выявления возможностей сбалансированного территориального развития и показал, что в настоящее время экономическое развитие Югры обусловлено ее логистической транспортной структурой. Поскольку система расселения приурочена к основным транспортным магистралям. Экономический потенциал Сургута и Нижневартовска перетягивает потенциал роста в восточную часть автономного округа, формирует зону урбанизации, подтягивает к росту городские поселения, расположенные на расходящихся от них транспортных магистралях (г. Нефтеюганск, Лангепас, п.г.т. Излучинск, Пойковский). Остальные городские поселения теряют население. Особенно это характерно для отсталых в экономическом плане территорий (западная и южная части округа). Отсутствие транспортных узлов и

разнообразия видов транспортных магистралей тормозят экономическое развитие Березовского, Белоярского, Советского, Кондинского и Октябрьского районов. Население преимущественно поселков городского типа мигрирует в города районного значения (Урай, Югорск, Советский, Нягань) и столицу округа – Ханты-Мансийск. Данная тенденция характерна практически для всех городских поселений, являющихся конечными пунктами транспортных магистралей, и они постепенно приобретают черты маргинальности. Пути экономического развития округа – это крупные инвестиционные проекты, связанные, в первую очередь, с прокладкой транспортных магистралей, и понимание динамично развивающейся урбанизации в Югре (свыше 95 % проживают в городских поселениях) способствуют установлению баланса территориального развития западной и восточных частей автономного округа.

Ключевые слова: транспортные магистрали, транспортная структура, территориальное развитие, экономические оси, городские поселения, транспортно-инфраструктурный каркас

ANALYSIS OF LOGISTIC TRANSPORT STRUCTURE OF YUGRA TERRITORY

Vykhodtsev Aleksandr M., C.Sc. in Geography, Associate Professor, Tyumen State University, 3 Volodarskiy st., Tyumen, 625003, Russian Federation, e-mail: vichod1@rambler.ru

Grebenyuk Galina N., D.Sc. in Geography, Professor, Deputy Director General, CJSC "TyumenNIPIneft", 250b Respublika st., Tyumen, 625014, Russian Federation, e-mail: Galina.Grebenuk@tnipi.ru

Lugovskoy Aleksandr M., D.Sc. in Geography, Professor, Financial University under the Government of the Russian Federation (Financial University), 49 Leningradskiy ave., Moscow, 125468, Russian Federation, e-mail: alug1961@yandex.ru

Vaver Olga Yu., C.Sc. in Philosophy, Associate Professor, Tyumen State University, 3 Volodarskiy st., Tyumen, 625003, Russian Federation, e-mail: o.y.vaver@utmn.ru

The Khanty-Mansi Autonomous Okrug – Yugra is characterized by a mono-branch structure of the economy and a significant imbalance in the territorial development of the western and eastern parts of the Okrug. The analysis of the logistic transport structure of the territory of Yugra has been conducted for identifying opportunities for balanced territorial development and showed that currently the economic development of Yugra is due to its logistical transport structure, since the settlement system is confined to the main transport arteries. The economic potential of Surgut and Nizhnevartovsk drags up the growth of potential to the eastern part of the autonomous region, forms an urbanization zone, pulls up urban settlements that is located on divergent transport routes (Nefteyugansk, Langepas, Izluchinsk, Poikovsky). The remaining urban settlements are losing population. This is especially true for economically backward territories (western and southern parts of the district). The lack of transport hubs and the variety of transport routes hamper the economic development of Berezovsky, Beloyarsk, Sovetsky, Kondinsky and Oktyabrsky districts. The population of predominantly urban-type settlements migrates to the cities of regional importance (Uray, Yugorsk, Sovetsky, Nyagan) and the capital of the district – Khanty-Mansiysk. This trend is typical for almost all urban settlements, which are the final points of transport highways, and they gradually acquire marginal features. The ways of the economic development of the Okrug – are large investment projects that connected primarily with the laying of transport highways and the understanding of dynamically developing urbanization in Yugra (over 95 % live in urban settlements) is contributed to establishing a balance of territorial development of the western and eastern parts of the Autonomous Okrug.

Keywords: transport highways, transport structure, spatial development, economic axes, urban settlements, transport and infrastructure skeleton

Ханты-Мансийский автономный округ – Югра представляет собой ресурсно-сырьевой регион экспортной ориентации: в структуре промышленного производства добыча полезных ископаемых занимает 90,5 %, обрабатывающее производство – 3,2 %, производство и распределение электроэнергии, газа и воды – 6,3 %. Кроме чётко проявляющейся моноотраслевой структуры экономики, округ характеризуется значительным дисбалансом территориального развития западной и восточной частей округа. В связи с этим нами был проведен анализ логистической транспортной структуры территории Югры с целью выявления возможностей сбалансированного территориального развития.

Роль транспортных магистралей в возникновении и росте поселений Югры является ведущей. Это связано с главной отличительной чертой экономико-географического положения Югры на уровне страны, которая заключается в большой удаленности территории от незамерзающих морей и основных внутренних и внешних рынков сбыта продукции. Огромные расстояния, которые приходится преодолевать при перемещении грузов и пассажиров из Югры в главные центры, определяют повышенный уровень транспортных издержек, оказывают негативное влияние на эффективность югорской экономики и затрудняют ее участие в межрайонном и международном разделении труда.

Влияние внутриконтинентального положения на социально-экономическое развитие территории проявляется в линейно упорядоченной хозяйственно-расселенческой структуре, прежде всего, систем городских поселений. Речь идет о закономерной линеаризации размещения и концентрации производительных сил в определенной фиксированной зоне вдоль важнейших транспортных магистралей в целях обеспечения максимальной экономии затрат на связи и перемещения. Данный эффект основан на огромных экономических преимуществах магистрализации транспортных коммуникаций и связей, так как перевозки по магистралям в несколько раз дешевле, чем по остальной сети. Получается, что пункты, расположенные на магистралях и в зонах их непосредственного влияния (т.е. на экономических осях), несут наименьшие транспортные издержки и обладают наилучшими возможностями развития и роста [2–4]. Таким образом, именно городские поселения выступают индикаторами экономических осей, а их возникновение, рост, величина и концентрация непосредственно указывают на степень реализации хозяйственного потенциала [3, 4, 7].

Исторически ведущими транспортными магистралями Югры являлись водные. Но открытие газовых, а чуть позже и нефтяных месторождений способствовало тому, что создание транспортной инфраструктуры было подчинено идее добычи газа и нефти. Поэтому районы, где не производилось освоение углеводородных ресурсов, не охватывались развитием новых транспортных путей. Это привело к тому, что в настоящее время экономический рост автономного округа сдерживается отсутствием транспортной доступности для хозяйственного освоения новых территорий и возможности обеспечения необходимой подвижности населения и мобильности трудовых ресурсов, формирующих развитой региональный рынок.

Анализ транспортной инфраструктуры и системы городских поселений позволяет определить сформированные экономические оси и выявить дисбаланс экономического развития.

Транспортный комплекс Ханты-Мансийского автономного округа – Югры представляет собой совокупность воздушного, водного, железнодорожного,

автомобильного транспорта и включает в себя: аэропорты и вертолетные площадки; речные порты и пристани; железные дороги и водные пути; железнодорожные станции и вокзалы; сеть автомобильных дорог различного значения – федерального, регионального или межмуниципального, местного и частные автомобильные дороги; автовокзалы; различные организации, осуществляющие деятельность по транспортировке пассажиров, грузов и функционированию транспортного комплекса.

Воздушный транспорт. На территории округа функционирует 10 аэропортов, 2 самолетно-посадочные площадки и более 120 вертолетных площадок [10].

Три аэропорта в городах Сургут, Нижневартовск и Ханты-Мансийск имеют статус международных и обеспечивают более 80 % всех пассажирских и грузовых авиаперевозок в автономном округе. Доля воздушного транспорта составляет более 4 % в общем пассажирообороте.

Водный транспорт. Главными судоходными водными артериями являются Обь и Иртыш, связывающие населенные пункты автономного округа с крупными сибирскими городами (Омск, Тобольск, Салехард, Томск, Новосибирск). По внутренним водным путям, протяженность которых составляет 5608 км (3736 км из которых – притоки и малые реки), ежегодно перевозится более 300 тыс. пассажиров. В навигационный период (5,5 месяцев) водный транспорт на территории Югры является одним из основных видов транспортной деятельности, обеспечивающих пассажирские перевозки и доставку грузов различного характера. В 2015 г. на водных путях автономного округа функционировало 24 регулярных линии. Протяженность межмуниципальных и внутрирайонных маршрутов составляет от 50 до 600 км [10].

По речным путям ежегодно перевозится свыше 3 млн т грузов (2016 г.). Водный транспорт Обь-Иртышского бассейна является существенным дополнением железнодорожного транспорта. С его помощью с мая по октябрь осуществляют доставку промышленной продукции, товаров и горюче-смазочных материалов речные суда.

На территории Югры расположено четыре порта: Нижневартовский, Сургутский, Сергинский и Нефтеюганский. Для пассажиров в крупных городах – Сургуте, Ханты-Мансийске, Нижневартовске – оборудованы причалы.

Железнодорожный транспорт. Общая длина сети железных дорог общего пользования на территории Ханты-Мансийского автономного округа – Югры составляет 1106 км. Округ отстает от среднероссийских показателей – на 1000 км^2 территории приходится 2,0 км железных дорог (в России – 5,0 км) [10]. Железнодорожная сеть округа складывается из трех не интегрированных между собой участков:

- Тюмень – Тобольск – Пыть-Ях – Сургут – Когалым – Новый Уренгой, с ответвлением на Нижневартовск (протяженность по территории – 650 км);
- Екатеринбург – Серов – Ивдель – Советский – Нягань – Приобье, с ответвлением на Агириш (протяженность по территории – 339 км);
- Екатеринбург – Егоршино – Тавда – Усть-Аха (протяженность по территории – 117 км).

Железные дороги на территории округа преимущественно одноколейные и неэлектрифицированные. С железнодорожных станций, расположенных на территории Югры, ежегодно отправляется более 2 млн пассажиров, в том числе поездами пригородного сообщения – около 300 тыс. пассажиров и свыше 13 млн т грузов [8, 10].

Автомобильный транспорт. Более 60 % пассажирских перевозок в автономном округе приходится на долю пассажирских автотранспортных предприятий общего пользования. По территории Ханты-Мансийского автономного округа – Югры проходят автомобильные дороги, формирующие автодорожные маршруты и коридоры, являющиеся важнейшей частью национальной транспортной системы. Ими являются:

- автомобильная дорога «Тюмень – Сургут – Новый Уренгой – Надым – Салехард» (с перспективой развития в Казахстан и вхождения в транспортную сеть Азии);
- перспективный северный широтный коридор «Пермь – Ивдель – Ханты-Мансийск – Томск», входящий в состав маршрута федерального значения «Северо-Запад – Сибирь» (Санкт-Петербург – Котлас – Сыктывкар – Пермь – Ханты-Мансийск – Томск).

К особенностям сети автомобильных дорог Ханты-Мансийского автономного округа – Югры относятся:

- преобладание в общей дорожной сети частных автомобильных дорог (их доля в округе в 4,5 раза выше аналогичного показателя по России);
- высокая доля автомобилей большой грузоподъемности в составе автопарка, превышающая в 1,4 раза аналогичный средний показатель по России;
- большой грузооборот (в тонно-километрах), приходящийся в среднем на 1 км автомобильных дорог, также значительно превосходящий аналогичный показатель по стране;
- большое значение в обеспечении транспортного сообщения в округе имеют зимние автомобильные дороги и ледовые переправы, общая протяженность которых составляет 2884 км.

Автомобильные дороги регионального, или межмуниципального, и федерального значения общего пользования, составляя 17,8 % от общей протяженности автомобильных дорог с твердым покрытием, являются структурообразующими в общей сети автомобильных дорог и воспринимают основную нагрузку от автомобильного транспорта (Россия – 46,3 %, Уральский федеральный округ – 43,6 %) [10].

Анализируя транспортный комплекс Югры, можно отметить следующее.

Сильными сторонами развития транспортного комплекса округа являются:

1) густая речная сеть, способствующая массовому использованию относительно дешевого водного транспорта;

2) высокий транзитный потенциал территории округа, возможность получения дополнительных доходов от транзитных перевозок;

3) близость транспортных путей федерального значения, в частности железных дорог.

Слабыми сторонами являются:

1) большие расстояния между населенными пунктами, низкая плотность населения, поэтому строительство дорог долго окупается;

2) отсутствие связности транспортной системы, транспортная сеть локализована вокруг нескольких крупных городских поселений;

3) дороговизна прокладки дорог в условиях болотистой местности и холодного климата, затраты на строительство 1 км дорог в условиях Югры превышают аналогичные в других регионах в несколько раз;

4) большая зависимость транспорта от нефтегазодобывающей отрасли, т.к. значительная часть дорожной сети является частной и недоступной для общего пользования.

Общая характеристика транспортного комплекса позволяет выделить железные, автомобильные дороги и водные пути, а также зоны их влияния и рассматривать их в качестве экономических осей Югры. Следующий этап – оценка градообразующего значения экономических осей.

С этой целью использована методика, учитывающая число городских поселений (городов и поселков городского типа) и численность городского населения в пределах делимитированных картографическим путем зон влияния транспортных магистралей (железнодорожных, автомобильных, водных). Ширина зоны принята в 20 км в обе стороны от этих магистралей.

Оценка проведена с помощью определения расположения относительно транспортных магистралей и их пересечений каждого из имеющихся городских поселений. Выбор единых фиксированных размеров зон градообразующего влияния транспортных магистралей коренным образом унифицирует обработку большого массива информации и существенно облегчает анализ закономерностей расположения городских поселений относительно экономических осей.

В расчетах использованы статистические данные по численности населения городских поселений Югры за 2017 г., карты атласа железных дорог, данные Перечня автомобильных дорог федерального значения и регионального значения на территории Югры, данные Северречфлота [1, 6, 8, 9].

На транспортных магистралях (водные, железнодорожные, автомобильные (федерального значения) располагается 29 городских поселений (из них 19 – города, 10 – поселки городского типа). Зафиксированное городское население (на 2017 г.) – 1318,5 тыс. чел., что составляет 86,7 % от всего городского населения Югры.

На рисунке 1 графически отображены виды транспортных магистралей, проходящие по территории автономного округа и виды городских поселений, расположенных на них. Как видно из карты-схемы, водные пути (в основном представленные реками Обь и Иртыш) проходят через центр округа в широтном направлении, связывая округ с Томской, Тюменской областью и Ямало-Ненецким автономным округом. На крайнем западе (Березовский район) и востоке (Нижневартовский район) реки Северная Сосьва и Вах (притоки Оби), соответственно, обеспечивают связность этих отдаленных территорий с центральной частью округа.

Железные дороги пронизывают округ с юга на север, связывая Тюменскую область, Югру и Ямал воедино. От магистрали ветка уходит в восточном направлении, на Нижневартовск, где, в перспективе, она должна быть проложена до Томска, образуя таким образом часть северного дублера Транссиба.

Кроме этого, в южной части (Кондинский район) и западной (Советский и Октябрьский районы) проложены ветки до тупиковых станций Усть-Аха (п.г.т. Междуренченский) и Сергино (п.г.т. Приобье). Данные районы округа соединены железной дорогой со Свердловской областью.

На карте-схеме показаны автомагистрали федерального и регионального значения. В нашем исследовании мы анализируем дороги федерального значения, так как региональные не имеют четкой конфигурации и представлены участками, соединяющими некоторые городские поселения с автомагистралью федерального значения или с выходом к железнодорожным станциям.

Результаты анализа отражены в таблице, и можно утверждать, что градообразующее влияние на городские поселения в Югре имеет железнодорожная магистраль. На ней располагаются 18 городских поселений, объеди-

няющих 67,5 % от всех городских жителей округа. На втором месте по влиянию – водные пути (10 поселений и 52,1 % от всех горожан), на третьем – автомобильная магистраль федерального значения.

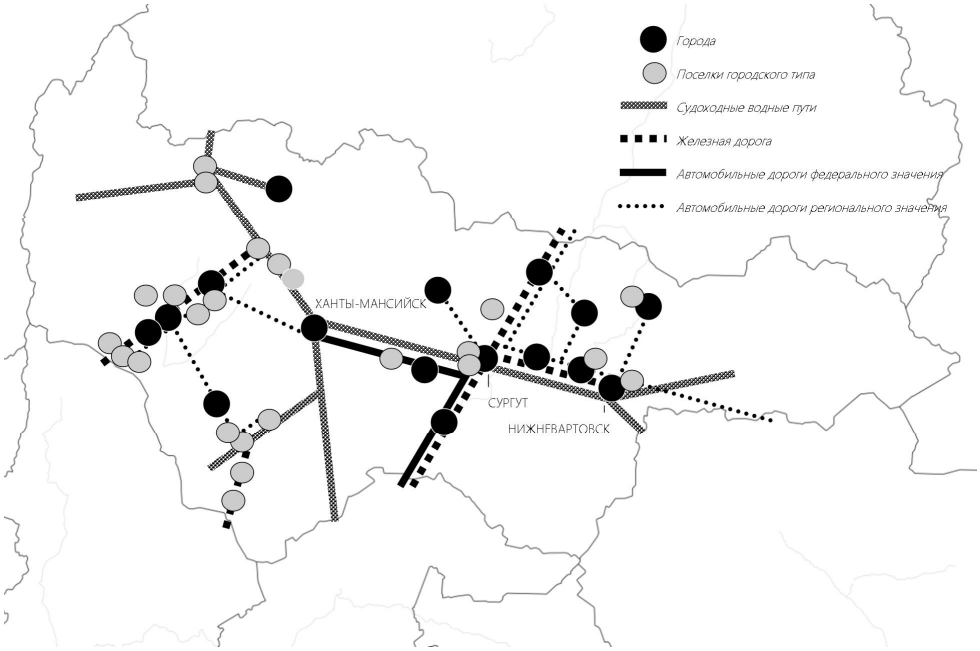


Рис. 1. Карта-схема экономических осей
Ханты-Мансийского автономного округа – Югры (сост. авт.)

Таблица

Количественные показатели размещения городских поселений на транспортных магистралях в Ханты-Мансийском автономном округе – Югре (сост. авт.)

Вид транспортной магистрали	Количество городских поселений		Численность городского населения	
	число	%	тыс. чел.	%
Водная	10	25,6	792,3	52,1
Железнодорожная	18	46,1	1026,7	67,5
Автомобильная (федерального значения)	5	12,8	652,6	42,9
Всего (на 2017 г.)	39	–	1519,8	–

Закономерно, что водные артерии, ввиду большой площади территории округа и неравномерного размещения населения, исторически продолжают играть свою связующую роль. Что не скажешь об автомобильных дорогах, которых в округе явно не хватает. Это выражается в дороговизне возведения дорожного полотна в условиях Севера, отсутствии федеральных коридоров, как с севера на юг, так с востока на запад. За последнее десятилетие в округе было представлено множество проектов создания единого транспортного пространства, посредством строительства автомобильных магистралей (Урал Промышленный – Урал Полярный, Северный широтный ход, мост-дублер в районе Сургута). Но они еще не реализованы.

Влияние транспортных магистралей на развитие городских поселений можно проследить по динамике численности населения (рис. 2).

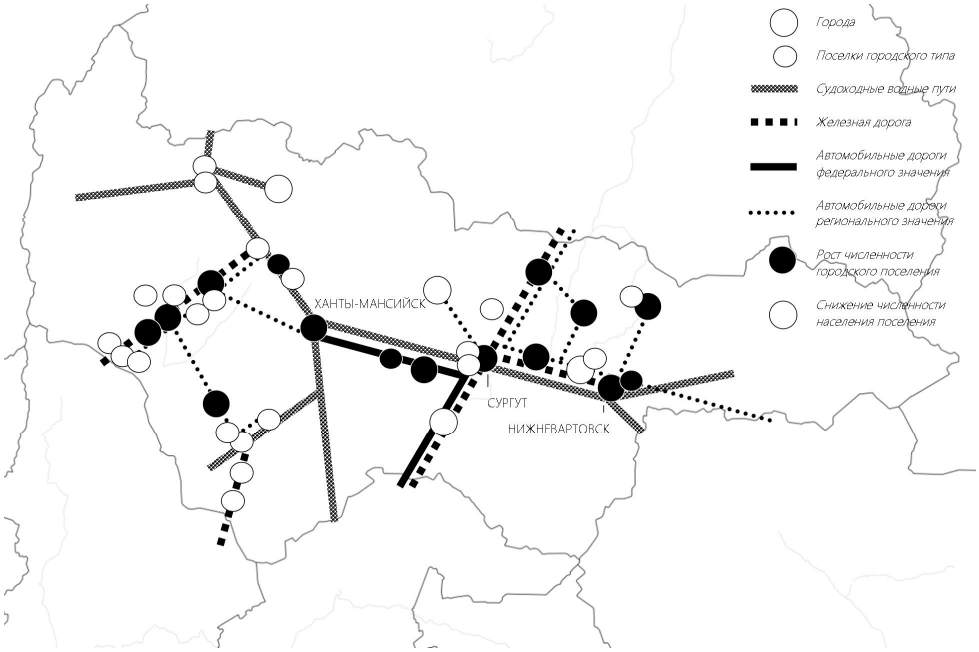


Рис. 2. Карта-схема динамики численности населения городских поселений, расположенных на транспортных магистралях Ханты-Мансийского автономного округа – Югры (сост. авт.)

Экономический потенциал Сургута и Нижневартовска перетягивает потенциал роста в восточную часть автономного округа. Это было предопределено после строительства железнодорожной магистрали и автомобильной дороги федерального значения. Поэтому в наше время Сургут и Нижневартовск, формируя зону урбанизации, подтягивают к росту городские поселения, расположенные на расходящихся транспортных магистралях (гг. Нефтеюганск, Лангепас, п.г.т. Излучинск, Пойковский). В таких поселениях, как Покачи, Когалым, Радужный, рост населения устойчив на протяжении десятилетия, но имеет тенденцию стагнации, т.е. естественный прирост колеблется в районе нуля.

Остальные городские поселения теряют население. Особенно это характерно для отсталых в экономическом плане территорий (западная и южная части округа). Отсутствие транспортных узлов и разнообразия видов транспортных магистралей тормозят экономическое развитие Березовского, Белоярского, Советского, Кондинского и Октябрьского районов. Население преимущественно поселков городского типа мигрируют в города районного значения (Урай, Югорск, Советский, Нягань) и столицу округа – Ханты-Мансийск. Данная тенденция характерна практически для всех городских поселений, являющихся конечными пунктами транспортных магистралей.

Расположение городских поселений по отношению к экономическим осям, в том числе к местам пересечения транспортных магистралей, следует считать важнейшим фактором экономико-географического положения (далее – ЭГП) югорских городских поселений, определяющим не только локализацию, но и возможности роста этих поселений и их предельно максимальные размеры.

Исходя из указанного признака, мы выделили три типа городских поселений по отношению к транспортным магистралям (рис. 3).

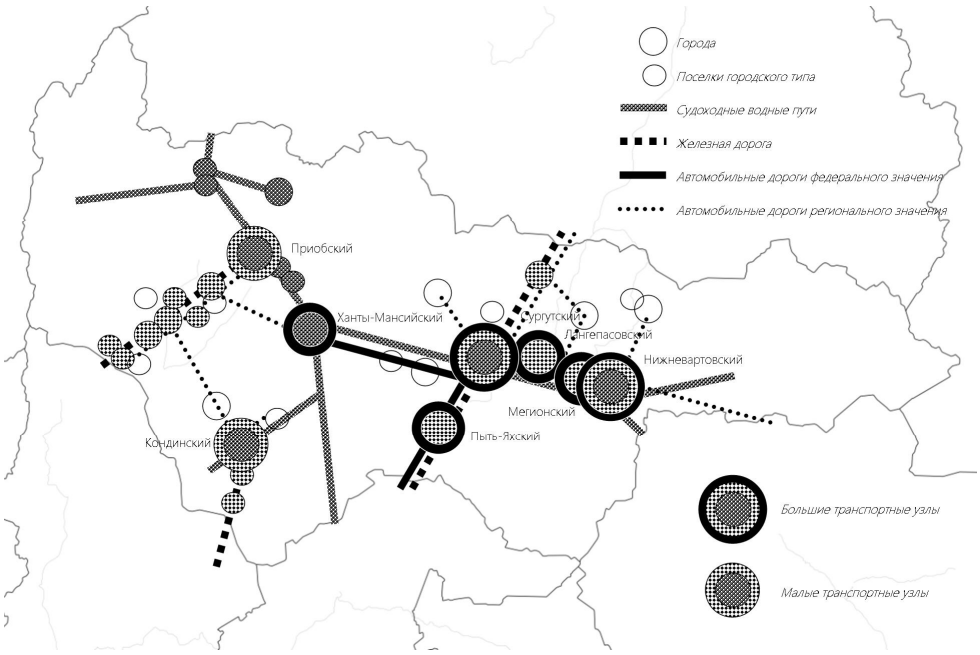


Рис. 3. Карта-схема типов городских поселений по отношению к транспортным магистралям в Ханты-Мансийском автономном округе – Югре (сост. авт.)

Самое выгодное ЭГП в Югре имеет Сургут, относящийся к первому типу – большие транспортные узлы. Вторым большим транспортным узлом является Нижневартовск, хотя по привлекательности ЭГП он сильно уступает Сургуту. Это два ведущих города автономного округа, резко выделяющиеся на фоне окружных городских поселений своими размерами, численностью населения, значимостью, полифункциональностью, темпами и потенциалом роста. Два больших транспортных узла, вместе со своим окружением, вмещают более 45 % городского населения округа. Следовательно, основу опорного каркаса расселения в Ханты-Мансийском автономном округе – Югре образуют именно крупные города, находящиеся на перекрестках водных путей, железной дороги и автомобильной магистрали федерального значения.

Ко второму типу мы отнесли шесть городских поселений, в которых пересекаются две транспортные магистрали разного вида – гг. Ханты-Мансийск, Мегион, Лангепас, Пыть-Ях, п.г.т. Приобье, Междуреченский. В них проживает около 17 % городского населения Югры. Данные поселения различны по численности населения, но всех их объединяет монофункциональность и зависимость либо от своей функции (к примеру, столичный Ханты-Мансийск), либо от тенденций в экономике (к примеру, Междуреченский создавался как опорный центр лесопромышленного комплекса юга Югры, или Мегион и Лангепас, зависимые от нефтедобывающей деятельности). Уникальным является п.г.т. Приобье, замышлявшийся как форпост для освоения северо-западной части округа с выходом посредством железнодорожной магистрали к Салехарду.

В будущем, возможно, Приобье, Ханты-Мансийск и Междуреченский смогут стать центрами развития прилегающих территорий, если через них проведут транспортные магистрали. К примеру, строительство железнодорожной магистрали Приобье – Салехард, Ханты-Мансийск – Нягань и прокладка автомагистрали федерального значения Ханты-Мансийск – Междуреченский – Тюмень.

В городских поселениях третьего типа (на карте-схеме мы его не выделяли отдельно) проживает около 27 % городского населения автономного округа. Это монофункциональные, в большей степени депрессивные поселения округа. В них наблюдается снижение численности населения и миграция жителей в более успешные поселения. Расположение поселений в тупиках транспортных магистралей привела к тому, что эти поселения стали маргинальными [5]. Только крупные инвестиционные проекты способны сделать из данных депрессивных поселений точки районного роста. К примеру, по освоению полезных ископаемых на западе – в Уральской Югре (проект так и не состоялся), развитию лесопромышленного комплекса (Советский и Кондинский районы), созданию туристического кластера (Березовский район).

Проведенный анализ позволил сделать определенные выводы.

1. Расположение городских поселений по отношению к транспортным магистралям – экономическим осям, следует считать одним из важнейших факторов, определяющим возможности роста не только самих поселений, но и целом – экономическое развитие всего округа.

2. В настоящее время экономическое развитие Югры обусловлено ее логистической транспортной структурой, так как система расселения приурочена к основным транспортным магистралям. Два крупных города Югры расположены на пересечении более трех видов транспортных магистралей, шесть поселений – на пересечении двух. Остальные 31 городское поселение находятся вне динамичного поля развития, создающегося экономическими осями. Такая диспропорция в развитии территории округа (развит более центр и восток Югры) была заложена во времена политического и экономического освоения, в результате восприятия автономии как территории изыскания и вывоза в места переработки природных ресурсов.

3. Управление развитием маргинальных территорий, слабо вовлеченных по целому ряду причин в систему общественных и экономических отношений – актуальная комплексная задача, решаемая путем предварительной оценки их ресурсного потенциала, планирования на этой основе развития экономики, градостроительного зонирования и распоряжения земельными участками.

4. Пути экономического развития округа – это крупные инвестиционные проекты, связанные, в первую очередь, с прокладкой транспортных магистралей, и понимание динамично развивающейся урбанизации в Югре (свыше 95 % проживают в городских поселениях) способствуют установления баланса территориального развития западной и восточных частей автономного округа.

Список литературы

1. Атлас. Железные дороги. Россия, страны СНГ, Прибалтика. – Омск : Омская картографическая фабрика, 2002.

2. Безруков Л. А. Транспортно-географическое положение микрорегионов Сибири: методика и результаты оценки / Л. А. Безруков, Ц. Б. Дашпилов // География и природные ресурсы. – 2010. – № 4. – С. 5–11.

3. Безруков Л. А. Экономико-географическое макроположение Сибири и проблема эффективности ее хозяйства / Л. А. Безруков // География и природные ресурсы. – 2007. – № 3. – С. 149–158.

4. Ишмуратов Б. М. Линейно-территориальная организация производительных сил и центральные места Средней Сибири / Б. М. Ишмуратов // География и хозяйство Красноярского края. – Красноярск, 1975. – С. 125–131.

5. Луговской А. М. Маргинальные территории: оценка и направления использования ресурсного потенциала / А. М. Луговской, Е. Л. Плисецкий, Г. А. Бортникова // География в школе. – 2017. – № 7. – С. 11–18.

6. Отчет Губернатора Ханты-Мансийского автономного округа – Югры о результатах деятельности Правительства Ханты-Мансийского автономного округа – Югры за 2016 год // Департамент экономического развития Ханты-Мансийского автономного округа – Югры. – Режим доступа: https://depeconom.admhmao.ru/upload/iblock/8ef/10_rp_ot_19.01.2017.pdf, свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус. (дата обращения: 05.04.2018).

7. Оценка современных факторов развития городов и урбанизированных изменений в Сибири / Л. Б. Безруков [и др.]; отв. ред. : Л. М. Корытный, Н. В. Воробьев. – Новосибирск : Гео, 2011.

8. Пассажирские перевозки // Северречфлот : официальный сайт. – Режим доступа: https://www.severflot.ru/uslugi/perevozki/passazhirskie-perevozki, свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус. (дата обращения: 06.04.2018).

9. Перечень автомобильных дорог общего пользования регионального значения, относящихся к собственности Ханты-Мансийского автономного округа-Югры // Портал открытых данных Ханты-Мансийского автономного округа – Югры. – Режим доступа: https://data.admhmao.ru/opendata/8601006322-dorogi_r?recordsPerPage=25&PAGEN_1=1, свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус. (дата обращения: 05.04.2018).

10. Транспорт Ханты-Мансийского автономного округа – Югры : отчет за 2016 год // Портал Департамента экономического развития Ханты-Мансийского автономного округа – Югры. – Режим доступа : https://depeconom.admhmao.ru/upload/iblock/f17/transport.pdf, свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус. (дата обращения: 05.04.2018).

References

1. *Atlas. Zheleznuye dorogi. Rossiya, strany SNG, Pribaltika* [The Railways Atlas of Russia, the CIS countries, the Baltic states], Omsk, Omskaya kartograficheskaya fabrika Publ., 2002.

2. Bezrukov L. A., Dashpilov Ts. B. Transportno-geograficheskoe polozhenie mikroregionov Sibiri: metodika i rezultaty otsenki [Transport-geographic location of micro-regions of Siberia: methodology and results of assessment]. *Geografiya i prirodnye resursy* [Geography and Natural Resources], 2010, no. 4, pp. 5–11.

3. Bezrukov L. A. Ekonomiko-geograficheskoe makropolozhenie Sibiri i problema effektivnosti ee khozyaystva [Economic and geographical macro-location of Siberia and the problem of the efficiency of its economy]. *Geografiya i prirodnye resursy* [Geography and Natural Resources], 2007, no. 3, pp. 149–158.

4. Ishmuratov B. M. Lineyno-territorialnaya organizatsiya proizvoditelnykh sil i tsentralnye mesta Sredney Sibiri [Linear-territorial organization of productive forces and Central places of Central Siberia]. *Geografiya i khozyaystvo Krasnoyarskogo kraya* [Geography and Economy of the Krasnoyarsk Territory], Krasnoyarsk, 1975, pp. 125–131.

5. Lugovskoy A. M., Plisetskiy Ye. L., Bortnikova G. A. Marginalnye territorii: otsenka i napravleniya ispolzovaniya [Marginal Territories: Assessment and Uses of the Resource Potential]. *Geografiya v shkole* [Geography in School], 2017, no. 7, pp. 11–18.

6. Otchet Gubernatora Khanty-Mansiiskogo avtonomnogo okruga – Yugry o resultatakh deyatelnosti Pravitelstva Khanty-Mansiyskogo avtonomnogo okruga – Yugry za 2016 god [Report of the Governor of the Khanty-Mansi Autonomous Okrug – Yugra on the results of the Government of the Khanty-Mansi Autonomous Okrug – Yugra in 2016)]. *Departament ekonomicheskogo razvitiya Khanty-Mansiyskogo avtonomnogo okruga – Yugry* [Economic Development Department of the Khanty-Mansi Autonomous Okrug – Yugra]. Available at: https://depeconom.admhmao.ru/upload/iblock/8ef/10_rp_ot_19.01.2017.pdf (accessed: 05.04.2018).

7. Bezrukov L. B., et al. Otsenka sovremennykh faktorov razvitiya gorodov i urbanizirovannykh izmeneniy v Sibiri [An estimation of modern factors of development of cities and the urbanized changes in Siberia], Novosibirsk, Geo Publ., 2011.

8. Passazhirskie perevozki [Passenger transportation]. *Severrechflot : ofitsialnyy sayt* [Severrechflot. Official Website]. Available at: https://www.severflot.ru/uslugi/perevozki/passazhirskie-perevozki (accessed: 06.04.2018).

9. Perechen avtomobilnykh dorog obshchego polzovaniya regionalnogo znacheniya, otnosyashchihsya k sobstvennosti Khanty-Mansiyskogo avtonomnogo okruga – Yugry [List of public roads of regional importance related to the property of the Khanty-Mansi Autonomous Okrug –

Yugra]. *Portal otkrytykh dannykh Khanty-Mansiyskogo avtonomnogo okruga – Yugry* [Khanty-Mansi Autonomous Okrug – Yugra open data portal]. Available at: https://data.admhmao.ru/opendata/8601006322-dorogi_r? recordsPerPage = 25 & PAGEN_1 = 1 (accessed: 05.04.2018).

10. Transport Khanty-Mansiyskogo avtonomnogo okruga – Yugry : otchet za 2016 god [Transport of the Khanty-Mansi Autonomous Okrug – Yugra. Report for 2016]. *Portal Departamenta ekonomicheskogo razvitiya Khanty-Mansiyskogo avtonomnogo okruga – Yugry* [Economic Development Department of the Khanty-Mansi Autonomous Okrug – Yugra]. Available at: https://depeconom.admhmao.ru/upload/iblock/f17/transport.pdf (accessed: 05.04.2018).

ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ТРАНСФОРМАЦИИ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ РУДНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Бузмаков Сергей Алексеевич, доктор географических наук, профессор, Пермский государственный национальный исследовательский университет, 614990, Российская Федерация, г. Пермь, ул. Букирева, 15, e-mail: lep@psu.ru

Андреев Дмитрий Николаевич, кандидат географических наук, доцент, Пермский государственный национальный исследовательский университет, 614990, Российская Федерация, г. Пермь, ул. Букирева, 15, e-mail: lep@psu.ru

Дзюба Екатерина Алексеевна, аспирант, Пермский государственный национальный исследовательский университет, 614990, Российская Федерация, г. Пермь, ул. Букирева, 15, e-mail: lep@psu.ru

Хотяновская Юлия Владимировна, ассистент, Пермский государственный национальный исследовательский университет, 614990, Российская Федерация, г. Пермь, ул. Букирева, 15, e-mail: lep@psu.ru

В статье представлена характеристика современного состояния почвенного покрова в районе среднеуральского рудного месторождения. Главным образом исследовались геохимические особенности почв. На территории исследования были заложены пробные площадки в зависимости от техногенного воздействия. Отдельно были отобраны почвы проб в зоне железорудного месторождения, на отвалах вскрышных пород и в зонах их воздействия, районе цеха ведения взрывных работ, а также в зоне отвалов золотодобычи. Всего были заложены 64 пробные площадки. На пробных площадках отбирались точечные пробы почв методом конверта. Для отобранных проб почв определены механический состав, физико-химические свойства, валовое содержание тяжелых металлов (V, Mn, Ni, Cu, Zn, As, Cd, Pb). В результате дана оценка загрязненности почвенного покрова тяжелыми металлами под воздействием разработки рудного месторождения. Химическое загрязнение почв оценивалось по суммарному показателю химического загрязнения. Даны геохимические ряды элементов, сформированные под влиянием железорудного месторождения, отвалов вскрышных пород, отвалов золотодобычи. Выявлены геохимические закономерности распределения тяжелых металлов в почве, формируемые при эксплуатации железорудного месторождения и под влиянием золотодобычи. Отмечено аномальное содержание Mn и Ni в почвах под влияние отвалов золотодобычи.

Ключевые слова: антропогенная трансформация природной среды, геохимические особенности почв, геохимический фон, железорудное месторождение, золотодобыча, показатель суммарного загрязнения почв, почвы, Собственно-качканарское месторождение, техногенная трансформация, тяжелые металлы, экологический мониторинг

GEOCHEMICAL FEATURES OF SOIL COVER TRANSFORMATION WHEN OPERATING ORE FIELD

Buzmakov Sergey A., D.Sc. in Geography, Professor, Perm State University, 15 Bukirev st., Perm, 614990, Russian Federation, e-mail: lep@psu.ru

Andreev Dmitriy N., C.Sc. in Geography, Associate Professor, Perm State University, 15 Bukirev st., Perm, 614990, Russian Federation, e-mail: lep@psu.ru

Dziuba Ekaterina A., post-graduate, Perm State University, 15 Bukirev st., Perm, 614990, Russian Federation, e-mail: lep@psu.ru

Khotyanovskaya Yuliya V., assistant, Perm State University, 15 Bukirev st., Perm, 614990, Russian Federation, e-mail: lep@psu.ru

This paper deals with the contemporary state of soil cover around the Mid-Ural iron ore deposit, focusing on geochemical features. Sample plots were laid based on the technogenic impact in the study area. Soil samples were taken in the zone of the iron ore deposit, in the zones of overburden and gold mining waste dumps influence, and in the rock blasting site. A total of 64 sample plots were laid. Soil texture, physicochemical features, and total heavy metal content (V, Mn, Ni, Cu, Zn, As, Cd, and Pb) were defined for the soil samples. As a result, the evaluation of heavy metal soil pollution under the influence of iron ore deposit mining is given. Chemical contamination of soil was assessed by a cumulative chemical contamination index. Geochemical series of elements formed under the influence of iron ore deposit mining, as well as overburden and gold mining are given. Here, geochemical patterns of heavy metal distribution in the soil of iron ore deposit and under the influence of gold mining are considered. The analysis of the influence of gold mining on the elementary composition of soil revealed the anomalous content of Mn and Ni.

Keywords: anthropogenic transformation of the natural environment, geochemical features of soils, geochemical background, iron ore deposit, gold mining, indicator of total soil pollution, soil, Kachkanar field itself, technogenic transformation, heavy metals, environmental monitoring

Из закона В.И. Вернадского о всеобщем рассеянии химических элементов, нам известно, что во всех природных компонентах есть все химические элементы. Однако они распространены неодинаково и крайне неравномерно [8].

Знание о содержании химических элементов в исследуемой системе или конкретном объекте может помочь в решении различных экологических проблем. Почва относится к числу особо важных объектов исследования в данной проблеме [1–3, 5].

Техногенная трансформация природной среды – процесс изменения природных компонентов и комплексов под воздействием производственной деятельности. Заключается в преобразовании биосферы и ее частей (экосистем), вызываемом совокупностью геохимических процессов, связанных с технической и технологической деятельностью людей по извлечению из окружающей среды, концентрированию и перегруппировке минеральных и органических соединений [4–8].

Поступление тяжелых металлов (ТМ) в окружающую среду связано с активной деятельностью человека. К отраслям промышленности, загрязняющим окружающую среду тяжелыми металлами, относится и горнодобывающая. Попадающие в окружающую среду соединения тяжелых металлов загрязняют атмосферный воздух, воду, почву, попадают в растения и организмы животных [24].

Разрабатываемые месторождения полезных ископаемых объективно являются источниками загрязнения окружающей среды [25]. Большую потенциальную угрозу для окружающей среды представляют месторождения металлов, обычно многоэлементные, содержащие набор компонентов, нормируемых в объектах среды обитания человека. Эти компоненты извлекаются не полностью и не все, а хранятся в отвалах [12].

Для ТМ почва является емким акцептором, занимающим место в круговороте химических загрязнителей в биосфере [26]. Установлено, что металлы сравнительно быстро накапливаются в почве и крайне медленно из нее удаляются [19, 23].

Свердловская область относится к числу старейших горнопромышленных регионов России и является одним из крупнейших субъектов Российской Федерации по величине разведанных и прогнозных запасов рудных полезных ископаемых. Это предопределило интенсивное развитие в области таких видов экономической деятельности, как добыча полезных ископаемых (включая золотодобычу), черная и цветная металлургия, строительство, химическое производство [13].

В процессе длительного хранения горнопромышленных отходов происходят геохимические преобразования, состав компонентов меняется, образуются новые техногенные минералы, происходит обеднение ценными металлами, вынос элементов за пределы хранилищ и загрязнение окружающей среды [11].

Материал и методы исследования. Полевое обследование почвенного покрова производилось с применением методических рекомендаций по выявлению деградированных и загрязненных земель [10], методических указаний по оценке степени опасности загрязнения почвы химическими веществами [17].

Оценка уровня химического загрязнения почв, являющегося индикатором неблагоприятного воздействия на здоровье населения, проводится исходя из суммарного показателя загрязнения. Для контроля качества почв использовались следующие показатели: валовое содержание микроэлементов (V, Mn, Ni, Cu, Zn, As, Cd, Pb), pH, гумус, гидролитическая и обменная кислотность, обменные водород и алюминий, обменные основания (Ca, Mg, ∑), степень насыщенности основаниями, фосфор подвижный, гранулометрический состав.

Расчет местного геохимического фона проводился согласно инструкции [14], а также другим нормативным и литературным материалам [15, 16]. Для расчета выбраны показатели содержания микроэлементов в почве, отобранные на территории рудного месторождения. На этапе оценки параметров из рассмотрения и расчетов исключены те фрагменты площади, где встречены явные аномалии. Например, содержание элемента, на порядок и более отличающееся от типичного уровня, а также участки, где заранее известно существенное техногенное загрязнение. По данным, характеризующим оставшуюся область преимущественно нормального геохимического поля, составлялась выборка содержаний элемента, по которой и оценивались параметры местного геохимического фона.

Типичный средний уровень содержания элемента характеризуется среднефоновым содержанием $C_ф$ (фоновое содержание или геохимический фон). В качестве $C_ф$ принято среднее арифметическое C (нормальный закон распределения). Для того чтобы охарактеризовать уровень отклонений содержаний элемента в отдельных фоновых пробах от среднефонового значения, при нормальном законе статистического распределения используется величина стандартного (среднеквадратического) отклонения $S_ф$.

Для определения наименьшего значения содержания химического элемента, которое можно считать с некоторой степенью вероятности, выходящего за пределы колебания фона, использовался параметр порога аномальности. Этот параметр связывает уровень фона со стандартным отклонением при нормальном распределении $C_a = C_ф + tS$. Вероятность, с которой некоторое значение этого параметра можно определенно считать выходящим за пределы колебаний фона, зависит от коэффициента t. В данной работе для расчета геохимического фона использовался коэффициент t = 1.

Качканарский массив расположен на восточном склоне Уральских гор, на севере Среднего Урала. По физико-географическому районированию территория относится к Средне-Уральской горной провинции и находится на границе Среднеуральского низкогорного района и восточного подгорного района с таежными ландшафтами горных хребтов, увалов и кряжей на метаморфических и интрузивных породах. На рисунке представлена территория исследования.

Почвенный покров территории исследований отличается пестротой, обусловленной высотной поясностью, разнообразием горных пород и сложностью рельефа местности. Почвы на обследованной территории формируются на элювиально-делювиальных отложениях подстилающимися массивно-кристаллическими породами и отличаются высокой хрящеватостью и небольшой мощностью.

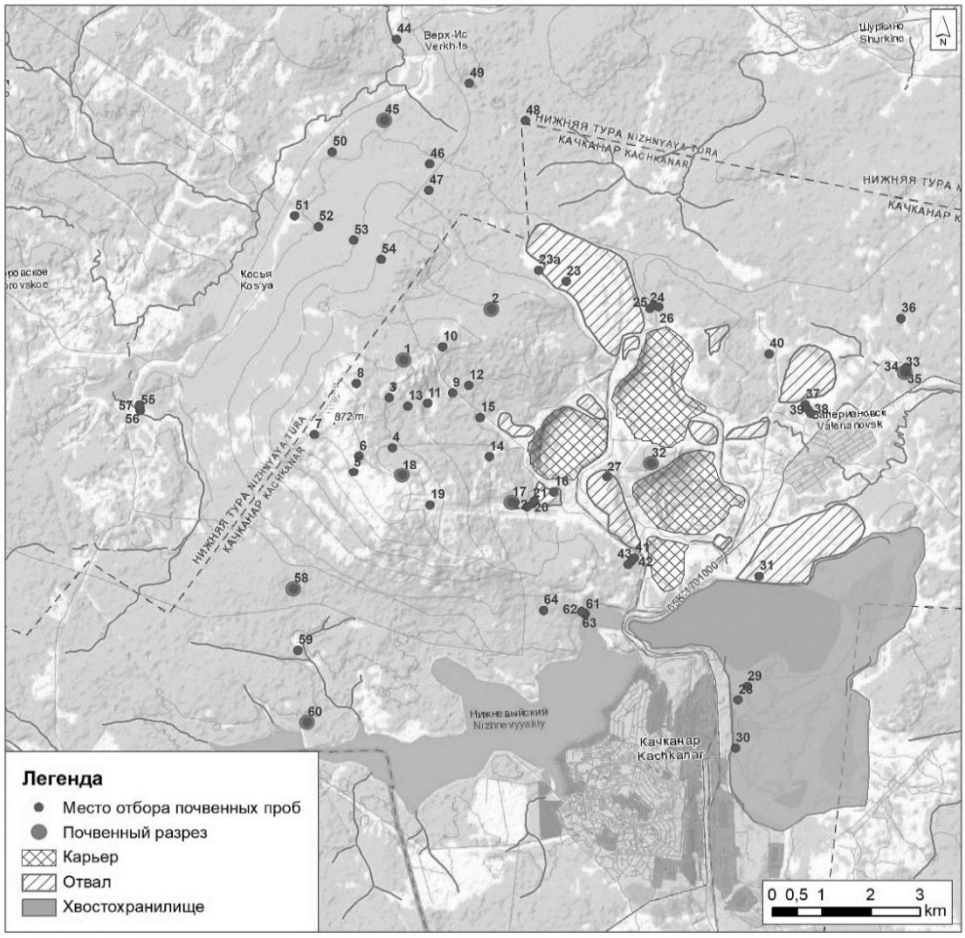


Рис. Территория исследования с метами отбором проб почв

К верхним частям склонов приурочены бурые горно-лесные неполноразвитые почвы. Горно-лесные бурые почвы имеют ряд специфических морфологических и физико-химических показателей, отличающих их от зональных, подзолистых и дерново-подзолистых почв, преобладающих в зонах средней тайги.

Результаты и обсуждения. *Механический состав почв.* Представленные почвы характеризуются как легкими (суглинки легкие), так и тяжелыми разновидностями (тяжелые суглинки-глины легкие).

Характерной особенностью всех горных почв является увеличение содержания крупных частиц (1,0–0,25 и 0,25–0,05 мм) вниз по профилю. Четко прослеживается равномерное распределение содержания или некоторое накопление ила (частиц менее 0,001 мм) и физической глины (частиц менее 0,01 мм) в верхней части профиля по сравнению с почвообразующей породой как результат ослабления интенсивности процессов выветривания и почвообразования с глубиной. Таким образом, процесс почвообразования в условиях повышенного, горного рельефа сопровождается оглиниванием верхних горизонтов почв. Элювиально-делювиальное расчленение профиля, характерное для подзолистых почв, не происходит.

Физико-химические свойства почв. Почвы имеет кислую реакцию среды. Изменение кислотности с глубиной определяется особенностями почвообразующих пород. На кислых породах кислотность слабо изменяется по профилю или увеличивается вниз. Верхние горизонты всех горных почв отличаются высокой обменной кислотностью, которая в органогенных горизонтах представлена в основном водородом, а в минеральных горизонтах обусловлена обменным алюминием. Физико-химические показатели почв по почвенным разрезам представлены в таблице 1, верхних горизонтов по всем отобранным образцам на территории изысканий в таблице 2.

Для представленных почв также характерна высокая гидролитическая кислотность. Величина ее в верхних органогенных горизонтах достигает 50 мг-экв на 100 г и с глубиной резко падает.

Таблица 1

Физико-химические показатели ненарушенных почв на территории изысканий по почвенным разрезам

Горизонт, см	pH		Гумус, %	ГК*	ОК	H^+	Al^{3+} мг / кг	Обменные, мг-экв / 100 г			V %
	H_2O	H_2O		мг-экв / 100 г				Ca	Mg	∑	
Разрез № 1. Почва бурая горно-лесная кислая на элювиально-делювиальных отложениях, подстилающихся кристаллическими породами											
0–12	5,82	3,70	8,61	31,40	3,13	1,97	1,16	4,99	3,06	8,05	20
12–30	5,64	3,98	1,37	5,29	1,14	0,29	0,85	2,97	1,38	4,35	45
Разрез № 2 Почва бурая горно-лесная неполноразвитая											
0–20	5,43	3,34	12,55	51,94	7,62	5,83	1,79	4,45	3,39	7,84	13
20–40	4,74	3,36	5,57	16,07	1,38	0,42	0,96	4,43	4,60	9,03	34
Разрез № 17. Почва бурая горно-лесная насыщенная на элювиальных отложениях, подстилающихся основными породами											
0–20	6,84	5,65	14,60	2,80	0,26	0,27	0,01	21,73	16,43	38,16	93
20–40	6,45	5,74	9,24	2,66	0,19	0,18	0,01	12,08	9,54	21,62	90
40–46	6,69	5,87	2,73	2,05	0,14	0,14	0,0	7,10	5,19	12,29	86
Разрез №18. Почва бурая горно-лесная неоподзоленная на делювиальных породах, подстилающихся плотными породами											
0–15	5,77	4,53	9,61	10,69	0,32	0,25	0,07	6,36	2,44	8,80	46
15–30	5,63	4,14	2,60	5,27	0,61	0,29	0,32	3,29	1,17	4,46	46
Разрез № 32. Почва бурая горно-лесная на элювии плотных пород											
0–14	6,34	5,30	9,17	10,22	0,21	0,18	0,03	10,92	8,59	19,51	65
14–20	5,93	5,36	4,62	4,97	0,16	0,14	0,02	6,47	5,41	11,88	69

Горизонт, см	pH		Гумус, %	ГК*	ОК	H^+	Al^{3+} мг / кг	Обменные, мг-экв / 100 г			V %
	H_2O	H_2O		мг-экв / 100 г				Ca	Mg	∑	
Разрез № 33. Почва горно-дерново-подзолистая глеевая суглинистая на глинистых элювиально-делювиальных отложениях, подстилающихся плотными породами											
0–10	5,57	3,99	4,40	17,61	2,14	0,95	1,19	5,62	2,65	8,27	31
10–31	5,46	4,01	1,34	5,67	2,63	1,19	1,44	4,77	2,97	7,74	58
31–50	6,06	4,94	0,40	2,45	0,23	0,18	0,05	17,81	3,82	21,63	90
50–56	6,13	4,77	0,70	0,89	0,38	0,35	0,03	16,01	15,05	31,06	97
Разрез № 45. Почва горно-дерново-мелкоподзолистая на элювиально-делювиальных отложениях, подстилающихся сланцами											
4–10	4,47	3,40	1,33	15,61	7,17	5,69	1,48	3,39	2,23	5,62	27
10–22	5,00	3,69	1,11	12,08	8,49	6,93	1,56	1,27	0,64	1,91	14
22–50	5,07	4,17	0,23	8,22	5,25	3,74	1,51	2,04	0,73	2,77	25
Разрез № 58. Почва горно-подзолистая глеевая на элювиально-делювиальных отложениях, подстилающихся сланцами											
4–14	5,12	3,94	7,31	10,75	1,63	0,94	6,21	9,22	2,86	12,08	52
14–25	5,10	3,67	3,91	8,22	1,60	1,02	5,22	3,60	0,58	4,18	34
40–60	5,31	4,05	0,38	4,32	0,65	0,30	3,15	3,15	0,50	3,65	46
Разрез № 60. Почва горно-лесная оподзоленная на элювиально-делювиальных отложениях, подстилающихся сланцами											
0–10	5,28	3,69	4,02	16,78	3,73	2,46	11,70	3,39	2,01	5,40	24
10–25	5,30	3,85	0,22	10,91	1,94	0,85	1,09	8,69	3,92	12,51	54
25–60	5,41	4,07	0,30	11,49	0,89	0,42	0,47	13,46	9,43	22,89	67

Примечания: * – ГК – гидролитическая кислотность по Каппену с К = 1,75 в мг-экв;

* – ОК – обменная кислотность по Соколову с К = 1,75;

* – H^+ – Al^{3+} – обменные водород и алюминий, V % – степень насыщенности основаниями.

Таблица 2

Физико-химические показатели верхних горизонтов (0-30см) ненарушенных почв на территории изысканий

pH		Гумус, %	ГК*	ОК	H^+	Al^{3+} мг / кг	Обменные, мг-экв / 100 г			V %	P_2O_5 мг / кг
H_2O	KCl		мг-экв / 100 г				Ca	Mg	∑		
5,89	4,05	17,09	41,04	0,61	0,16	4,05	12,72	9,75	22,47	36	7
5,17	3,76	27,26	48,39	0,96	0,63	2,97	11,45	5,94	17,39	27	7
5,79	4,17	13,00	35,64	0,68	0,52	1,44	13,78	8,59	22,37	33	10
4,95	3,47	17,40	46,13	4,16	2,33	16,47	6,78	4,13	10,91	19	7
5,79	4,22	6,86	22,28	0,89	0,59	2,70	6,47	3,29	9,76	31	7
5,32	3,99	11,70	31,50	1,02	0,73	2,61	8,90	4,24	13,14	30	7
5,98	4,78	17,71	39,90	0,25	0,25	0,00	19,40	14,95	34,35	46	7
5,27	4,50	35,72	33,66	0,47	0,45	0,18	11,45	7,95	19,40	37	10
5,04	3,81	28,83	45,03	1,30	1,10	1,80	10,49	6,25	16,74	27	7
5,39	4,48	31,72	22,99	0,03	0,01	0,18	11,45	9,96	21,41	49	7
5,98	4,96	20,29	32,07	0,22	0,21	0,01	22,37	19,19	41,56	56	6
6,00	4,63	8,12	8,33	0,43	0,42	0,0	9,12	6,04	15,16	66	16
6,18	5,24	20,90	13,30	0,47	0,47	0,0	15,05	11,98	27,03	68	Сл
6,25	5,36	27,26	13,69	0,0	0,0	0,0	16,11	12,40	28,51	68	Сл
6,38	5,11	18,74	6,22	0,0	0,0	0,0	24,91	7,42	32,33	85	Сл
5,58	4,02	5,05	9,94	1,78	0,96	7,38	7,42	4,51	11,93	54	18
5,48	3,91	2,39	7,50	1,87	1,03	7,56	8,48	5,83	14,31	51	34
5,33	3,91	3,16	9,45	3,80	2,62	10,62	5,83	3,18	9,01	49	17
6,03	5,26	3,86	3,99	0,22	0,20	0,18	7,95	5,83	13,78	92	Сл
6,40	5,38	5,70	4,84	0,21	0,0	0,0	12,89	8,48	20,67	81	Сл
6,52	5,23	1,76	2,31	0,14	0,14	0,0	5,57	4,50	10,08	82	Сл
6,07	4,80	2,14	6,65	0,34	0,34	0,0	4,88	4,13	9,01	57	Сл
6,03	4,80	1,33	7,52	0,18	0,18	0,0	20,35	12,30	32,65	82	29
5,37	3,95	4,20	8,49	3,29	2,29	9,00	5,94	2,12	8,06	49	Сл

pH		Гумус, %	ГК*	ОК	H^+	Al^{3+} мг / кг	Обменные, мг-экв / 100 г			V %	P_2O_5 мг / кг
H_2O	KCl		мг-экв / 100 г				Ca	Mg	∑		
5,76	4,75	10,00	7,82	0,75	0,68	0,63	14,20	6,33	20,56	72	16
5,10	3,86	12,33	27,77	2,71	0,99	15,48	15,42	7,95	23,37	46	41
4,83	3,63	9,26	12,50	4,23	2,09	19,26	4,35	1,90	6,25	33	18
5,34	4,25	6,88	11,04	0,76	0,66	0,90	13,99	4,77	18,76	63	34
4,82	3,65	4,34	11,36	5,71	3,06	23,85	2,54	1,28	3,82	25	Сл
4,36	3,40	51,20*	50,21	4,95	2,85	18,90	14,22	7,27	21,49	30	23
5,28	3,81	2,95	10,27	3,81	1,56	20,25	6,36	2,54	8,90	47	18
6,17	5,02	4,60	3,40	0,58	0,48	0,90	16,75	12,64	29,39	89	18
6,40	5,43	4,15	2,29	0,17	0,17	0,0	7,95	5,30	13,25	85	Сл
5,86	4,97	3,70	3,99	0,15	0,15	0,0	5,94	3,28	9,22	70	Сл
5,93	5,23	4,30	3,99	0,21	0,14	0,63	8,16	3,71	11,87	75	Сл

Примечание: * – потеря при прокаливании, %.

Горные почвы имеют специфические особенности по содержанию обменных оснований по сравнению с дерново-подзолистыми и подзолистыми зональными почвами. Эти почвы характеризуются накоплением обменных оснований в верхних органогенных горизонтах и резким уменьшением их количества в минеральной толще. Наименьшее количество обменных оснований содержится в почвообразующей породе. Степень насыщенности основаниями постоянна по профилю, что объясняет слабую дифференциацию профиля.

Бурые лесные почвы характеризуются высоким содержанием органического вещества в верхних горизонтах и постепенным уменьшением его с глубиной. Почвы высокогумусированы по всему профилю.

Бурые горно-лесные насыщенные почвы характеризуются близкой к нейтральной реакцией среды. Они отличаются насыщенностью поглощенных оснований, количество которых уменьшается с глубиной. Почвы высокогумусированы и имеют высокую гидролитическую кислотность в верхних горизонтах. Верхняя часть профиля содержит больше ила и физической глины, в нижней минеральной части преобладает мелкий и средний песок. Так же, как и у бурых горно-лесных кислых почв выноса ила из верхней части профиля не происходит.

Для всех ненарушенных бурых горно-лесных почв характерно низкое содержание подвижного фосфора.

Дерново-подзолистые почвы были отмечены в восточной части территории исследований и на севере (Верх-Ис). Почвы, имеющие признаки оподзоленности, формируются на пологих склонах или выровненных слабодренированных участках, получающих дополнительное увлажнение за счет стока вод с более высоких элементов рельефа. При высоте 328 м (Верхневыйский пруд) и 214–220 м (санаторий «Чайка») под пологом темно-хвойных увлажненных лесов формируются подзолистые и дерново-подзолистые почвы с признаками оглеения.

По физико-химическим показателям дерново-подзолистые почвы характеризуются высокой кислотностью и незначительным содержанием обменных оснований при полной ненасыщенности средней части профиля. Тяжелый механический состав и приуроченность к недостаточно дренированным участкам обеспечивают устойчивую влажность почв, поверхностное оглеение профиля и частичное накопление обменных оснований относительно верхней части профиля.

Обобщая данные о ненарушенных, естественных почвах территории проведения исследований следует указать на особенности, присущие почвообразованию на исследуемой территории – преобладание буроземов (бурых горно-лесных) или горно-лесных неоподзоленных почв, при ограниченном распространении подзолистых. Характерной особенностью морфологического строения горных почв является нечетко выраженная дифференциация профиля на генетические горизонты или слабое ее проявление и сильная хрящеватость профиля. Примитивно-аккумулятивные почвы верхних частей склонов и бурые горно-лесные почвы формируются в условиях ксероморфного почвообразования и выветривания [18].

Близость подстилающих плотных горных пород способствует слабой дифференциации почвенного профиля и отсутствию ясно выраженного подзолистого горизонта. Пониженная влажность их обеспечивается оттоком влаги по склону и хорошей водопроницаемостью хрящеватых почвообразующих пород. Этим обуславливается невозможность возникновения избыточного увлажнения и восстановительных условий, обеспечивается сохранность в профиле почвы железа. Железо способствует прочности почвенной структуры и препятствует выносу ила (т.е. оподзоливанию) [20, 21]. Интенсивность процессов выветривания нарастает от верхних элементов рельефа к нижним. Дальнейшее увеличение вниз по склону влажности почв и их мощности приводит к тому, что в профиле бурых лесных почв появляются признаки оподзоленности. В них сокращается количество песчаных фракций и значительно возрастает участие крупнопылеватых частиц (0,05–0,01 мм) (разрез № 58). Распределение илистых фракций обнаруживает черты, свойственные подзолистым почвам – уменьшается их количество в оподзоленном горизонте и возрастает в иллювиальном. По мере того, как почва перестает испытывать влияние почвообразующей породы, она приближается к зональным дерново-подзолистым [22].

Лесорастительные свойства буроземов могут быть оценены достаточно высоко. Отсутствие оподзоливания и близкое залегание коренных пород, часто кристаллических, обеспечивает достаточно большое количество питательных веществ. Прочная структура способствует хорошему водно-воздушному режиму этих почв. В то же время значительные уклоны местности и сплошные вырубки могут создать условия для сильной эрозии и как следствие, быструю потерю всего почвенного слоя.

На территории исследования было отобрано большое количество почвенных проб для расчета фоновых значений содержания микроэлементов. Результаты расчета приведены в таблице 3.

Таблица 3

Расчет геохимического фона территории исследований

Химический элемент	Макс. значение	Мин. значение	Фон	Стандартное отклонение	Коэф. вариации	Мин. аномальное
V	262,2	130,6	219,4	40,6	0,2	259,9
Mn	995,5	339,2	674,4	183,1	0,3	857,5
Ni	54,4	19,1	34,8	10,7	0,3	45,5
Cu	56,9	17,7	29,3	12,4	0,4	41,6
Zn	119,2	52,5	80,3	17,8	0,2	98,1
As	12,0	5,1	7,7	2,0	0,3	9,7
Cd	1,3	0,3	0,7	0,3	0,4	1,0
Pb	64,5	13,3	29,3	17,3	0,6	46,6

Максимальные значение по содержанию элементов, учитываемых в исследовании, превышают фоновые значения. Геохимический фон территории

исследований характеризуется геохимическим рядом со смешанной геохимической специализацией (преимущественно литерафильной):

$$\frac{Mn}{674} > \frac{V}{219} > \frac{Zn}{80} > \frac{Ni}{35} > \frac{Cu}{29} = \frac{Pb}{29} > \frac{As}{8} > \frac{Cd}{0,7}.$$

Все исследованные пробные площадки на территории Собственно-Качканарского месторождения объединены в девять групп по растительным сообществам (табл. 4). Для каждой из этих групп построен геохимический ряд. Нами выделено пять групп по сходству геохимической специализации на исследуемых пробных площадках. В группу № 1 (ПП 15, 17, 19) вошли площадки, в почвах которых преобладает содержание литофильных (Mn, V), халькофильных (Zn, Cu) и сидерофильных (Ni) элементов, что говорит о смешанной геохимической специализации. Геохимические ряды группы № 2 практически совпадают с рядами группы № 1 (ПП 6, 8, 18). При этом выделяется большее содержание Pb, чем Cu. Характер же геохимической специализации остается смешанным. В группе № 3 (ПП 4, 9, 11-14) можно говорить о преобладании литофильных (Mn, V) и халькофильных (Pb, Zn) элементов. Отмечая, что содержание Mn в данном случае имеет значительную степень вариации (от 371 мг / кг до 741 мг / кг). Еловый лес зеленомошник, образующий группу № 4, имеет геохимический ряд, похожий на предыдущие группы. Наибольшее отличие имеет группа № 5 (ПП 2), березовое редколесье. Наибольшее содержание отмечено для V, но оно не многим превышает содержание Mn в почвах данной пробной площадки.

Таблица 4

Результаты геохимического опробования почв, июль 2011 г.

Местоположение	Валовое содержание, мг / кг								Zc_1	Zc_2
	V	Mn	Ni	Cu	Zn	As	Cd	Pb		
Территория Собственно-Качканарского месторождения										
Еловый лес зеленомошный	216	706	21	77	60	5,6	0,3	15	2,7	7,5
Березовое криволесье	237	339	19	19	53	6,4	0,3	16	1,1	5,3
Еловый лес зеленомошный	273	663	33	24	87	8,4	0,7	27	1,5	9,1
Еловый лес	131	371	39	31	98	12,9	1,3	56	3,8	14,8
Елово-березовое криволесье	286	962	54	19	80	6,7	0,5	18	2,3	7,6
Елово-березовое криволесье	231	758	23	19	69	5,9	0,7	25	1,2	6,6
Темнохвойный лес зеленомошник	167	703	25	19	58	5,3	0,4	15	1,0	3,9
Еловый зеленомошный лес	216	612	20	18	60	7,3	0,5	19	0,0	5,9
Темнохвойный зеленомошный лес	224	613	35	36	90	9,4	0,8	24	1,8	9,8
Темнохвойный зеленомошный лес	183	514	35	31	102	8,8	1,0	64	3,1	13,5
Темнохвойный зеленомошный лес	261	741	34	39	119	11,0	1,2	72	4,8	17,3
Елово-березовый смешанный лес	244	741	47	40	132	12,0	1,6	63	5,6	18,2
Смешанный лес	448	880	50	51	87	13,0	0,8	30	4,5	15,8
Смешанный лес	258	534	65	57	79	6,7	0,6	20	3,0	9,8
Хвойное редколесье	293	690	29	18	67	6,7	0,5	19	1,4	6,6
Хвойно-березовое редколесье	262	996	44	19	77	5,1	0,5	13	1,9	5,8
Территория Гусевогорского месторождения										
Отвал № 6	351	1027	28	347	83	4,5	0,2	7	13,0	22,0
В 150 м от отвала № 6	215	348	50	35	64	6,7	0,6	18	1,7	7,2

Местоположение	Валовое содержание, мг / кг								Zc_1	Zc_2
	V	Mn	Ni	Cu	Zn	As	Cd	Pb		
В 100 от отвала №6	198	317	51	36	71	6,0	0,6	21	1,7	7,3
В 50 м от отвала №6	273	802	58	29	75	7,3	0,4	18	2,1	8,1
Отвал 4	240	790	30	251	114	1,6	0,1	3	9,3	15,2
В 100 м от отвала № 4	234	906	64	39	71	8,6	0,6	27	2,7	10,2
В 200 м от отвала № 4	146	581	70	12	47	4,7	0,2	12	2,0	4,3
В 300 м от отвала № 4	189	865	65	30	48	5,7	0,3	13	2,2	5,8
Отвал 7	442	1119	76	252	82	3,5	0,2	7	11,5	19,3
Отвал 1	369	1253	79	107	63	3,5	0,1	5	6,5	11,3
Гусева гора, 200 м от карьера	293	868	96	126	131	11,9	1,1	52	9,1	22,4
В 100 м от отвала 2	176	1025	74	34	65	3,0	0,1	8	2,8	5,0
В 200 м от отвала 2	176	574	27	29	51	4,1	0,1	10	1,0	3,3
В 300 м от отвала 2	118	149	23	54	29	3,8	0,3	17	1,8	4,5
Вблизи цеха ЦВВР	116	871	98	14	55	3,8	0,2	14	3,1	4,9
В 200 м от Южной залежи	292	742	66	25	68	5,9	0,3	19	2,3	7,6
В 300 м от Южной залежи	119	508	31	16	37	3,3	0,1	10	0,0	1,9
В 400 м от Южной залежи	117	354	25	14	41	3,1	0,1	11	0,0	1,8
Отвалы золотодобычи										
д. Верх-Ис	161	670	108	66	85	8,5	0,2	12	4,5	10,7
р. Косья, берег реки	135	2865	657	31	53	7,6	0,1	11	22,2	28,4
В 50 м от р. Косья	148	4288	856	39	59	12,4	0,1	10	30,9	39,7
В 100 м от р. Косья	126	2672	977	31	58	6,5	0,2	11	31,1	38,3
Зона потенциального воздействия										
Берег пруда, за г. Валерьяновск	126	427	27	20	40	4,2	0,1	14	0,0	2,8
В 50 м от пруда за г. Валерьяновск	130	629	32	26	50	3,9	0,1	14	0,0	3,0
В 100 м от пруда за г. Валерьяновск	111	431	32	26	47	4,4	0,1	11	0,0	2,8
Вблизи санатория Чайка	142	604	50	32	63	3,2	0,1	7	1,5	3,5
Вторичный березовый лес	152	736	43	22	85	2,3	0,1	7	1,4	2,9
Березовый лес	117	607	23	27	48	3,7	0,1	10	0,0	2,4
Березовый крупнотравный лес	150	856	37	55	79	5,4	0,3	15	2,2	6,3
Березово-еловый заболоченный лес	237	1045	35	103	100	2,8	0,2	11	4,4	8,4
Елово-пихтовый зеленомошный лес	216	1024	25	16	61	3,1	0,1	9	1,5	3,2
Еловый лес	187	2441	26	71	236	5,3	0,3	11	7,0	11,9
д. Косья	121	547	32	56	49	5,9	0,1	14	1,9	5,4
Сосновый лес	143	669	23	43	46	3,6	0,1	11	1,5	3,5
Сосновый зеленомошный лес	129	537	14	15	39	3,0	0,1	11	0,0	1,9
Сосновый зеленомошный лес	144	714	17	35	97	7,3	1,1	87	4,0	14,7
Еловый лес	113	624	27	22	48	4,8	0,2	14	0,0	3,0
Березовый лес	187	464	17	49	78	2,6	0,2	11	1,7	4,2
Смешанный лес	128	427	28	31	57	3,5	0,1	9	1,1	2,7
Березово-осиновый лес	110	498	26	22	45	3,6	0,2	14	0,0	2,4
Сосновый лес	116	678	35	18	60	4,1	0,2	15	1,0	3,1
Смешанный лес	199	580	28	21	49	3,4	0,2	13	0,0	3,1
Местный фон	219,4	674,4	34,8	29,3	80,3	7,7	0,7	29,3		
Фон для почв Урала	100,0	800,0	30,0	20,0	50,0	2,0	0,5	10,0		

Важной частью исследования являлось изучение почв под воздействием отвалов месторождения.

Для территории отвала № 6 видна тенденция уменьшения содержания V, Mn и Zn при отдалении пробных площадок от отвала на 50, 100 и 150 м. Высокое содержание Cu отмечено только на пробной площадке, заложенной на территории самого отвала. Содержание Ni, As, Cd и Pb при удалении от отвала увеличивается. Следовательно, можно говорить о том, что под влиянием отвала № 6 происходит увеличение содержания в почвах литерофильных (V, Mn) и халькофильных (Zn, Cu) элементов. Геохимический ряд для почв на территории отвала:

$$\frac{Mn}{623} > \frac{V}{259} > \frac{Cu}{112} > \frac{Zn}{73} > \frac{Ni}{47} > \frac{Pb}{16} > \frac{As}{6,1} > \frac{Cd}{0,5}.$$

Характер распределения тяжелых металлов относительно отвала № 4 схож со спецификой их распределения для отвала № 6. С увеличением расстояния от отвала наблюдается уменьшение содержания V, Mn, Cu, Zn, Pb. Причем наибольшая разница между содержанием элемента в точке отбора проб на отвале и по отдалению от него отмечена для Cu. Геохимический ряд для почв на территории отвала:

$$\frac{Mn}{786} > \frac{V}{202} > \frac{Cu}{83} > \frac{Zn}{70} > \frac{Ni}{57} > \frac{Pb}{14} > \frac{As}{5,2} > \frac{Cd}{0,2}.$$

Геохимический ряд для территории влияния отвала № 1 и геохимический ряд для территории влияния отвала № 7 в целом имеют смешанный характер с преобладанием литерофильных (Mn, V) и халькофильных (Cu, Zn) элементов.

Ряд отвала № 1: $\frac{Mn}{1253} > \frac{V}{369} > \frac{Cu}{107} > \frac{Ni}{79} > \frac{Zn}{63} > \frac{Pb}{5} > \frac{As}{3,5} > \frac{Cd}{0,1}$.

Ряд отвала № 7: $\frac{Mn}{1119} > \frac{V}{442} > \frac{Cu}{252} > \frac{Zn}{82} > \frac{Ni}{76} > \frac{Pb}{7} > \frac{As}{3,5} > \frac{Cd}{0,2}$.

При удалении от отвала № 2 уменьшается снижение содержания V, Mn, Ni, Zn. Содержание Cu, As, Cd, Pb, напротив, увеличивается. Геохимический ряд для территории влияния отвала № 2 представлен с преобладанием литерофильных элементов, но их содержанием значительно меньше, чем в зонах влияния других отвалов:

$$\frac{Mn}{583} > \frac{V}{157} > \frac{Zn}{48} > \frac{Ni}{41} > \frac{Cu}{39} > \frac{Pb}{12} > \frac{As}{3,6} > \frac{Cd}{0,2}.$$

Отмечено резкое увеличение содержания элементов вблизи цеха ведения взрывных работ. Наблюдается большее содержание литерофильных и халькофильных элементов, в частности Mn, Ni, Zn. Геохимический ряд для территории вблизи цеха ведения взрывных работ следующий:

$$\frac{Mn}{871} > \frac{V}{116} > \frac{Ni}{98} > \frac{Zn}{55} > \frac{Cu}{14} = \frac{Pb}{14} > \frac{As}{3,8} > \frac{Cd}{0,2}.$$

Под влиянием южной залежи не происходит большого накопления тяжелых металлов в почвах. По отдалению от залежи содержание всех элементов уменьшается. Геохимический ряд для территории влияния южной залежи имеет литерофильный характер, с преобладанием Mn и V:

$$\frac{Mn}{535} > \frac{V}{176} > \frac{Zn}{49} > \frac{Ni}{41} > \frac{Cu}{18} > \frac{Pb}{13} > \frac{As}{4,1} > \frac{Cd}{0,2}.$$

Суммарное загрязнение почв тяжелыми металлами превышает допустимый уровень (16) под влиянием карьера (200 м от карьера), на территории отвала № 7 и № 6. Можно говорить о формировании максимальных значений суммарного

загрязнения почв тяжелыми металлами в пробах, наиболее близких к отвалам, и постепенное уменьшение этих значений по удалению от отвалов.

Под влиянием золотодобычи можно отметить резкое увеличение содержания металлов по сравнению с предыдущими отвалами. Средний геохимический ряд для территории влияния золотодобычи с явным смешанным характером накопления элементов, преобладают литерофильные и сидерофильные элементы:

$$\frac{Mn}{2624} > \frac{Ni}{650} > \frac{V}{143} > \frac{Zn}{64} > \frac{Cu}{42} > \frac{Pb}{11} > \frac{As}{9} > \frac{Cd}{0{,}2}.$$

Наибольшее значение суммарного химического загрязнения почв тяжелыми металлами зафиксировано вблизи реки Косья (в 50 м от р. Косья и в 100 м от р. Косья). Превышение показателя не отмечено лишь на точке д. Верх-Ис, на других площадках отмечено высокое превышение суммарного показателя химического загрязнения. В ходе анализа влияния золотодобычи на элементарный состав почв можно говорить о значительном повышении содержания Mn и Ni.

Относительно фонового содержания элементов в почвах Урала отмечено умеренно опасное загрязнение, связанное с повышенным естественным содержанием V, Ni, Zn и As.

Помимо естественных почв анализировались и пробы, отобранные на антропогенно-нарушенных землях. Из них наибольший показатель суммарного загрязнения отмечен на отвалах, сформированных дражной добычей золота в прошлом (отвалы золотодобычи). Данные отвалы не рекультивированы и представляют собой невысокие гряды высотой около 1,5 м. Поверхность гряд частично задернована. В межгрядовых понижениях скапливается мелкозем мощностью до 20 см. Участки самозарастания отвалов в настоящее время заняты вторичными смешанными лесами.

Умеренно опасный уровень загрязнения отмечен также в грунтах на отвалах вскрышных пород № 6 и № 4, которые образованы в результате разработки месторождения.

В естественных почвах выявлены незначительные превышения ПДК (менее 2 ПДК) по Mn и ОДК (менее 2 ОДК) по Cu, Zn, Cd, Pb. Повышенное содержание микроэлементов в почве связано с природными особенностями исследуемой территории. Природный фон по V и As превышает ПДК, поэтому во всех пробах зарегистрировано превышение нормативов по V и в большинстве проб по As. По Ni природный фон близок к ОДК, в связи с этим в большей части проб отмечено превышение норматива.

Заключение. Разработка месторождения железа происходит на территории с преобладанием буроземов (буроземы горно-лесные) или горно-лесных неоподзоленных почв, при ограниченном распространении подзолов. Характерной особенностью морфологического строения горных почв является нечетко выраженная дифференциация профиля на генетические горизонты или слабое ее проявление и сильная хрящеватость профиля. Примитивно-аккумулятивные почвы верхних частей склонов и буроземы горно-лесные формируются в условиях ксероморфного почвообразования и выветривания.

Геохимический фон территории исследований характеризуется геохимическим рядом со смешанной геохимической специализацией (преимущественно литерафильной):

$$\frac{Mn}{674} > \frac{V}{219} > \frac{Zn}{80} > \frac{Ni}{35} > \frac{Cu}{29} = \frac{Pb}{29} > \frac{As}{8} > \frac{Cd}{0{,}7}.$$

Средний геохимический ряд для Собственно-Качканарского месторождения по всем исследуемым биотопам представлен следующим образом:

$$\frac{Mn}{676} > \frac{V}{242} > \frac{Zn}{83} > \frac{Ni}{36} > \frac{Cu}{33} > \frac{Pb}{32} > \frac{As}{8} > \frac{Cd}{0,7}.$$

Данный геохимический ряд отличается высоким содержанием V, Zn, Ni, Pb, As и достаточно низким содержанием Mn.

Эксплуатация железнорудного месторождения приводит к изменению геохимического ряда: увеличивается концентрация меди и цинка, снижается концентрация свинца.

$$\frac{Mn}{623} > \frac{V}{259} > \frac{Cu}{112} > \frac{Zn}{73} > \frac{Ni}{47} > \frac{Pb}{16} > \frac{As}{6,1} > \frac{Cd}{0,5}.$$

При золотодобыче выявлено формирование смешанного геохимического ряда $\frac{Mn}{2624} > \frac{Ni}{650} > \frac{V}{143} > \frac{Zn}{64} > \frac{Cu}{42} > \frac{Pb}{11} > \frac{As}{9} > \frac{Cd}{0,2}$ с самым высоким содержанием Mn и Ni на всей исследуемой территории месторождения.

Отмечено резкое увеличение содержания элементов вблизи цеха ведения взрывных работ. Наблюдается большее содержание литерофильных и халькофильных элементов, в частности Mn, Ni, Zn.

Величина суммарного показателя загрязнения почв тяжелыми металлами окружающих месторождение железа изменяется в пределах от допустимого уровня к умеренно опасному. Отмечено превышение нормативов по концентрации V, As и Ni, что объясняется повышенным геохимическим фоном данной территории. Наблюдается повышенное содержание Cd и Pb относительно фона для почв Урала вблизи карьера.

Список литературы

1. Алексеенко В. А. Геохимия окружающей среды : учеб. пос. / В. А. Алексеенко, С. А. Бузмаков, М. С. Панин. – Пермь : Перм. гос. нац. иссл. ун-т, 2013. – 359 с.

2. Алексеенко В. А. Экологическая геохимия : учебник / В. А. Алексеенко. – Москва : Логос, 2000. – 627 с.

3. Алексеенко В. А. Металлы в окружающей среде. Почвы геохимических ландшафтов Ростовской области : учеб. пос. / В. А. Алексеенко, А. В. Суворинов, В. А. Алексеенко, А. Б. Бофанова. – Москва : Логос, 2002. – 312 с.

4. Бузмаков С. А. Антропогенная трансформация природной среды / С. А. Бузмаков // Географический вестник. – 2012. – № 4 (23). – С. 46–50.

5. Бузмаков С. А. Определение фонового содержания циклических элементов в почвах Тулымского камня (Пермский край) / С. А. Бузмаков, Е. А. Дзюба // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Серия: Естественные науки. – 2016 – № 3 (191). – С. 49–57.

6. Валов М. В. Влияние первичных и вторичных экологических факторов на динамику почвенно-растительного покрова долгопойменных территорий интразональных дельтовых ландшафтов реки Волги / М. В. Валов, А. Н. Бармин, А. Ю. Колотухин, Е. А. Бармина // Геология, география и глобальная энергия. – 2017. – № 2 (65). – С. 68–79.

7. Валов М. В. Антропогенные агенты трансформации почвенно-растительного покрова дельты р. Волга: характеристика, динамика, способы рационализации / М. В. Валов, А. Н. Бармин, Д. А. Неводчиков, М. А. Каражигитов // Ученые записки Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского. География. Геология. – 2017. – № 3 (69). – С. 222–236.

8. Вернардский В. И. Химическое строение биосферы Земли и ее окружения / В. И. Вернардский. – Москва : Наука, 2001. – 376 с. – (Серия «Библиотека трудов академика В. И. Вернардского»).

9. Востроknутов Г. А. Временное руководство на проведение геохимических исследований при геоэкологических работах / Г. А. Востроknутов. – Екатеринбург, 1991.

10. Голик В. И. Современные технологии извлечения металлов из хвостов обогащения и переработки руд с целью их комплексного использования / В. И. Голик, В. И. Комащенко, А. В. Поляков // Известия ТулГУ. Науки о Земле. – 2016. – Вып. 1. – С. 100–110.

11. Голик В. И. Экологические проблемы разработки рудных месторождений КМА / В. И. Голик, О. Н. Полухин, А. Н. Петин, В. И. Комащенко // Горный журнал. – 2013. – № 4. – С. 91–98.

12. Дерягина С. Е. Состояние и перспективы изменения воздействия ОАО «Евраз Качканарский горно-обогатительный комбинат» на окружающую среду при освоении Собственно-Качканарского месторождения / С. Е. Дерягина, О. В. Астафьева, А. Н. Медведев // Экономика природопользования. – 2013. – № 1. – С. 24–30.

13. Зубарева Р. С. К характеристике почв еловых лесов горной полосы Среднего Урала / Р. С. Зубарева, В. П. Фирсова // Почвы и гидрологический режим лесов Урала. АН СССР. Уральский филиал. Тр. ин-та биологии. – 1963. – Вып. 36.– С. 5–28.

14. Инструкция по геохимическим методам поисков рудных месторождений. – Москва : Недра, 1983. – 191 с.

15. Лебедев Б. А. Свердловская область / Б. А. Лебедев // Агрохимическая характеристика почв СССР. – Москва : Наука, 1964. – С. 98–137.

16. Методические рекомендации по выявлению деградированных и загрязненных земель. – Москва : Минприроды России, 1996.

17. Соловов А. П. Геохимические методы поисков рудных месторождений / А. П. Соловов, А. А. Матвеев. – 2-е изд. – Москва : МГУ, 1985. – 232 с.

18. Теплая Г. А. Тяжелые металлы как фактор загрязнения окружающей среды (обзор литературы) / Г. А. Теплая // Астраханский вестник экологического образования. – 2013. – № 1 (23). – С. 182–192.

19. Урусевская И. С. Типы поясности и почвенно-географическое районирование горных систем России / И. С. Урусевская // Почвоведение. – 2007. – № 11. – С. 1285–1297.

20. Фирсова В. П. Лесные почвы Свердловской области и их изменения под влиянием лесохозяйственных мероприятий / В. П. Фирсова // АН СССР : тр. Ин-та экологии растений и животных. – 1969. – Вып. 63. – 150 с.

21. Фирсова В. П. Особенности почвообразования в северо-таежной подзоне Урала / В. П. Фирсова // Лесные почвы северной тайги Урала и Зауралья. АН СССР Уральский филиал. – 1970. – Вып. 76. – С. 3–17.

22. Adriano D. C. Trace Elements in Terrestrial Environments: Biogeochemistry, Bioavailability and Risks of Metals, Springer, New York, NY, USA / D. C. Adriano. – 2nd ed. – 2003.

23. Angelovičová Lenka. Toxicity of heavy metals to soil biological and chemical properties in conditions of environmentally polluted area middle Spiš (Slovakia) / Lenka Angelovičová, Lenka Bobuľská, Danica Fazekašová // Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences. – 2015. – Vol. 10, № 1. – P. 193–201.

24. Kelepertsis A. Multivariate statistics and spatial interpretation of geochemical data for assessing soil contamination by potentially toxic elements in the mining area of Stratoni, North Greece / A. Kelepertsis, A. Argyraki, D. Alexakis // Geochemistry: Exploration, Environment, Analysis. – 2006. – № 6 (4). – P. 349–355.

25. Wuana R. A. Heavy metals in contaminated soils: a review of sources, chemistry, risks and best available strategies for remediation / R. A. Wuana, F. E. Okieimen. – 2011.

Reference

1. Alekseenko V. A., Buzmakov S. A., Panin M. S. *Geohimiya okruzhayushchey sredy* [Geochemistry of Environmental], Perm, Perm State University National Research Publ. House, 2013. 359 p.

2. Alekseenko V. A. *Ekologicheskaya geohimiya* [Ecological Geochemistry], Moscow, Logos Publ., 2000. 627 p.

3. Alekseenko V. A., Suvorinov A. V., Alekseenko V. A., Bofanova A. B. *Metally v okruzhayushchey srede. Pochvy geokhimicheskikh landshaftov Rostovskoy oblasti* [Metals in the Environment. The Soils of Geochemical Landscapes of Rostov Region], Moscow, Logos Publ., 2002. 312 p.

4. Buzmakov S. A. Antropogennaya transformatsiya prirodnoy sredy [Anthropogenous transformation of the environment]. *Geograficheskiy vestnik* [Geographical Bulletin], 2012, no. 4 (23), pp. 46–50.

5. Buzmakov S. A., Dzyuba ye. A. Opredelenie fonovogo soderzhaniya tsiklicheskikh elementov v pochvakh Tulymskogo kamnya (Permskiy kray) [Determination of the background content of cyclic elements in the soils of the Tulim stone (Perm Krai)]. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Severo-Kavkazskiy region* [Proceedings of the higher educational institutions. North-Caucasian Region. Series: Natural Sciences], 2016, no. 3 (191), pp. 49–57.

6. Valov M. V., Barmin A. N., Kolotukhin A. Yu., Barmina Ye. A. Vliyanie pervichnykh i vtorichnykh ekologicheskikh faktorov na dinamiku pochvenno-rastitelnogo pokrova dolgopoymennykh territoriy intrazonalnykh deltovykh landshaftov reki Volgi [Influence of primary and secondary environmental factors on the dynamics of soil-vegetation cover of long-flooded territories of intrazonal delta landscapes of the Volga River]. *Geologiya, geografiya i globalnaya energiya* [Geology, Geography and Global Energy], 2017, no. 2 (65), pp. 68–79.

7. Valov M. V., Barmin A. N., Nevodchikov D. A., Karazhigitov M. A. Antropogennye agenty transformatsii pochvenno-rastitelnogo pokrova delty r. Volga: kharakteristika, dinamika, sposoby ratsionalizatsii [Anthropogenic agents of the transformation of soil and vegetation cover of the Delta River. Volga: characteristics, dynamics, ways of rationalization]. *Uchenye zapiski krymskogo federalnogo universiteta imeni V. I. Vernadskogo. Geografiya. Geologiya* [Scientific Notes of the Crimean Federal University named after V. I. Vernadsky. Geography. Geology], 2017, no. 3 (69), pp. 222–236.

8. Vernadskiy V. I. *Khimicheskoe stroenie biosfery Zemli i ee okruzheniya* [Chemical Structure of the Earth's Biosphere and its Environment], Moscow, Nauka Publ., 2001. 376 p.

9. Vostroknutov G. A. *Vremennoe rukovodstvo na provedenie geokhimicheskikh issledovaniy pri geoekologicheskikh rabotakh* [Temporary methodological guideline on conducting geochemical surveys during geo-ecological works], Yekaterinburg, 1991. 137 p.

10.Golik V. I., Komachshenko V. I., Polyakov A. V. Sovremennye tekhnologii izvlecheniya metallov iz khvostov obogashcheniya i pererabotki rud s tselyu ikh kompleksnogo ispolzovaniya [Modern technologies of extracting metals from reject and reprocessing ore wastes for their complex using]. *Izvestiya TulGU. Nauki o Zemle* [Proceedings of the Tula State University. Sciences of Earth], 2016, no. 1, pp. 100–110.

11. Golik V. I., Polukhin O. N., Petin A. N., Komachshenko V. I. Ekologicheskie problemy razrabotki rudnykh mestorozhdeniy KMA [Environmental problems of working out of ore deposits of Kursk Magnetic Anomaly]. *Gornyy zhurnal* [Mining Journal], 2013, no. 4, pp. 91–98.

12. Deryagina S. Ye., Astafeva O. V., Medvedev A. N. Sostoyanie i perspektivy izmeneniya vozdeystviya OAO «Yevraz Kachkanarskiy gorno-obogatitelnyy kombinat» na okruzhayushchuyu sredu pri osvoenii Sobstvenno-Kachkanarskogo mestorozhdeniya [State and prospects of changing the environmental impact of JSC «EVRAZ Kachkanarsky ore-mining and processing plant» during the Sobstvenno-Kachkanarsky deposit development]. *Ekonomika prorodopolzovaniya* [Nature Management Economics], 2013, no. 1, pp. 24–30.

13. Zubareva R. S., Firsova V. P. K harakteristike pochv elovykh lesov gornoy polosy Srednego Urala [On soil characteristics in spruce forests of the mountain band in the Middle Ural region]. *Pochvy i gidrologicheskiy rezhim lesov Urala. AN SSSR. Uralskiy filial. Tr. Inta biologii* [Soils and hydrological regime of the forests of the Urals. Academy of Sciences of the USSR. Ural branch. Proceedings of the Institute of Biology] 1963, issue 36, pp. 5–27.

14. *Instruktsiya po geokhimicheskim metodam poiskov rudnykh mestorozhdeniy* [Instruction on methods of geochemical prospecting of ore deposits], Moscow, Nedra Publ., 1983. 191 p.

15. Lebedev B. A. Agrokhimicheskaya kharakteristika pochv SSSR [Agrochemical characteristics of the USSR soils]. *Agrokhimicheskaya kharakteristika pochv SSSR* [Agrochemical Characteristics of the Soil of the USSR], Moscow, Nauka Publ., 1964, pp. 98–137.

16. *Metodicheskie rekomendatsii po vyyavleniyu degradirovannykh i zagryaznennykh zemel* [Methodological recommendation for identification of degraded and polluted lands], Moscow, Ministry of Environment of Russia Publ. House, 1996, pp. 177–196.

17. Solovov A. P., Matveev A. A. Geohimicheskie metody poiskov rudnykh mestorozhdeniy [Geochemical prospecting methods of ore deposits], Moscow, Lomonosov Moscow State University Publ. House, 1985. 232 p.

18. Teplaya G. A. *Tyazhelye metally kak faktor zagryazneniya okruzhayushchey sredy (obzor literatury)* [Heavy metals as a factor of environmental pollution (review)], *Astrakhanskiy vestnik ekologicheskogo obrazovaniya* [Astrakhan Bulletin of Ecological Education], 2013, no. 1 (23), pp. 182–192.

19. Urusevskaya I. S. Tipy poyasnosti i pochvenno-geograficheskoe rayonirovanie gornykh sistem Rossii [Types of the vertical soil zonality and the soil-geographic zoning of mountain systems in Russia]. *Pochvovedenie* [Soil Science], 2007, vol. 40, no. 11, pp. 1145–1157.

20. Firsova V. P. *Lesnye pochvy Sverdlovskoy oblasti i ikh izmeneniya pod vliyaniem lesokhozyaystvennykh meropriyatiy* [Soils in the taiga zone of the Ural and Trans-Ural regions], Moscow: Nauka, 1977. 176 p.

21. Firsova V. P. Osobennosti pochvoobrazovaniya v severo-taezhnoy podzone Urala. [Peculiarities of soil formation in the north taiga subzone of the Urals]. *Lesnye pochvy severnoy taygi Urala i*

Zauralya. AN SSSR Uralskiy filial [Forest soils of the Northern taiga of the Urals and the Trans-Urals. Ural Branch, Russian Academy of Sciences], 1970, issue 76, pp. 3–17.

22. Adriano D. C. *Trace Elements in Terrestrial Environments: Biogeochemistry, Bioavailability and Risks of Metals, Springer, New York, NY, USA*. 2nd ed. 2003.

23. Angelovičová Lenka, Bobuľská Lenka, Fazekašová Danica. Toxicity of heavy metals to soil biological and chemical properties in conditions of environmentally polluted area middle Spiš (Slovakia). *Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences*, 2015, vol. 10, no. 1, pp. 193–201.

24. Kelepertsis A., Argyraki A., Alexakis D. Multivariate statistics and spatial interpretation of geochemical data for assessing soil contamination by potentially toxic elements in the mining area of Stratoni, North Greece. *Geochemistry: Exploration, Environment, Analysis*, 2006, no. 6 (4), pp. 349–355.

25. Wuana R. A., Okieimen F. E. *Heavy metals in contaminated soils: a review of sources, chemistry, risks and best available strategies for remediation*, 2011.

ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВОДОЕМОВ АГЛОМЕРАТОВ В УСЛОВИЯХ ПОВЫШЕННОГО МНОГОПЛАНОВОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Крыжановская Галина Викторовна, кандидат географических наук, доцент, Астраханский государственный университет, 414000, Российская Федерация, г. Астрахань, пл. Шаумяна, 1, e-mail: GalaJim@mail.ru

Иолин Михаил Михайлович, кандидат географических наук, доцент, Астраханский государственный университет, 414000, Российская Федерация, г. Астрахань, пл. Шаумяна, 1, e-mail: miolin76@mail.ru

Шарова Ирина Сергеевна, кандидат географических наук, доцент, Астраханский государственный университет, 414000, Российская Федерация, г. Астрахань, пл. Шаумяна, 1, e-mail: is_sharova@ya.ru

Шведова Ирина Николаевна, старший преподаватель, Астраханский государственный университет, 414000, Российская Федерация, г. Астрахань, пл. Шаумяна, e-mail: inshvedova@mail.ru

Борзова Анастасия Сергеевна, ассистент, Астраханский государственный университет, 414000, Российская Федерация, г. Астрахань, пл. Шаумяна, 1, e-mail: fler.16@mail.ru

В условиях интенсивных темпов урбанизации, при высоком уровне техногенного загрязнения и умеренном, резко континентальном климате показаны многочисленные факторы воздействия на гидрографическую сеть г. Астрахани. Селитебная территория представляет собой сложную экосистему, с повышенной концентрацией в пространстве промышленного производства и производства услуг, а также транспортных средств и повышенной рекреационной нагрузкой на акватории. Все это приводит к росту антропогенной нагрузки на водотоки и усиливает их загрязнение. Разносторонние исследования водоемов агломератов с применением различных методов в условиях интенсивного многопланового использования водных ресурсов является наиболее эффективным подходом в вопросах улучшения хозяйственных, социально-экономических и геоэкологических условий гидрографической сети города. Решить эту проблему позволяет проведение полевых и лабораторных исследований с применением химического метода анализа, поскольку он является системным и учитывает взаимодействие гео-, эко- и техносистем. Водоемы городской среды – классический примеро геоэкологической системы, являясь природно-антропогенными объектами, представляющими собой как единое, так и разнонаправленное взаимодействие природных, техногенных и социально-экономических систем.

Ключевые слова: геоэкологические исследования, геохимический анализ, урбанизированные территории, экологический мониторинг, техносистема, исследование аквальных комплексов, динамика качества вод, внутригородские водоемы

GEOECOLOGICAL ANALYSIS OF WATER RESOURCES OF THE AGGLOMERATES UNDER CONDITIONS OF HIGH MULTIDIMENSIONAL USE

Kryzhanovskaya Galina V., C.Sc. in Geography, Associate Professor, Astrakhan State University, 1 Shaumyan sq., Astrakhan, 414000, Russian Federation, e-mail: GalaJim@mail.ru

Iolin Mikhail M., C.Sc. in Geography, Associate Professor, Astrakhan State University, 1 Shaumyan sq., Astrakhan, 414000, Russian Federation, e-mail: miolin76@mail.ru

Sharova Irina S., C.Sc. in Geography, Associate Professor, Astrakhan State University, 1 Shaumyan sq., Astrakhan, 414000, Russian Federation, e-mail: is_sharova@ya.ru

Shvedova Irina N., Senior Lecturer, Astrakhan State University, 1 Shaumyan sq., Astrakhan, 414000, Russian Federation, e-mail: inshvedova@mail.ru

Borzova Anastasia S., Assistant, Astrakhan State University, 1 Shaumyan sq., Astrakhan, 414000, Russian Federation, e-mail: fler.16@mail.ru

In the conditions of intensive urbanization rates, with a high level of technogenic pollution and moderate, sharply continental climate, numerous factors of influence on the hydrographic network of Astrakhan are shown. The residential area is a complex ecosystem, with a high concentration in the space of industrial production and production of services, as well as vehicles and increased recreational load on the waters. All this leads to an increase in anthropogenic load on watercourses and increases their pollution. Comprehensive studies of water bodies of agglomerates using different methods in conditions of intensive multifaceted use of water resources is the most effective approach to improving the economic, socio-economic and geoecological conditions of the hydrographic network of the city. This problem can be solved by conducting field and laboratory studies using a chemical analysis method, since it is a system and takes into account the interaction of geo-, eco- and technosystems. Water bodies of the urban environment are a classic example of the geoecological system, being natural and anthropogenic objects, which are both a single and multidirectional interaction of natural, man-made and socio-economic systems.

Keywords: geochemical analysis, urban areas, environmental monitoring, utility, study aquatic systems, the dynamics of water quality, urban water

Высокая антропогенная нагрузка на городскую речную систему города предопределила цель исследования: проследить динамику качества вод селитебных территорий с применением химического метода анализа.

Гидрографическая сеть города тесно связана с протекающей вдоль него на протяжении 22 км рекой Волгой. Город представляет собой островную систему из 11 островов, соединенных мостами [5].

В качестве объекта были выбраны основные крупные водоемы города Астрахань, испытывающие наибольшее антропогенное воздействие. Это река Волга (рукав Городской), рукав Кутум, Варвациевский канал (ранее Канал им. 1 Мая, соединенный с Приволжским Затоном), рукав Царев, рукав Прямая Болда, Канал Золотой Затон.

Водоемы в условиях городской среды используются человеком в многочисленных целях. Набережные водотоков в настоящее время выполняют рекреационную функцию, являясь одним из источников отдыха горожан и привлечения туристов, а также используются в коммунально-бытовых целях. По берегам реки Волги, рукавов Царев и Прямая Болда располагаются много-

численные стоянки для водного транспорта, от больших до маломерных судов. Большое количество автодорожных мостов, расположенных на небольшом удалении друг от друга и дорог вдоль водоемов повысило уровень загрязнения поверхностных вод тяжелыми металлами.

На поверхности аквальных комплексов города было обнаружено большое количество бытового мусора в виде стеклянных и пластиковых бутылок, различного упаковочного материала, ржавые металлические предметы, предметы одежды, палки и остатки деревьев, окурки и прочий мелкий мусор. Берега некоторых водоемов также покрыты густой прибрежной растительностью. В некоторые водоемы попадают моющие средства, так как летом в них нередко моют ковры и автотехнику. Вода внутригородских комплексов зачастую имеет неприятный запах. На некоторых участках рек, а точнее рукавов Царев и Прямая Болда, берегозащитные и гидротехнические сооружения разрушены, берега эродированы, качество воды в водоемах не соответствует санитарно-гигиеническим нормам, биологическое разнообразие водных организмов понижено [3, 4].

В полевых исследованиях проводилось изучение морфометрических характеристик водотоков (табл. 1), загруженность техногенными застройками, использование в целях рекреации и коммунальном хозяйстве.

Таблица 1

Морфометрические характеристики исследуемых водотоков г. Астрахани за 2017–2018 гг. (в городской черте)

Название водотока	Средние значения		
	длина (км)	ширина (м)	глубина (м)
р. Волга	22	От 5200 до 1700	от 5–7 до16
рук. Прямая Болда	8,78	200–250	от 3 до 12
рук. Царев	5,2	80–200	от 1 до 5
рук. Кутум (до слияния с Варвациевским каналом)	2,67	30–80	1,5–3,5
рук. Кутум (до слияния с ериком Казачий)	6,47	30–80	1,5–3,5
Канал им. Варвация (Канал 1 Мая с Приволжским затоном)	5,19	35–170	1–4

Исследования с использованием общепринятых и частных методик по оценке химического состава природных начали проводиться еще с 2004 г. За время проведения исследований с водотоками города произошли существенные изменения, что, несомненно, сказалось и на результатах оценки качества поверхностных вод. До 2009 г. данные водотоки находились в неприглядном состоянии: заиленные русла рек, большое количество высшей водной растительности, свалки мусора по берегам, полуразрушенное берегоукрепление. В 2010 г. на водоемах была проведена реконструкция и работы по расчистке и дноуглублению, а также изменились и названия некоторых из них. Через разные участки каждого водотока проложены мосты, соединяющие каждую часть города [8].

После проведения реконструкционных работ, водоемы стали представлять собой культурно-рекреационную ценность.

Интенсивное использование поверхностных вод привело к деградации водной экосистемы, что в свою очередь заключается в неблагоприятном качестве поверхностных вод по результатам исследований, проводимых на водотоках.

Серия опытов по определению органолептических и химических показателей воды проводилась полевыми методами, непосредственно в пунктах отбора проб и на базе лаборатории экологического мониторинга АГУ в период с 2015 по 2018 г.

Исследования по определению органолептических и химических показателей проводили по стандартным методикам [6, 7].

Проведение опытов по оценке цветового показателя с оценкой динамики дало следующие значения: пробы воды в большинстве случаев имели желтоватую и зеленоватую окраску. Окраска воды в пробах обнаруживалась в стеклянных сосудах на уровне не менее 10 см, а в некоторых пунктах достигала отметки 14. Для водоёмов культурно-бытового окраска не должна обнаруживаться в столбике высотой 10 см. Зеленоватая окраска воды, присутствовавшая в пробах в основном в теплые сезоны проведения исследований, связана с явлением эвтрофикации. Желтоватая окраска, проявлявшаяся даже в конце осеннего и начале весеннего периодов исследований, явилась следствием присутствия солей железа.

После проведения экспериментов по оценке запаха воды были получены следующие значения: пробы воды в пунктах рукав Царев и рукав Прямая Болда имеют одинаковый плесневый запах воды, но разную интенсивность запаха. В других пунктах отбора проб запах воды в разные сезоны варьировался от болотного до землистого. Интенсивность запаха исследуемых вод была наиболее ощутима во время проведения исследований в летнее-осенний периоды и составляла от 3 до 5 баллов. Ранней весной и поздней осенью интенсивность запах уменьшалась и варьировалась в пределах 1–2 балла.

Посторонний запах может говорить о присутствии в воде органики, которая вызывает падение концентрации растворенного в воде кислорода, что может неблагополучно отразиться на ряде процессов самоочищения водоёмов.

Прозрачность водоемов определяли с помощью диска Секки. Вода исследуемых водоемов была оценена как слабо прозрачная (река Волга), слабо опалесцирующая (рукав Кутум и Варвациевский канал), слабо мутная (Рукава Царев и Прямая Болда). Варьирование прозрачности водоемов изменялось в холодные периоды проведения, но в основном оставалось на неизменном уровне за весь период проведение экспериментов.

По жесткости воды внутренних водоемов относятся к среднему классу. Карбонатная жесткость определялась наличием в водах городских водоемов двууглекислых солей кальция и магния и характеризовалась содержанием в воде гидрокарбоната кальция, который при кипячении воды разлагался на углекислый газ и практически нерастворимый карбонат.

Водородный показатель воды определялся по стандартной методике на универсальном ионометре ЭВ-74. Усредненные данные по определению pH воды аквальных комплексов города представлены в таблице 2.

Таблица 2

Определение pH поверхностных вод

Период исследований	р. Волга	рук. Прямая Болда	рук. Царев	рук. Кутум	Варвациевский канал
2015	8,7	8,7	8,6	7,2	9
2016	5,3	5,9	8,9	6,4	9,1
2017	6	6,2	8,3	6,2	8,7
2018	6,2	5,3	6,9	8,8	9,4

Реакция среды зависит от величины гидролиза растворимых солей, входящих в состав воды. Водородный показатель природных вод, варьирующийся в значениях 6,5–8,5, является оптимальным. Водородный показатель уменьшают сточные воды промышленных предприятий и повышают коммунально-бытовые.

При проведении исследований в поверхностных водах городских водоемов было зарегистрировано семь тяжелых металлов, концентрация некоторых из них превышала ПДК [5] в исследуемых пунктах отбора проб.

На основе результатов полученных исследований методами химического анализа были составлены таблицы по оценке качества поверхностных вод, позволяющие более наглядно оценить степень загрязнения аквальных комплексов. Помимо своей наглядности, таблицы являются необходимым инструментом в дальнейшей геоэкологической оценке состояния аквасреды города и могут быть применены в совокупности с другими методами анализа состояния водотоков для более детальной оценки поступления загрязняющих веществ в водоемы.

Результаты исследований представлены в таблице 3.

Таблица 3

Содержание тяжелых металлов в поверхностных водах городских водоемов

Время отбора проб	Канал им. 1 Мая (мост по ул. Кирова)	р. Волга (17-я Пристань)	Приволжский затон (железнодорожный мост)	Рукав Царев (дамба)	Рукав Кутум (район рынка Большие Исады)	Канал Золотой Затон (район ОАО «Каспрыб-Холод-Флот»	Рукав Прямая Болда (район Центрального стадиона)
Содержание цинка (мг / дм^3) в воде внутренних водоемов г. Астрахани (n = 4)							
2015							
весна	8,00 ± 0,56	12,20 ± 0,85	10,00 ± 0,63	15,00 ± 1,05	13,00 ± 0,91	11,00 ± 0,77	8,00 ± 0,56
лето	13,00 ± 0,91	12,50 ± 0,88	13,50 ± 0,95	17,00 ± 1,19	18,00 ± 1,26	16,00 ± 1,12	15,00 ± 1,05
осень	10,00 ± 0,70	15,30 ± 1,07	12,00 ± 0,84	14,20 ± 0,99	10,00 ± 0,70	8,00 ± 0,56	9,00 ± 0,63
2016							
весна	11,00 ± 0,77	12,00 ± 0,84	12,05 ± 0,8	13,20 ± 0,90	12,20 ± 0,84	10,00 ± 0,63	11,30 ± 0,77
лето	13,00 ± 1,0	12,50 ± 0,88	12,70 ± 1,10	14,68 ± 1,02	13,80 ± 1,09	13,10 ± 9,62	11,00 ± 0,71
осень	9,00 ± 0,23	10,00 ± 1,05	12,00 ± 0,88	10,00 ± 0,75	11,10 ± 0,71	9,50 ± 0,60	7,80 ± 0,49
2017							
весна	9,00 ± 0,63	13,00 ± 0,91	13,00 ± 0,91	14,20 ± 0,99	13,40 ± 0,94	12,30 ± 0,86	9,00 ± 0,63
лето	15,00 ± 105	12,90 ± 0,90	16,00 ± 1,12	16,20 ± 1,13	17,00 ± 1,19	16,00 ± 1,12	12,00 ± 0,84
осень	11,00 ± 0,77	17,00 ± 1,19	11,50 ± 0,81	10,00 ± 0,70	10,00 ± 0,70	11,00 ± 0,77	7,00 ± 0,49
2018							
весна	12,00 ± 0,84	11,00 ± 0,77	12,00 ± 0,84	13,00 ± 0,91	15,00 ± 1,05	13,00 ± 0,91	10,00 ± 0,77
лето	14,60 ± 1,30	11,89 ± 0,76	14,30 ± 1,21	15,60 ± 1,30	16,00 ± 1,33	15,60 ± 1,23	10,00 ± 1,12
осень	11,00 ± 0,97	13,60 ± 1,09	11,00 ± 0,70	11,00 ± 0,77	10,00 ± 0,70	7,00 ± 0,49	6,00 ± 0,63
Содержание меди (мг / дм^3) в воде внутренних водоемов г. Астрахани (n = 4)							
2015							
весна	6,30 ± 0,86	6,00 ± 0,63	7,00 ± 0,56		6,00 ± 0,84	7,00 ± 0,77	6,00 ± 0,77
лето	6,00 ± 1,12	6,00 ± 0,84	5,00 ± 0,35		6,00 ± 0,42	7,00 ± 0,91	7,00 ± 0,27
осень	11,00 ± 0,77	4,70 ± 0,49	2,00 ± 0,07		3,00 ± 0,14	4,00 ± 0,12	5,10 ± 0,35
2016							
весна	5,00 ± 0,41	6,50 ± 0,46	7,00 ± 0,49		7,00 ± 0,56	6,10 ± 0,39	5,00 ± 0,49
лето	5,00 ± 0,75	6,00 ± 1,33	7,00 ± 0,77		7,00 ± 0,72	6,11 ± 1,13	5,00 ± 0,77
осень	2,00 ± 0,96	3,00 ± 0,42	3,00 ± 0,29		4,00 ± 0,14	4,00 ± 0,40	3,05 ± 0,27
2017							
весна	4,30 ± 0,29	5,60 ± 0,31	6,20 ± 0,57		6,09 ± 0,22	5,70 ± 0,30	5,10 ± 0,49
лето	4,70 ± 0,36	6,10 ± 1,01	6,49 ± 0,71		6,21 ± 0,38	5,70 ± 0,93	5,00 ± 0,73
осень	2,10 ± 0,81	3,10 ± 0,12	3,15 ± 0,21		3,28 ± 0,17	4,12 ± 0,28	3,65 ± 0,18
2018							
весна	3,90 ± 0,11	5,20 ± 0,16	5,60 ± 0,46		5,19 ± 0,07	5,00 ± 0,10	4,10 ± 0,29
лето	4,17 ± 0,15	5,25 ± 0,22	5,89 ± 0,23		5,24 ± 0,24	4,20 ± 0,23	4,00 ± 0,52
осень	1,80 ± 0,13	3,12 ± 0,10	3,00 ± 0,03		3,01 ± 0,01	2,72 ± 0,37	2,25 ± 0,11

Время отбора проб	**Канал им. 1 Мая (мост по ул. Кирова)**	**р. Волга (17-я Пристань)**	**Приволжский затон (железнодорожный мост)**	**Рукав Царев (дамба)**	**Рукав Кутум (район рынка Большие Исады)**	**Канал Золотой Затон (район ОАО «Каспрыб-Холод-Флот»**	**Рукав Прямая Болда (район Центрального стадиона)**
Содержание свинца (мг / дм^3) в воде внутренних водоемов г. Астрахани (n = 4)							
2015							
весна	1,00 ± 0,07	0,90 ± 0,06	2,00 ± 0,14		2,20 ± 0,15	1,00 ± 0,07	1,30 ± 0,09
лето	3,00 ± 0,21	2,00 ± 0,14	6,78 ± 0,12		4,99 ± 0,14	3,00 ± 0,21	2,00 ± 0,14
осень	3,00 ± 0,87	2,20 ± 0,11	8,80 ± 0,62		9,10 ± 0,63	3,20 ± 0,22	4,00 ± 0,28
2016							
весна	1,00 ± 0,07	1,45 ± 0,10	2,80 ± 0,06		1,20 ± 0,08	1,00 ± 0,07	1,00 ± 0,07
лето	2,00 ± 0,14	2,80 ± 0,13	6,00 ± 0,42		3,00 ± 0,14	3,00 ± 0,21	3,70 ± 0,26
осень	3,00 ± 0,35	2,80 ± 0,55	4,40 ± 0,10		2,90 ± 0,48	3,20 ± 0,22	2,70 ± 0,19
2017							
весна	0,80 ± 0,06	1,00 ± 0,07	1,60 ± 0,11		2,00 ± 0,14	0,70 ± 0,05	1,00 ± 0,07
лето	4,00 ± 0,28	2,00 ± 0,14	2,50 ± 0,18		1,78 ± 0,12	1,00 ± 0,21	2,00 ± 0,14
осень	1,80 ± 0,13	3,00 ± 0,21	1,00 ± 0,07		8,80 ± 0,62	2,00 ± 0,14	3,00 ± 0,21
2018							
весна	1,15 ± 0,10	1,10 ± 0,12	1,40 ± 0,05		1,60 ± 0,22	0,70 ± 0,05	1,00 ± 0,07
лето	3,10 ± 0,43	2,20 ± 0,35	2,10 ± 0,37		1,72 ± 0,10	1,10 ± 0,15	1,30 ± 0,14
осень	1,60 ± 0,05	2,50 ± 0,09	1,00 ± 0,35		2,80 ± 0,53	1,40 ± 0,14	2,00 ± 0,21
Содержание кадмия (мг / дм^3) в воде внутренних водоемов г. Астрахани (n = 4)							
2015							
весна	0,67 ± 0,05	0,80 ± 0,06	1,00 ± 0,07	0,80 ± 0,06	0,30 ± 0,02	0,90 ± 0,06	0,50 ± 0,04
лето	5,00 ± 0,35	6,20 ± 0,43	5,00 ± 0,35	0,70 ± 0,05	2,00 ± 0,14	5,50 ± 0,39	6,00 ± 0,42
осень	2,00 ± 0,14	0,74 ± 0,05	1,20 ± 0,08	2,70 ± 0,04	0,90 ± 0,06	0,55 ± 0,04	0,34 ± 0,02
2016							
весна	3,00 ± 0,21	0,60 ± 0,04	0,20 ± 0,01	0,76 ± 0,05	0,67 ± 0,05	0,90 ± 0,06	1,20 ± 0,08
лето	3,00 ± 0,21	0,40 ± 0,03	1,80 ± 0,13	4,00 ± 0,28	5,00 ± 0,35	3,00 ± 0,21	0,80 ± 0,06
осень	0,80 ± 0,06	6,00 ± 0,42	1,00 ± 0,07	0,60 ± 0,04	2,00 ± 0,14	2,10 ± 0,15	2,10 ± 0,15
2017							
весна	1,60 ± 0,11	0,80 ± 0,06	1,00 ± 0,07	1,40 ± 0,10	0,60 ± 0,04	0,60 ± 0,04	0,90 ± 0,06
лето	4,70 ± 0,33	6,20 ± 0,43	5,00 ± 0,35	5,30 ± 0,37	6,70 ± 0,47	5,60 ± 0,39	1,00 ± 0,07
осень	0,70 ± 0,05	0,74 ± 0,05	1,20 ± 0,08	1,50 ± 0,11	1,80 ± 0,13	1,90 ± 0,13	1,00 ± 0,07
2018							
весна	1,30 ± 0,35	1,80 ± 0,26	1,00 ± 0,07	1,10 ± 0,10	0,80 ± 0,23	0,58 ± 0,10	1,00 ± 0,07
лето	2,70 ± 0,11	2,20 ± 0,40	2,05 ± 0,35	2,30 ± 0,37	4,70 ± 0,45	2,30 ± 0,31	0,70 ± 0,05
осень	1,70 ± 0,05	1,64 ± 0,25	1,20 ± 0,22	1,20 ± 0,40	1,20 ± 0,18	1,70 ± 0,63	2,00 ± 0,14
Содержание ртути (мг / дм^3) в воде внутренних водоемов г. Астрахани (n = 4)							
2015							
весна	3,90 ± 0,27	4,00 ± 0,28	0,77 ± 0,05	1,00 ± 0,07	5,00 ± 0,35	1,10 ± 0,08	2,00 ± 0,14
лето	4,80 ± 0,34	6,10 ± 0,43	1,22 ± 0,09	7,00 ± 0,49	9,20 ± 0,64	3,00 ± 0,21	9,90 ± 0,69
осень	10,50 ± 0,74	10,78 ± 0,75	8,70 ± 0,61	2,00 ± 0,14	4,00 ± 0,28	1,00 ± 0,11	4,00 ± 0,28
2016							
весна	4,00 ± 0,28	5,00 ± 0,35	1,00 ± 0,07	3,00 ± 0,21	6,00 ± 0,42	7,00 ± 0,49	2,00 ± 0,14
лето	2,70 ± 0,19	6,30 ± 0,44	8,00 ± 0,56	7,00 ± 0,49	8,00 ± 0,56	10,00 ± 0,70	4,00 ± 0,28
осень	7,00 ± 0,49	9,00 ± 0,84	5,00 ± 0,35	5,00 ± 0,35	5,00 ± 0,35	4,00 ± 0,28	2,00 ± 0,14
2017							
весна	2,00 ± 0,14	4,00 ± 0,28	4,00 ± 0,28	5,00 ± 0,35	1,00 ± 0,07	2,60 ± 0,18	3,00 ± 0,21
лето	3,00 ± 0,21	9,00 ± 0,63	9,00 ± 0,63	7,00 ± 0,49	8,00 ± 0,56	4,20 ± 0,29	6,00 ± 0,42
осень	4,00 ± 0,28	6,00 ± 0,42	4,00 ± 0,28	3,00 ± 0,21	5,00 ± 0,35	6,30 ± 0,44	2,00 ± 0,14
2018							
весна	2,20 ± 0,05	5,00 ± 0,35	2,50 ± 0,18	5,00 ± 0,35	4,00 ± 0,28	0,77 ± 0,05	5,00 ± 0,35
лето	3,10 ± 0,11	6,00 ± 0,42	5,60 ± 0,39	7,00 ± 0,49	6,10 ± 0,43	1,22 ± 0,09	7,00 ± 0,49
осень	3,90 ± 0,32	12,00 ± 0,84	3,20 ± 0,22	5,00 ± 0,35	10,78 ± 0,75	8,70 ± 0,61	5,00 ± 0,35

Время отбора проб	Канал им. 1 Мая (мост по ул. Кирова)	р. Волга (17-я Пристань)	Приволжский затон (железнодорожный мост)	Рукав Царев (дамба)	Рукав Кутум (район рынка Большие Исады)	Канал Золотой Затон (район ОАО «Каспрыб-Холод-Флот»	Рукав Прямая Болда (район Центрального стадиона)
Содержание никеля (мг / дм^3) в воде внутренних водоемов г. Астрахани (n = 4)							
2015							
весна	2,50 ± 0,18	4,00 ± 0,28	2,00 ± 0,14	3,20 ± 0,22	4,00 ± 0,28	3,70 ± 0,26	2,80 ± 0,20
лето	2,00 ± 0,14	4,00 ± 0,28	5,00 ± 0,35	10,00 ± 0,70	11,00 ± 0,77	10,00 ± 0,70	8,00 ± 0,56
осень	11,00 ± 0,77	7,50 ± 0,53	1,60 ± 0,12	3,00 ± 0,21	3,10 ± 0,22	2,90 ± 0,20	2,00 ± 0,14
2016							
весна	1,70 ± 0,12	3,70 ± 0,26	2,50 ± 0,18	3,00 ± 0,21	2,60 ± 0,18	2,10 ± 0,15	3,00 ± 0,21
лето	2,00 ± 0,14	2,00 ± 0,14	8,00 ± 0,56	8,00 ± 0,56	9,00 ± 0,63	7,00 ± 0,49	3,00 ± 0,21
осень	9,00 ± 0,63	8,90 ± 0,62	3,00 ± 0,21	2,10 ± 0,15	3,40 ± 0,24	3,60 ± 0,25	6,00 ± 0,42
2017							
весна	1,50 ± 0,11	4,00 ± 0,28	2,00 ± 0,14	3,80 ± 0,27	2,70 ± 0,19	2,30 ± 0,16	2,50 ± 0,18
лето	1,40 ± 0,10	4,40 ± 0,31	6,00 ± 0,42	5,30 ± 0,37	7,00 ± 0,49	9,00 ± 0,63	5,00 ± 0,35
осень	7,00 ± 0,49	8,90 ± 0,62	2,00 ± 0,14	2,00 ± 0,14	3,00 ± 0,21	2,80 ± 0,20	2,00 ± 0,14
2018							
весна	2,00 ± 0,14	4,20 ± 0,29	3,00 ± 0,21	3,50 ± 0,25	3,80 ± 0,27	3,00 ± 0,21	1,80 ± 0,13
лето	2,10 ± 0,15	4,90 ± 0,34	10,00 ± 0,70	8,00 ± 0,56	9,00 ± 0,63	8,00 ± 0,56	8,00 ± 0,56
осень	9,20 ± 0,64	8,00 ± 0,56	1,80 ± 0,13	1,90 ± 0,13	2,60 ± 0,18	2,60 ± 0,18	5,00 ± 0,35
Содержание кобальта (мг / дм^3) в воде внутренних водоемов г. Астрахани (n = 4)							
2015							
весна	2,20 ± 0,05	5,00 ± 0,35	2,50 ± 0,18	5,00 ± 0,35	4,00 ± 0,28	0,77 ± 0,05	5,00 ± 0,35
лето	3,10 ± 0,11	6,00 ± 0,42	5,60 ± 0,39	7,00 ± 0,49	6,10 ± 0,43	1,22 ± 0,09	7,00 ± 0,49
осень	3,90 ± 0,32	12,00 ± 0,84	3,20 ± 0,22	5,00 ± 0,35	10,78 ± 0,75	8,70 ± 0,61	5,00 ± 0,35
2016							
весна	0,80 ± 0,06	0,70 ± 0,05	0,80 ± 0,06	0,80 ± 0,56	0,70 ± 0,49	2,00 ± 0,14	0,67 ± 0,05
лето	1,30 ± 0,09	2,00 ± 0,14	2,00 ± 0,35	1,20 ± 0,08	3,00 ± 0,56	2,10 ± 0,43	2,00 ± 0,56
осень	2,00 ± 0,70	1,00 ± 0,07	1,30 ± 0,09	2,50 ± 0,60	2,00 ± 0,14	1,60 ± 0,11	1,13 ± 0,08
2017							
весна	1,00 ± 0,07	2,00 ± 0,01	1,50 ± 0,11		2,00 ± 0,14	1,00 ± 0,07	1,40 ± 0,10
лето	0,50 ± 0,04	1,140,00 ±	2,00 ± 0,28		2,00 ± 0,78	2,10 ± 0,15	2,20 ± 0,22
осень	1,00 ± 0,35	0,074,90 ±	2,00 ± 0,28		1,50 ± 0,11	1,20 ± 0,08	1,70 ± 0,12
2018							
весна	1,70 ± 0,12	0,77 ± 0,05	1,00 ± 0,07		0,80 ± 1,7	1,00 ± 0,07	1,00 ± 0,07
лето	2,00 ± 0,35	1,23 ± 0,09	2,00 ± 0,21		0,062,20 ±	3,00 ± 0,28	3,00 ± 0,28
осень	1,20 ± 0,08	1,70 ± 0,68	2,00 ± 0,18		0,222,10 ±	2,60 ± 0,18	2,00 ± 0,14

По средним показателям за весь период исследования суммарная концентрация тяжелых металлов в некоторых точках остается на достаточно высоком уровне, о чем свидетельствует неудовлетворительное качество воды в пунктах отбора проб. В воде присутствуют не только биохимические легкоокисляющиеся составляющие органических веществ, но и значительное количество трудно окисляющейся техногенной органики и неорганических восстановленных соединений.

Геохимическое исследование водотоков малых урбанизированных систем на примере г. Астрахань позволило выявить неблагоприятную обстановку, сложившуюся на водотоках города. Оценка качества вод на территории города начала проводиться еще в 2004 г. За это время был собран огромный фактический материал о составе поверхностных вод, загрязнении их различного рода полютантами и проведен статистический анализ, позволивший выявить тенденцию варьирования загрязнения водоемов.

Гидрографическая сеть города взаимосвязана. Этим характеризуется большое распространение полютантов по всем водоемам. При оценке качества вод гидрохимическими методами мы учитывали протяженность водотоков, наличие загрязняющих объектов по берегам, зарегулированность многих водотоков сетью дамб и использование их в рекреационных целях. Интенсивное использование поверхностных вод привело к деградации водной экосистемы, что заключается в неблагоприятном качестве поверхностных вод по результатам исследований проводимых на водотоках.

Состояние малых водотоков урбосреды сегодня является важнейшим показателем экологического благополучия города, т.к. они являются неотъемлемыми элементами всей ландшафтно-архитектурной системы населенного пункта, поддерживают гомеостаз ландшафта. В связи с этим обусловлена необходимость постоянного мониторинга водных объектов в условиях урбосреды.

Список литературы

1. Болонина Г. В. Геоэкологическая оценка состояния водоемов агломератов в условиях городской среды / Г. В. Болонина, А. Н. Мармилов, Т. С. Чигина, Е. Н. Свечникова // Геология, география и глобальная энергия. – 2015. – № 1 (56). – С. 171–179.

2. Дергачева А. С. Геоэкологическая характеристика гидрологической сети Астраханской области в условиях антропогенного воздействия / А. С. Дергачева, Д. Н. Худаева, Г. В. Крыжановская // Инновации, технологии, наука : сб. ст. Междунар. науч.-практ. конф. / отв. ред. : Сукиасян Асатур Альбертович. – 2015. – С. 248–250.

3. Крыжановская Г. В. Геоэкологическая оценка состояния поверхностных вод рукава Кизань Камызякского района Астраханской области с предложением мер по сохранению геоэкологического благополучия водотока и его акватории / Г. В. Крыжановская, И. С. Шарова, М. С. Безуглова, А. Н. Мармилов // Современные проблемы обеспечения экологической безопасности : сб. мат-лов Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием. – Орел : Орловский государственный университет им. И. С. Тургенева, 2017. – С. 178–184.

4. Безуглова М. С. Физико-географические и геоэкологические особенности гидрографической сети Нижнего Поволжья и развитие водных видов туризма / М. С. Безуглова, И. С. Шарова, Г. В. Крыжановская // Геология, география и глобальная энергия. – 2016. – № 4 (63). – С. 95–106.

5. Локтионова Е. Г. Экологические проблемы водопользования в условиях городской среды : монография / Е. Г. Локтионова, А. Н. Бармин, Л. А. Морозова, М. С. Гурьева, Г. В. Болонина. – Москва : КНОРУС ; Астрахань: ИД «Астраханский университет», 2014. – 198 с.

6. Никитина Л. И. Определение качества воды по биологическим, физическим и химическим показателям / Л. И. Никитина. – Хабаровск, 2008. – 78 с.

7. Нормативы ПДК примесей в воде хозяйственного, питьевого и бытового назначения использования. – Режим доступа: http://ozonika.ru/book/export/html/30, свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус.

8. Шпейзер Г. М. Руководство по химическому анализу вод : метод. пос. / Г. М. Шпейзер, Л. А. Минеева. – Иркутск, 2006. – 55 с.

Reference

1. Bolonina G. V., Mamilov A. N., Chigina T. S., Svechnikova Ye. N. Geoekologicheskaya otsenka sostoyaniya vodoemov aglomeratov v usloviyakh gorodskoy sredy [Geoecological assessment of the status of water bodies agglomerates in the urban environment]. *Geologiya, geografiya i globalnaya energiya* [Geology, Geography and Global Energy], 2015, no. 1 (56), pp. 171–179.

2. Dergacheva A. S., Chudaeva D. N., Kryzhanovskaya G. V. Geoekologicheskaya kharakteristika gidrologicheskoy seti Astrakhanskoy oblasti v usloviyakh antropogennogo vozdeystviya [Geoecological characteristic of the hydrological network of the Astrakhan region in the conditions of anthropogenic influence]. *Innovatsii, tekhnologii, nauka : sbornik statey Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Innovation, Technology, Science. Proceedings of the International Scientific and Practical Conference], 2015, pp. 248–250.

3. Kryzhanovskaya G. V., Sharova I. S., Bezuglova M. S., Marmilov A. N. Geoekologicheskaya otsenka sostoyaniya poverkhnostnykh vod rukava Kizan Kamyzyakskogo rayona Astrakhanskoy oblasti

s predlozheniem mer po sokhraneniyu geo-ekologicheskogo blagopoluchiya vodotoka i ego akvatorii [Geoecological assessment of the state of surface waters of the kizan sleeve of the Kamyzyaksky district of the Astrakhan region with the proposal of measures to preserve the geoecological well-being of the watercourse and its waters]. *Sovremennye problemy obespecheniya ekologicheskoy bezopasnosti : sbornik materialov Vserossiyskoy ochno-zaochnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem* [Modern problems of Environmental Safety. Proceedings of the All-Russian Intramural and Extramural Scientific and Practical Conference with International Participation], Orel, Orel State University named Ivan Turgenev Publ. House, 2017, pp. 178–184.

4. Bezuglova M. S., Sharova I. S., Kryzhanovskaya G. V. Fiziko-geograficheskie i geoekologicheskie osobennosti gidrograficheskoy seti Nizhnego Povolzhya i razvitie vodnykh vidov turizma [Physical and geographical and geological features of the hydrographic network of the Lower Volga region and the development of water tourism]. *Geologiya, geografiya i globalnaya energiya* [Geology, Geography and Global Energy], 2016, no. 4 (63), pp. 95–106.

5. Loktionova Ye. G., Barmin A. N., Morozova L. A., Gureva M. S., Bolonina G. V. *Ekologicheskie problemy vodopolzovaniya v usloviyakh gorodskoy sredy* [Ecological problems of water use in the urban environment], Moscow, KNORUS Publ. House ; Astrakhan, Astrakhan University Publ. House, 2014. 198 p.

6. Nikitina L. I. *Opredelenie kachestva vody po biologicheskim, fizicheskim i khimiche-skim pokazatelyam* [Determination of water quality by biological, physical and chemical parameters], Khabarovsk, 2008. 78 p.

7. *Normativy PDK primesey v vode khozyaystvenno- go, pitevogo i bytovogo naznacheniya ispolzovaniya* [Standards MPC impurities in the water of economic, drinking and domestic use]. Available at: http://ozonika.ru/book/ export / html / 30.Shpeyzer G. M., Mineeva L. A. *Rukovodstvo po khimicheskomu analizu vod* [Guide to chemical analysis of water], Irkutsk, 2006. 55 p.

ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ТЕХНОГЕННЫХ ОПАСНОСТЕЙ В АРИДНЫХ ТЕРРИТОРИЯХ

Татаринцев Сергей Александрович, старший преподаватель, Астраханский государственный университет, 414000, Российская Федерация, г. Астрахань, пл. Шаумяна, 1, e-mail: tatarintsev86@yandex.ru

Бармин Александр Николаевич, доктор географических наук, профессор, Астраханский государственный университет, 414000, Российская Федерация, г. Астрахань, пл. Шаумяна, 1, e-mail: abarmin60@mail.ru

Колчин Евгений Александрович, кандидат географических наук, доцент, Астраханский государственный университет, 414000, Российская Федерация, г. Астрахань, пл. Шаумяна, 1, e-mail: eakol4in@rambler.ru

В последние годы в России регистрируются десятки тысяч аварий и происшествий в технологической сфере. Астраханская область, являясь крупным территориальным образованием, характеризуется наличием значительного числа производственных объектов, объектов жилищно-коммунального хозяйства и гидротехнических сооружений, а также обладает развитой сетью автомобильных и железных дорог, которые определяют социально-экономический потенциал региона и являются источниками техногенных аварий. Вовлечение все новых территорий Астраханской области в хозяйственное освоение, большая изношенность производственных фондов опасных объектов, ослабление производственной, технологической и охранной дисциплины усиливают вероятность аварий техногенного характера и приводят к возникновению чрезвычайных ситуаций, сопровождающихся ущербом хозяйству, а нередко – и человеческими жертвами. Все вышесказанное диктует необходимость проведения геоэкологического анализа техногенной опасности Астраханской области.

Ключевые слова: источники техногенной опасности, Астраханская область, ущерб, транспорт, потенциально опасный объект, анализ, авария, происшествие, чрезвычайная ситуация, природные ресурсы

GEOECOLOGICAL ANALYSIS OF THE DISTRIBUTION OF TECHNOLOGICAL HAZARDS IN ARID TERRITORIES

Tatarintsev Sergey A., Senior Lecturer, Astrakhan State University, 1 Shaumyan sq., Astrakhan, 414000, Russian Federation, e-mail: tatarintsev86@yandex.ru

Barmin Aleksandr N., D.Sc. in Geography, Professor, Astrakhan State University, 1 Shaumyan sq., Astrakhan, 414000, Russian Federation, e-mail: abarmin60@mail.ru

Kolchin Yevgeniy A., C.Sc. in Geography, Associate Professor, Astrakhan State University, 1 Shaumyan sq., Astrakhan, 414000, Russian Federation, e-mail: eakol4in@rambler.ru

In recent years, tens of thousands of accidents and incidents in the technological sphere have been registered in Russia. Astrakhan region, being a large territorial entity, is characterized by a significant number of production facilities, housing and communal facilities and hydraulic engineering facilities, as well as a developed network of roads and Railways, which determine the socio-economic potential of the region and are sources of man-made accidents. The involvement of new territories of the Astrakhan region in economic development, a large deterioration of production assets of hazardous facilities, the

weakening of production, technological and security discipline increase the likelihood of accidents of man – made nature and lead to emergency situations, accompanied by damage to the economy, and often-and human victims. All of the above dictates the need for geoecological analysis of the technogenic danger of the Astrakhan region.

Keywords: sources of man-made danger, Astrakhan region, damage, transport, potentially dangerous object, analysis, accident, incident, emergency situation, natural resources

Астраханская область, в силу своих экономико-географического положения, является регионом с высоко развитой транспортно-транзитной системой и территорией, имеющей значительные запасы природных ресурсов. Территория региона подвержена широкому спектру опасностей, возникающих в процессе эксплуатации потенциально опасных объектов, объектов жилищно-коммунального хозяйства, гидротехнических сооружений и систем жизнеобеспечения населения. Это связано как с высокими темпами развития отраслей промышленности, так и с большой плотность инженерных систем, а также их постоянным износом.

Основу экономического потенциала Астраханской области составляют объекты и предприятия топливно-энергетического комплекса, на долю которого приходится более 65 % производства, а также предприятия пищевой химической и нефтехимической промышленности.

Среди представленных на территории региона объектов и производств высокую опасность представляют комплексы химической (нефтехимической) нефтеперерабатывающей и судостроительной промышленности. На территории Астраханской области размещено 20 химически опасных объектов, на которых используется более 480 т аварийных химических опасных веществ (АХОВ). Основными являются хлор и аммиак.

Взрыво- и пожароопасность исходит от объектов, использующих в производстве или хранящих взрывчатые вещества и горючесмазочные материалы, – это объекты добычи, транспортировки, переработки, хранения нефти и газа и др. К наиболее опасным можно отнести нефтегазовые месторождения им. Ю. Корчагина и им. В. Филановского ООО «ЛУКОИЛ-Нижневолжскнефть» в северной части Каспийского моря, аварии на которых могут причинить значительный материальный и экологический ущерб для региона.

Астраханская транспортная система, расположенная на пересечении двух активно развивающихся евроазиатских транспортных коридоров «Север – Юг» (в направлении Ирана) и «Запад – Восток» (в направлении Казахстана), сочетает все имеющиеся виды современного транспорта: морского, речного, железнодорожного, автомобильного, авиационного и трубопроводного. Отличительной особенностью транспортной системы области является высокий уровень развития каждого составляющего ее вида транспорта.

Характеристика транспортной системы Астраханской области представлена в таблице.

Таблица

Характеристика транспортной системы Астраханской области

Регион	Железные дороги		Автомобильные дороги		Речные пути	
	Протяженность, км	Густота, км / тыс. км^2	Протяженность, км	Густота, км / тыс. км^2	Протяженность, км	Густота, км / тыс. км^2
Астраханская область	683,8	12,87	5165,9	97,4	1120,3	21,12

Автомобильный транспорт, представленный федеральными, региональными и местными автомобильными дорогами, обеспечивает как межрегиональные, так и транзитные перевозки грузов. Большое количество зарегистрированного транспорта повышает техногенную нагрузку на транспортную систему региона. Колебание нагрузки изменяется посезонно в 1,8–2,3 раз (рис. 1).

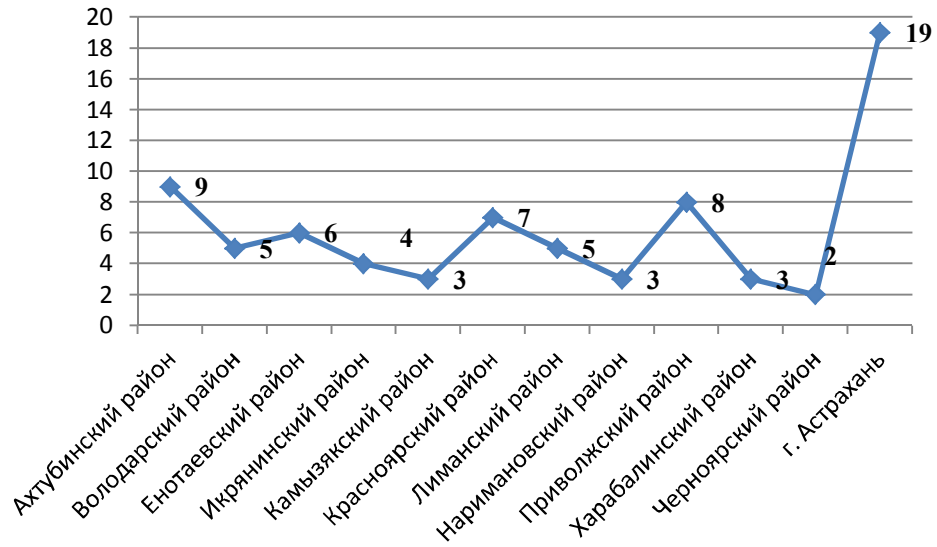


Рис. 1. Загруженность транспортной инфраструктуры Астраханской области, авто / км^2 (составлено авторами)

На долю железнодорожного транспорта приходится более 61,1 % грузооборота и 25 % пассажирооборота всех видов транспорта. Астраханское отделение Приволжской железной дороги ПАО «РЖД» обеспечивает перевозку опасных грузов по имеющимся международным транспортным коридорам («Север-Юг» и «Запад-Восток»). Ежесуточно железнодорожным транспортом транспортируется более 110 тыс. т грузов.

Морской и речной транспортный кластер региона составляют морские и речные порты, а также суда различного класса. В Каспийском бассейне расположено два морских порта – Оля и Астрахань. Протяженность эксплуатирующихся внутренних водных путей составляет более 1100 км, 188 км по дельтовой части (Волго-Каспийский морской судоходный канал).

Трубопроводный транспорт представлен магистральными нефте- и газопроводами высокого класса опасности, а также компрессорными, насосными и газораспределительными станциями. По территории области проходит более 1300 км действующих трубопроводов, в том числе 687,6 км магистральных газопроводов и 222 км нефтепровода. Наибольшая опасность исходит от нефтепровода ЗАО «КТК-Р» («Тенгиз – Новороссийск») и магистрального газопровода «Макат – Северный Кавказ», особенно от участков их прохождения по территории Волго-Ахтубинской поймы. Опасность эксплуатации трубопроводов обусловлена, прежде всего, большими массами находящегося под высоким давлением нефти и природного газа.

Комплекс жилищно-коммунального хозяйства Астраханской области занимает ведущее место среди отраслей экономики региона и представляет собой совокупность систем водоснабжения, канализации, газо- и теплоснабже-

ния, необходимых для поддержания жизнеобеспечения населения и удовлетворения их потребностей. В сфере жилищно-коммунальных услуг задействовано более 4000 предприятий коммунальной энергетики, эксплуатирующих порядка 150 тыс. км тепловых сетей, около 400 тыс. км воздушных и кабельных электросетей, 373 тыс. км водопроводных сетей.

Административно-территориальные образования Астраханской области отличаются по величине территории, численности и плотности населения, уровню социально-экономического развития, промышленному развитию, степенью опасности и т.д. С учетом вышеназванных различий на территории региона можно выделить три относительно самостоятельные с четко выраженной спецификой территории (части): Северная часть (Ахтубинский и Черноярский районы), Центральная часть, объединяющая Енотаевский, Красноярский, Наримановский и Харабалинский районы и Южная часть (Володарский, Икрянинский, Камызякский, Лиманский, Приволжский районы и г. Астрахань) (рис. 2).

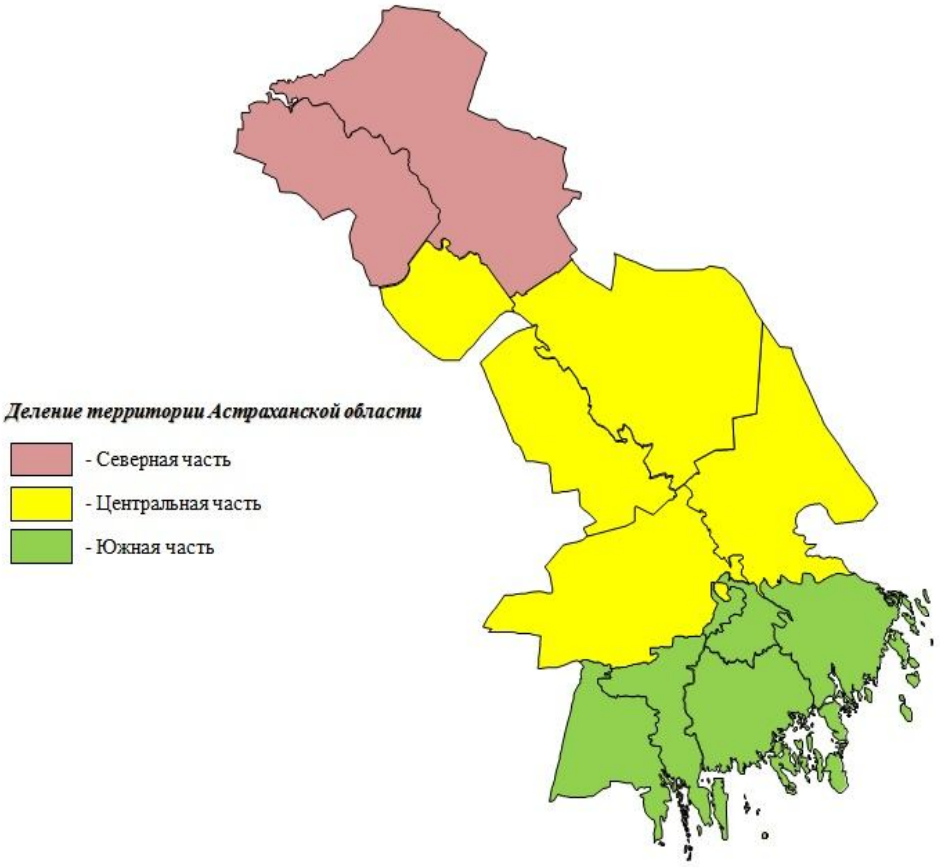


Рис. 2. Деление Астраханской области по социально-экономическому развитию (составлено авторами)

Северная часть Астраханской области ориентирована преимущественно на развитие сельского хозяйства (бахчеводство, овощеводство и скотоводство) и является самым благоприятной с точки зрения безопасности. Центральная часть региона занимает переходящее место между безопасной северной частью и высокоурбанизированной и развитой южной частью области. Здесь сконцен-

трированы основные нефтяные и газовые комплексы (Астраханское газоконденсатное месторождение, крупнейшее в европейской части России, Бешкульское нефтяное месторождение, магистральный нефтепровод «Макат-Северный Кавказ», терминал по переработки нефти и нефтепродуктов ООО «Трансойл-терминал» и др.), а также проходят развилки транспортных магистралей. Южная часть Астраханской области отличается высокой степенью урбанизации и специализируется в основном на промышленном и сельскохозяйственном производстве (машиностроение, судоремонт, химическая промышленость и др.). В данной части территории расположены нефтегазовые месторождения им. Ю. Корчагина и им. В. Филановского ООО «ЛУКОЙЛ-Нижневолжскнефть», а также основные судостроительные и судоремонтные предприятия региона.

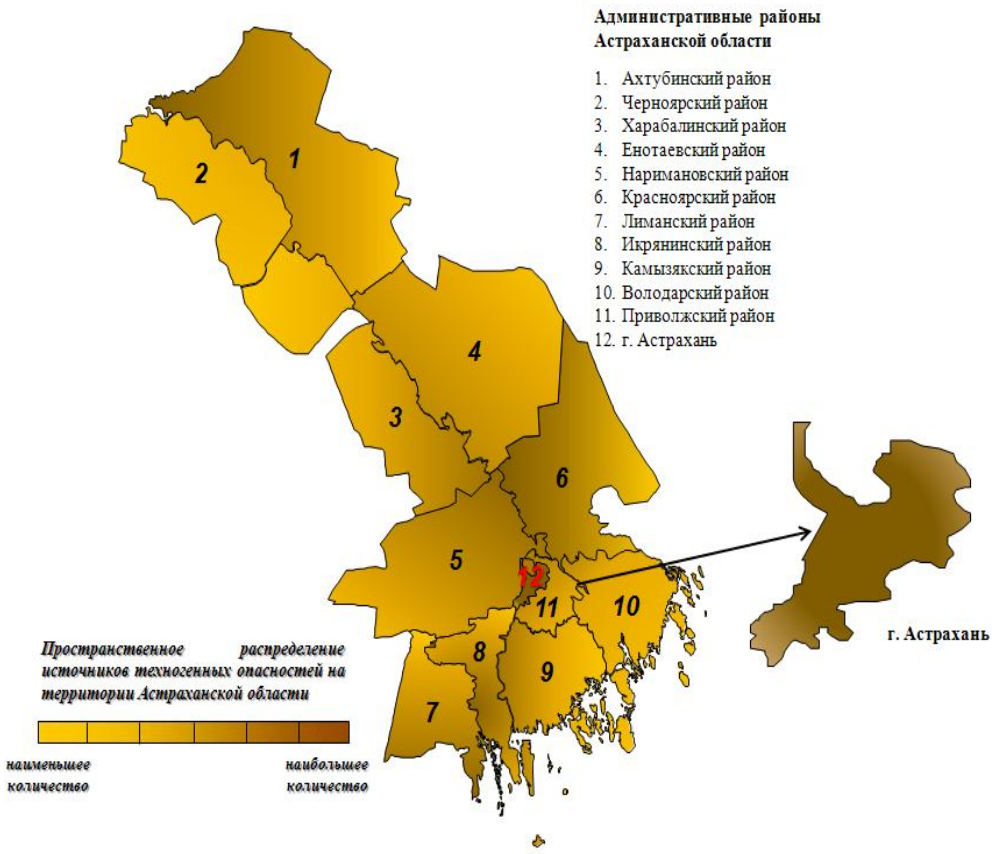


Рис. 3. Пространственное распределение источников техногенных опасностей на территории Астраханской области (составлено авторами)

Таким образом, проведенный анализ показывает, что высокая степень техногенной опасности существует в районах с высокой плотностью населения (Приволжский, Наримановский районы и г. Астрахань), развитостью и сосредоточенностью отраслей промышленности (Красноярский район и г. Астрахань), а также на территории, где расположены основные транспортные магистрали (Ахтубинский, Енотаевский, Икрянинский, Красноярский, Лиманский, Наримановский, Харабалинский районы и г. Астрахань) (рис. 3).

Список литературы

1. Акимов В.А. Природные и техногенные чрезвычайные ситуации: опасности, угрозы, риски / В. А. Акимов, В. Д. Новиков, Н. Н. Радаев. – Москва : Деловой экспресс, 2003. – 369 с.

2. Акимов В. А. Катастрофы и безопасность / В. А. Акимов, В.А. Владимиров, В. И. Измалков. – Москва : Деловой экспресс, 2006. – 387 с.

3. Арнольд В. И. Теория катастроф / В. И. Арнольд. – Москва : Едиториал УРСС, 2004.

4. Асанова Г. З. Влияние Астраханской промышленной агломерации на трансформацию природно-территориальных и аквальных комплексов: монография / Г. З. Асанова, А. Н. Бармин, М. М. Иолин, Р. В. Кондрашин. – Астрахань : Полиграфком, 2009. – 254 с.

5. Бармин А. Н. Экологическое состояние и особенности воздействия техногенных нагрузок в Астраханской области / А. Н. Бармин, М. М. Иолин, Р. В. Кондрашин, Н. С. Шуваев // Безопасность жизнедеятельности. – 2008. – № 8. – С. 44–49.

6. Белов С. В. Проблемы безопасности при чрезвычайных ситуациях / С. В. Белов – Москва, 2005. – 279 с.

7. Вязникова А. В. Устойчивость геоэкологических комплексов Астраханской области к воздействию техногенного характера / А. В. Вязникова, К. М. Некрасова, С. А. Татаринцев // Экология и безопасность в техносфере: современные проблемы и пути решения : сб. тр. Всерос. науч.-практ. конф. – Томск : Томский политехнический университет, 2016. – С. 254–257.

8. Долгин Н. Н. Природные и техногенные опасности в XXI веке и проблемные вопросы защиты населения. Научное обеспечение основных направлений их решения / Н. Н. Долгин. – Москва : Информационный сборник ЦСИ ГЗ, 2001. – № 8.

9. Ельчанинова З. В. Чрезвычайные ситуации Астраханской области за 1993–2014 гг. / З. В. Ельчанинова, Н. В. Сидоров, И. С. Шарова, С. А. Татаринцев, А. Ю. Татаринцева // Свидетельство о государственной регистрации баз данных. – 2015. – № 2015621348.

10. Татаринцев С. А. Современный город: техногенные угрозы жизнедеятельности – проблемы и возможности / С. А. Татаринцев, А. Н. Бармин, Е. А. Колчин, О. О. Шуваева // Геология, география и глобальная энергия. – 2013. – № 1 (48). – С. 129–138.

11. Татаринцев С. А. Техногенные опасности – угроза жизнедеятельности человека / С. А. Татаринцев, А. Н. Бармин, Е. А. Колчин, Н. С. Шуваев // Естественные науки. – 2013. – № 1 (42). – С. 36–42.

12. Татаринцев С. А. Оценка риска источников опасности промышленных объектов на территории Астраханской области / С. А. Татаринцев, А. Н. Бармин, Е. А. Колчин, Н. С. Шуваев, А. Ю. Татаринцева // Естественные науки. – 2014. – № 4 (49). – С. 14–20.

13. Татаринцев С. А. Анализ источников и рисков возникновения опасностей в сфере жилищно-коммунального хозяйства Астраханской области / С. А. Татаринцев, З. В. Ельчанинова, А. Ю. Татаринцева // Экология и безопасность в техносфере: современные проблемы и пути решения : сб. тр. Всерос. науч.-практ. конф. молодых ученых, аспирантов и студентов. – Томск : Томский политехнический университет, 2014. – С. 311–313.

14. Татаринцев С. А. Социально-экономические последствия проявления техногенных опасностей на территории Астраханской области / С. А. Татаринцев, А. Н. Бармин, Е. А. Колчин, Н. С. Шуваев, А. Ю. Татаринцева // Природные опасности: связь науки и практики : мат-лы II-й Междунар. науч.-практ. конф., Саранск. 23–25 апреля 2015 г. / редкол. С. М. Вдовин (отв. ред.) и др. – Саранск : Мордов. ун-т, 2015. – С. 423–427.

15. Татаринцев С. А. Пространственное распределение источников техногенных опасностей, имеющихся на территории Астраханской области / С. А. Татаринцев // Среда, окружающая человека: природная, техногенная, социальная : мат-лы IV Междунар. науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых, посвященной 85-летию БГИТА. Брянск, 03–05 июня 2015 г. – Брянск : БГИТА, 2015. – С. 278–282.

16. Татаринцев С. А. Транспортная инфраструктура Астраханской области как фактор техногенной опасности территории / С. А. Татаринцев // Экология России на пути к инновациям : межвуз. сб. науч. тр. / сост. Т. В. Дымова. – Астрахань : Нижневолжский экоцентр, 2016. – Вып. 13 – С. 124–126.

17. Татаринцев С. А. Градостроительная деятельность как фактор техногенной опасности территории / С. А. Татаринцев, Е. В. Аббазова, Н. И. Токарева, К. М. Некрасова // Антропогенная трансформация природной среды. – 2016. – № 2. – С. 230–238.

18. Шуваев Н. С. Влияние автотранспорта на экологическое состояние города Астрахани / Н. С. Шуваев, Е. А. Колчин, О. И. Арнаут, Е. А. Бармина, О. О. Шуваева // Экология России на пути к инновации : межвуз. сб. науч. тр. / сост. Н. В. Качалина. – Астрахань : Нижневолжский экоцентр, 2012. – Вып. 6. – С. 216–219.

References

1. Akimov V. A., Novikov V. D., Radaev N. N. *Prirodnye i tekhnogennye chrezvychaynye situatsii: opasnosti, ugrozy, riski* [Natural and man-made emergencies: dangers, threats, risks], Moscow, Delovoy ekspress Publ., 2003. 369 p.

2. Akimov V. A., Vladimirov V. A., Izmalkov V. I. *Katastrofy i bezopasnost* [Disasters and security], Moscow, Delovoy ekspress Publ., 2006. 387 p.

3. Arnold V. I. *Teoriya katastrof* [Catastrophe Theory], Moscow, Yeditorial URSS Publ., 2004.

4. Asanova G. Z., Barmin A. N., Iolin M. M., Kondrashin R. V. *Vliyanie Astrakhanskoy promyshlennoy aglomeratsii na transformatsiyu prirodno-territorialnykh i akvalnykh kompleksov* [The influence of Astrakhan industrial agglomeration on the transformation of natural-territorial and aquatic complexes], Astrakhan, Poligrafkom Publ., 2009. 254 p.

5. Barmin A. N., Iolin M. M., Kondrashin R. V., Shuvaev N. S. Ekologicheskoe sostoyanie i osobennosti vozdeysviya tekhnogennykh nagruzok v Astrakhanskoy oblasti [Ecological state and features of the impact of man-made loads in the Astrakhan region]. *Bezopasnost zhiznedeyatelnosti* [Life Safety], 2008, no. 8, pp. 44–49.

6. Belov S. V. *Problemy bezopasnosti pri chrezvychaynykh situatsiyakh* [Security issues in emergency situations], Moscow, 2005. 279 p.

7. Vyaznikova A. V., Nekrasova K. M., Tatarintsev S. A. Ustoychivost geoekologicheskikh kompleksov Astrakhanskoy oblasti k vozdeystviyu tekhnogennogo kharaktera [Resistance of geoecological complexes of the Astrakhan region to the impact of technogenic character]. *Ekologiya i bezopasnost v tekhnosfere: sovremennye problemy i puti resheniya : sbornik trudov Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Ecology and safety in the technosphere: current problems and solutions. Proceedings of the All-Russian Scientific and Practical Conference], Tomsk, Tomsk Polytechnic University Publ. House, 2016, pp. 254–257.

8. Dolgin N. N. *Prirodnye i tekhnogennye opasnosti v XXI veke i problemnye voprosy zashchity naseleniya. Nauchnoe obespechenie osnovnykh napravleniy ikh resheniya* [Natural and man-made hazards in the XXI century and problematic issues of population protection. Scientific support of the main directions of their decision], Moscow, 2001, no. 8.

9. Yelchaninova Z. V., Sidorov N. V., Sharova I. S., Tatarintsev S. A., Tatarintseva A. Yu. Chrezvychaynye situatsii Astrakhanskoy oblasti za 1993–2014 gg. [Emergency situations of the Astrakhan region for 1993–2014]. *Certificate of state registration of databases*, 2015, no. 2015621348.

10. Tatarintsev S. A., Barmin A. N., Kolchin Ye. A., Shuvaeva O. O. Sovremennyy gorod: tekhnogennye ugrozy zhiznedeyatelnosti – problemy i vozmozhnosti [Modern city: man-made life threats – problems and opportunities]. *Geologiya, geographiya i globalnaya energiya* [Geology, Geography and Global Energy], 2013, no. 1 (48), pp. 129–138.

11. Tatarintsev S. A., Barmin A. N., Kolchin Ye. A., Shuvaev N. S. Tekhnogennye opasnosty – ugroza zhiznedeyatelnosti cheloveka [Man-made hazards – the threat to human life]. *Yestestvennye nauki* [Natural Sciences], 2013, no. 1 (42), pp. 36–42.

12. Tatarintsev S. A., Barmin A. N., Kolchin Ye. A., Shuvaev N. S. Otsenka riska istochnikov opasnosty promishlennykh obektov na territory Astrakhanskoy oblasti [Risk assessment of sources of danger of industrial facilities in the Astrakhan region]. *Yestestvennye nauki* [Natural Sciences], 2014, no. 4 (49), pp. 14–20.

13. Tatarintsev S. A., Yelchaninova Z. V., Tatarintseva A. Yu. Analiz istochnikov i riskov vozniknoveniya opasnostey v sfere zhilishchno-kommunalnogo khozyaystva Astrakhanskoy oblasti [Analysis of the sources and risks of hazards in the housing and utilities sector of the Astrakhan region]. *Ekologiya i bezopasnost v tekhnosfere: sovremennye problemy i puti resheniya : sbornik trudov Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Ecology and safety in the technosphere: current problems and solutions. Proceedings of the All-Russian Scientific and Practical Conference], Tomsk, Tomsk Polytechnic University Publ. House, 2014, pp. 311–313.

14. Tatarintsev S. A., Barmin A. N., Kolchin Ye. A., Shuvaev N. S., Tatarintseva A. Yu. Sotsialno-ekonomicheskie posledstviya proyavleniya tekhnogennykh opasnostey na territorii Astrakhanskoy oblasti [Social and Economic Consequences of the Manifestation of Technological Hazards on the Territory of the Astrakhan Region]. *Prirodnye opasnosti: svyaz nauki i praktiki : materialy II-y Mezhdunar. nauch.-prakt. konf., Saransk. 23–25 aprelya 2015 g.* [Natural Hazards: the Connection of Science and Practice. Proceedings of the II International Scientific and Practical Conference, Saransk. April 23–25, 2015], Saransk, Ogarev Mordovia State University Publ. House, 2015, pp. 423–427.

15. Tatarintsev S. A. Prostranstvennoe raspredelenie istochnikov tekhnogennykh opasnostey, imeyushchikhsya na territorii Astrakhanskoy oblasti [Spatial distribution of sources of man-made hazards existing in the Astrakhan region]. *Sreda, okruzhayushchaya cheloveka: prirodnaya, tekhnogennaya, sotsialnaya : materialy IV Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii*

studentov, aspirantov i molodykh uchenykh, posvyashchennoy 85-letiyu BGITA. Bryansk, 03–05 iyunya 2015 g. [Human Environment: natural, Man-Made, Social. Proceedings of the IV International Scientific and Practical Conference of Students, Postgraduates and Young Scientists dedicated to the 85th anniversary of BGITA. Bryansk, June 03–05, 2015], Bryansk, Bryansk State Academy of Engineering and Technology Publ. House, 2015, pp. 278–282.

16. Tatarintsev S. A. Transportnaya infrastruktura Astrakhanskoy oblasti kak faktor tekhnogennoy opasnosti territorii [Transport infrastructure of the Astrakhan region as a factor of technogenic danger of the territory]. *Ekologiya Rossii na puti k innovatsiyam : mezhvuzovskiy sbornik nauchnykh trudov* [Ecology of Russia on the Way to Innovation. Proceedings], Astrakhan, Nizhnevolzhskiy ekotsentr Publ., 2016, issue 13, pp. 124–126.

17. Tatarintsev S. A., Abbazova Ye. V., Tokareva N. I., Nekrasova K. M. Gradostroitelnaya deyatelnost kak faktor tekhnogennoy opasnosti territorii [Urban planning activity as a factor of technogenic danger of the territory]. *Antropogennaya transformatsiya prirodnoy sredy* [Anthropogenic transformation of the natural environment], 2016, no. 2, pp. 230–238.

18. Shuvaev N. S., Kolchin Ye. A., Arnaut O. I., Barmina Ye. A., Shuvaeva O. O. Vliyanie avtotransporta na ekologicheskoe sostoyanie goroda Astrakhani [The impact of vehicles on the ecological state of the city of Astrakhan]. *Ekologiya Rossii na puti k innovatsiyam : mezhvuzovskiy sbornik nauchnykh trudov* [Ecology of Russia on the Way to Innovation. Proceedings], Astrakhan, Nizhnevolzhskiy ekotsentr Publ., 2012, issue 6, pp. 216–219.

ГЕОЛОГО-ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЕ СЕЛЕВЫХ РИСКОВ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО КАВКАЗА

Панина Ольга Владимировна, кандидат геолого-минералогических наук, доцент, Кубанский государственный университет, 350040, Российская Федерация, г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149, e-mail: panina_olga@inbox.ru

Донцова Ольга Леонидовна, кандидат географических наук, доцент, Кубанский государственный университет, 350040, Российская Федерация, г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149, e-mail: doncovaol@mail.ru

В статье рассмотрены основные задачи, стоящие перед анализом селевой опасности. Они сводятся к установлению основных факторов, приводящих к формированию селей, получению данных наблюдаемых процессов как с качественной, так и с количественной стороны, а также на основании найденных закономерностей разработки методов развития процессов и их прогноза. Определено несколько этапов исследований. На каждом из участков был дан анализ характера четвертичных образований, так как они являются основным источником селевой активности. Изучены современные карты Google maps и аэроснимки Google Earth на предмет расположения элементов рельефа в пространстве и получения основных сведений о подверженности территории селевым явлениям в настоящее время. Проведен прогноз и оценка риска селевой опасности изучаемой территории.

Ключевые слова: селевые явления, маршрутные наблюдения, сравнительный анализ, математические, теоретические и численные методы, оценка риска, идентификация источника селевой опасности, селевой риск, селевая опасность, оценка степени уязвимости, защищенности

MAIN GEOLOGICAL AND ECOLOGICAL FORECASTING RIVER RISKS OF THE NORTH-WEST CAUCASUS

Panina Olga V., C.Sc. in Geology and Mineralogy, Associate Professor, Kuban State University, 149 Stavropolskaya st., Krasnodar, 350040, Russian Federation, e-mail: panina_olga@inbox.ru

Dontsova Olga L., C.Sc. in Geography, Associate Professor, Kuban State University, 149 Stavropolskaya st., Krasnodar, 350040, Russian Federation, e-mail: doncovaol@mail.ru

The main problems facing the analysis of mudflow hazard are considered in the article, which are reduced to the establishment of the main factors leading to the formation of mudflows, the obtaining of data from the observed processes both qualitatively and quantitatively, and also on the basis of the found regularities, the development of methods for the development of processes and their forecast. Several stages of research have been determined at each site, an analysis has been made of the nature of quaternary formations, since they are the main source of mudflow activity. The study of modern maps Google maps and Google Earth aerial photographs was carried out for the location of elements of the relief in space and obtaining basic information about the susceptibility of the territory to mudflow phenomena at the present time. A forecast and an assessment of the risk of mudflow hazard of the study area are carried out.

Keywords: mudflow phenomena, route observations, comparative analysis, mathematical, theoretical and numerical methods, risk assessment, mudflow source identification, mudflow risk, mudflow hazard, vulnerability assessment, security

Хозяйственное освоение горной части г. Новороссийска определяет необходимость глубокого и всестороннего изучения опасных геологических процессов и явлений, вызывающих стихийные бедствия, к числу которых относятся селевые явления.

В соответствии с этим, задачи, стоящие перед анализом селевой опасности, сводятся к установлению основных факторов, приводящих к формированию селей, получению данных наблюдаемых процессов как с качественной, так и с количественной стороны, а также на основании найденных закономерностей разработки методов развития процессов и их прогноза [4–11].

В рамках данного вопроса авторами были использованы личные маршрутные наблюдения, сравнительный анализ аэроснимков разных периодов, а также математические, теоретические и численные методы.

Для достижения поставленной задачи было определено несколько этапов исследований. В рамках первого этапа вся изучаемая территория была разбита на четыре района по территориальному признаку, после чего проанализированы теоретические материалы авторов разных лет на предмет анализа геологической изученности территории. В ходе маршрутных исследований, которые были проведены в рамках второго этапа, на каждом из участков был дан анализ характера четвертичных образований. Ведь именно они являются основным источником селевой активности. В рамках третьего этапа изучены современные карты Google maps и аэроснимки Google Earth на предмет расположения элементов рельефа в пространстве и получения основных сведений о подверженности территории селевым явлениям в настоящее время. В рамках четвертого этапа проведен прогноз и оценка риска селевой опасности изучаемой территории.

На изучаемой территории основными причинами возникновения селей являются геологическое, геоморфологическое, гидрологическое строение района, а также климатические факторы и различные виды хозяйственной деятельности человека [3]. Литологический состав, как характеристика геологического строения участка, практически диктует возможность возникновения селя в данном месте.

В Южном районе практически повсеместно коренные породы покрыты чехлом рыхлых гравитационных, элювиально-делювиальных, аллювиальных и пролювиальных образований, которые различны по составу и мощности. В районе урочища Широкая балка пос. Рыбачий четвертичные отложения покрывают коренные породы чехлом мощностью до 20–25 м. Поскольку эти отложения находятся на крутых склонах, то они служат источником образования опасных экзогенных геологических процессов, таких как оползни, осыпи и при наличии большого количества осадков возможно образование селей. По маршруту на северо-восток на всей протяженности Палангиной щели от НСТ «Прибой» мощность четвертичных отложений уменьшается. Однако размерность гравийного материала, входящего в состав отложений, увеличивается, достигая в некоторых частях разреза от 0,06 до 0,5 м. Все это говорит о неоднозначности динамики потока. Делювиально-оползневые образования весьма широко распространены и залегают на склонах г. Колдун и представлены суглинками желтовато-светло-серыми с щебнем, дресвой и мелкими глыбами песчаников. Пролювиальные отложения слагают конусы выноса в устье Палангиной щели и представлены щебнем и дресвой с суглинистым заполнителем. Мощность отложений не превышает 4,0 м. Исключением является конус выноса в левом борту Палангиной щели у северо-западного подножья г. Колдун, на поверхности которого расположена восточная часть пос. Федотовка, мощность его отложений достигает 50 м.

Селевая деятельность Центрального и Приморского районов определяется наличием водной системы реки Цемес, которая спускается с северо-восточного склона горы Гудзева, имеет длину 15 км и площадь водосбора 71 км^2. Форма бассейна симметричена, вытянута с северо-запада на юго-восток. Русло реки проходит через центральную часть территории, что и определяет направление движения селевой массы в период затоплений. На изучаемой площади четвертичные отложения покрывают коренные породы чехлом небольшой мощности (до 3–6 м). По натурным наблюдениям авторов во время наводнений за период с 2011 по 2017 г. общей особенностью селевой смеси в этом районе служит ее полидисперсность: здесь присутствуют обломки от пылеватых до валунов с поперечником 1,5 м и более. В основном здесь преобладают пылевато-глинистые, песчаные и гравийно-галечные фракции.

Анализ топокарт и аэроснимков Восточного района позволил составить представления о расположении элементов рельефа в пространстве и их соотношении, получить основные сведения об участках исследования и их подверженности селевым явлениям. Согласно статистическим данным за период с 2011 по 2017 г. восточный район характеризуется наименьшей селевой активностью, хотя по аэрофотоснимкам здесь выделено наибольшее количество непротяженных селевых врезов временных водотоков. Коренные породы покрыты чехлом в основном рыхлых гравитационных образований мощностью до 3–5 м.

Для проведения прогноза селевой опасности и риска необходимо понимание основных критериев оценки, которые включают в себя определения основных источников [2].

Селевая опасность – источник потенциального ущерба либо вреда или ситуация при формировании селевого потока с возможностью нанесения ущерба, а селевой риск – это сочетание частоты или вероятности формирования селя с определенными характеристиками и последствий от этого опасного события.

Идентификация источника селевой опасности включает:

- определение характеристик источника опасности в селевом бассейне (генезис селевых явлений, селевой режим, механизм зарождения и движения селей, аккумуляция селевых выносов);
- определение зон потенциального воздействия селей в бассейнах;
- составление сценариев селевого режима и прогнозирование селевой активности;
- идентификация объектов в зоне воздействия селевых явлений;
- выявление реципиентов социосферы, техносферы и экосферы;
- определение характеристик реципиентов (устойчивость, значимость);
- оценка степени защищенности или уязвимости конкретных объектов к воздействию селей [8].

Оценка количественного селевого риска основывается на общепринятой структурной формуле:

Риск = вероятность события × возможные последствия.

Эта формула носит общий характер и применима к оценке любых рисков от опасных процессов. Исходя из формулы риска, в настоящей работе под селевым риском понимается вероятность неблагоприятного исхода при попадании людей и материальных объектов в зону действия селей. Любой опасный процесс характеризуется временем, местом реализации и размером возможного ущерба. Поэтому для детализации и подсчета риска были введены три составляющих: временная, пространственная и антропогенная. Временная представляет собой длительность селеопасного периода и частоту активизации процесса. Пространственная составляющая характеризуется площадью селеопасных русел и их количеством, применимо к анализируемому объекту. Антропогенная компонента риска определяется нагрузкой на склон, количеством людей в возможной зоне воздействия процесса.

Таким образом, при расчете рисков необходимо оценить вероятность рассматриваемого явления. Для этого использовались картографические материалы (карты селевой опасности и активности), а также статистические и архивные данные о случаях схода селевых потоков на данной территории.

При окончательной численной оценке возможного риска требуется введение единого показателя риска. В качестве такого показателя в данной работе используется возможное количество жертв в год.

Таким образом, на основе формулы риска проводим количественную оценку риска. Для этого дается конкретное значение для каждой из компонентов риска. Так в качестве временной компоненты принимается фоновая частота (w – повторяемость селей, 1 / год). Для уточнения временного интервала вводится параметр, характеризующий временной промежуток, несущий в себе наибольшую вероятность возникновения селя в этот период – доля селеопасного периода в год (a). Селеопасным периодом принимается отрезок времени с февраля по май и с сентября по ноябрь. Таким образом, доля селеопасного периода составляет 0,58.

Для оценки пространственной составляющей используется отношение таких характеристик, как количество селевых потоков к их площади. При подготовке работы были просчитаны площади селевых бассейнов, угрожающих непосредственно объекту и их количество.

В качестве оценки антропогенной компоненты риска принимается количество людей в селеопасной зоне. Здесь стоит уточнить, что ввиду различной туристической нагрузки в разные периоды, требуется несколько расчетов по этой составляющей риска. Максимальный риск рассчитывается из общего числа людей, которые могут находиться на объекте. Стандартные значения рассчитываются из числа туристов, которые могут находиться в пределах зоны воздействия селя.

Кроме того, используется параметр k, как уточняющий вероятность достижения селем объекта. В данном случае также признается необходимость в рассмотрении нескольких сценариев развития событий. В первом блоке расчета рисков принимается вероятность достижения селем объекта равной 1, т.е. 100 %. Во втором сценарии принимается вероятность равная 0,5.

Учитывается возможность корректировки значения риска в меньшую сторону, ввиду инженерных мероприятий по защите территории от селевых процессов. Однако, поскольку подробная информация на этот счет отсутствует, то учитываться в расчетах понижающий коэффициент не будет.

Повторяемость схода селевых потоков просчитывалась средняя для каждого водотока и общая для объекта по архивным данным и данным научных публикаций.

Таким образом, были определены все необходимые параметры для оценки риска для рассматриваемых объектов.

На основании полученных данных авторами были проведены математические расчеты по анализу скорости движения селевого потока и определению риска выделенных участков. Расчет средней скорости водокаменных селей был проведен по методике Ю.Б. Андреева, А.Н. Божинского:

$$v = 4{,}5 \cdot h \cdot 0{,}67 \cdot i \cdot 0{,}17, \quad (1)$$

где h – средняя глубина потока, м; i – продольный уклон русла на участке. Также скорость потока была определена по экспресс-методу, который связан с предельным размером транспортируемых потоком наносов:

$$v = 4\sqrt{d_{\text{макс}}}, \quad (2)$$

где d – линейный размер обломка в метрах, а 4 – среднее значение параметра, учитывающее все другие элементы формулы.

Для расчета риска объектов, опираясь на научные разработки, была использована следующая формула:

$$R = a \cdot k \cdot w \cdot (m \div n) \cdot f, \quad (3)$$

где a – доля селеопасного периода; – вероятность достижения селем хозяйственных объектов; w – повторяемость селей, 1 / год; – число селеопасных русел в пределах площади объекта; n – площадь селевых водотоков; R – показатель риска территории (%). Параметры w, m, n рассчитываются индивидуально для каждого выделенного участка и определяются природоохранными организациями [1].

Расчеты по анализу риска показали, что наибольшим значением обладает Центральный район (R = 78 %), далее следует Южный район (R = 56 %), потом Приморский и Восточный районы соответственно (R = 36 % и R = 29 %). Эти расчеты подтверждены и натурными исследованиями авторов. Можно сделать вывод, что основным фактором образования селей является техногенный. Генезис селевых потоков на изучаемой территории в основном дождевой, по составу твёрдой составляющей селевых потоков это грязекаменные сели, переходящие в наносоводные селевые потоки и водно-каменные сели (рис.).



Рис. Последствия селевого потока в Палангиной щели
г. Новороссийска 18 сентября 2016 г. (фото авторов)

Полученные результаты отражают современную картину проблемы селевой деятельности. Они могут быть включены в рамки комплекса превентивных мер прогноза и предотвращения развития опасных экзогенных геологических процессов для изучаемой территории.

Список литературы

1. Андреев Ю. Б. Проблемы оценки и картографирования природного риска (на примере лавин и селей) / Ю. Б. Андреев, Н. А. Боженский // Вестник Московского университета. Серия 5: География. – 1996. – № 3. – С. 55–60.

2. Бабурин, В.Л. Экономический и социальный селевой риск на Черноморском побережье Кавказа / В. Л. Бабурин, С. А. Гаврилова, Ю. Г. Селиверстов, С. А. Сократов, А. Л. Шнырпарков // Селевые потоки: катастрофы, риск, прогноз, защита : сб. докл. III Междунар. конф. – 2014, С. 101 – 105

3. Граф К. Моделирование селевого потока до и после строительства защитных сооружений: пример из Швейцарских Альп / К. Граф, Б. В. Мак-Арделл // Селевые потоки: катастрофы, риск, прогноз, защита : тр. Междунар. конф. – 2008. – С. 233–241.

4. Казаков Н. А. Условия формирования селевых паводков в малых водотоках / Н. А. Казаков, З. И. Жукова // Природные катастрофы и стихийные бедствия в Дальневосточном регионе. – Владивосток : ДВО АН СССР, 1990. – Т. 2. – С. 394.

5. Мирцхулава Ц. Е. Прогноз уязвимости состояния объектов от селевых воздействий и перспективные направления исследований / Ц. Е. Мирцхулава // Селевые потоки: катастрофы, риск, прогноз, защита : тр. Междунар. конф. – 2008. – С. 70–76.

6. Перов В. Ф. Селеведение : учеб. пос. / В. Ф. Перов. – Москва : МГУ, 2012. – С. 274.

7. Таланов Е. А. Региональная оценка эколого-экономического риска от водной эрозии и селей / Е. А. Таланов. – ДОИВА Медеуского р-на г. Алматы, 2007. – С. 9–15.

8. Таланов Е. А. Селевой риск: теоретические основы и практическая значимость / Е. А. Таланов // Селевые потоки: катастрофы, риск, прогноз, защита : тр. Междунар. конф. – 2008. – С. 74.

9. Черноморец С. С. Селевые очаги до и после катастроф : монография / С. С. Черноморец. – Москва : Научный мир, 2005. – 184 с.

10. Фиебигер Ж. Контроль селей с помощью цепи функций: опыт применения / Ж. Фиебигер // Селевые потоки: катастрофы, риск, прогноз, защита : тр. Междунар. конф. – 2008. – С. 363–368.

11. Шныпарков А. Л. Селевой риск на Черноморском побережье Кавказа / А. Л. Шныпарков, П. К. Колтерманн, Ю. Г. Селиверстов, С. А. Сократов, В. Ф. Перов // Вестник Московского университета. Серия 5: География. – 2013. – № 3. – С. 42–48.

References

1. Andreev Yu. B., Bozhenskiy N. A. Problemy otsenki i kartografirovaniya prirodnogo riska (na primere lavin i seley) [Problems of assessment and mapping of natural risk (on the example of avalanches and mudflows)]. *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 5: Geografiya* [Bulletin of Moscow University. Series 5: Geography], 1996, no. 3, pp. 55–60.

2. Baburin V. L., Gavrilova S. A., Seliverstov Yu. G., Sokratov S. A., Shnyparkov A. L. Ekonomicheskiy i sotsialnyy selevoy risk na Chernomorskom poberezhe Kavkaza [Economic and social mudflow risk on the Black Sea coast of the Caucasus]. *Selevye potoki: katastrofy, risk, prognoz, zashchita : sbornik dokladov III Mezhdunarodnoy konferentsii* [Riparian Flows: Catastrophes, Risk, Prognosis, Protection. Proceedings of the III International Conference], 2014, pp. 101–105.

3. Graf K., Mak-Ardell B. V. Modelirovanie selevogo potoka do i posle stroitelstva zashchitnykh sooruzhe-niy: primer iz Shveytsarskikh Alp [Simulation of the mudflow before and after the construction of protective structures: an example from the Swiss Alps]. *Selevye potoki: katastrofy, risk, prognoz, zashchita : trudy Mezhdunarodnoy konferentsii* [Mudflows: Catastrophes, Risk, Forecast, Protection. Proceedings of the International Conference], 2008, pp. 233–241.

4. Kazakov N. A., Zhukova Z. I. Usloviya formirovaniya selevykh pavodkov v malykh vodotokakh [Conditions for formation of mudflows in small streams]. *Prirodnye katastrofy i stikhiynye bedstviya v Dalnevostochnom regione* [Natural Catastrophes and Natural Disasters in the Far Eastern Region], Vladivostok, Far Eastern Branch of the USSR Academy of Sciences Publ. House, 1990, vol. 2, pp. 394.

5. Mirtskhulava Ts. Ye. Prognoz uyazvimosti sostoyaniya obektov ot selevykh vozdeystviy i perspektivnye napravleniya issledovaniy [Forecast of the vulnerability of the state of objects from mudflow impacts and perspective directions of research]. *Selevye potoki: katastrofy, risk, prognoz, zashchita : trudy Mezhdunarodnoy konferentsii* [Mudflows: Disaster, Risk, Prognosis, Protection. Proceedings of the International Conference], 2008, pp. 70–76.

6. Perov V. F. *Selovedenie* [Village lead], Moscow, Lomonosov Moscow State University publ. House, 2012, pp. 274.

7. Talanov Ye. A. Regionalnaya otsenka ekologo-ekonomicheskogo riska ot vodnoy erozii [Regional assessment of the ecological and economic risk from water erosion and mudflows], DOIVA Medeu district of AlmatyPubl. House, 2007, pp. 9–15.

8. Talanov Ye. A. Selevoy risk: teoreticheskie osnovy i prakticheskaya znachimost [Mudflow risk: theoretical basis and practical significance]. *Selevye potoki: katastrofy, risk, prognoz, zashchita : trudy Mezhdunarodnoy konferentsii* [Mudflows: Catastrophes, Risk, Forecast, Protection. Proceedings of the International Conference], 2008, pp. 74.

9. Chernomorets S. S. *Selevye ochagi do i posle katastrof* [Debris pockets before and after disasters], Moscow, Nauchnyy mir Publ., 2005. 184 p.

10. Fiebiger Zh. Kontrol seley s pomoshchyu tsepi funktsiy: opyt primeneniya [Control of mudslides by means of a chain of functions: experience of application]. *Selevye potoki: katastrofy, risk, prognoz, zashchita : trudy Mezhdunarodnoy konferentsii* [Mudflows: Catastrophes, Risk, Forecast, Protection. Proceedings of the International Conference], 2008, pp. 363–368.

11. Shnyparkov A. L., Koltermann P. K., Seliverstov Yu. G., Sokratov S. A., Perov V. F. Selevoy risk na Chernomorskom poberezhe Kavkaza [Mudflow risk on the Black Sea coast of the Caucasus]. *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 5: Geografiya* [Bulletin of Moscow University. Series 5: Geography], 2013, no. 3, pp. 42–48.

К ВОПРОСУ ПРОБЛЕМ ИНЖЕНЕРНОЙ ГЕОЛОГИИ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ В РЕСПУБЛИКЕ КАЛМЫКИЯ

Сангаджиев Мерген Максимович, кандидат геолого-минералогических наук, доцент, Калмыцкий государственный университет им. Б.Б. Городовикова, 358000, Российская Федерация, г. Элиста, ул. Пушкина, 11, e-mail: smm54724@yandex.ru

Дегтярев Кирилл Станиславович, научный сотрудник, Московский ГУ им. М.В. Ломоносова, 119991, Российская Федерация, Москва, ГСП-1, Ленинские горы, 1, e-mail: kir1111@rambler.ru

Панченко Владимир Анатольевич, кандидат технических наук, доцент, старший научный сотрудник, Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ, 109428, Российская Федерация, г. Москва, 1-й Институтский проезд, 5, e-mail: pancheska@mail.ru

Куркудинова Наталия Александровна, старший преподаватель, Калмыцкий государственный университет им. Б. Б. Городовикова, 358000, Российская Федерация, г. Элиста, ул. Пушкина, 11, e-mail: smm54724@yandex.ru

Онкаев Виктор Аджиевич, кандидат технических наук, доцент, Калмыцкий государственный университет им. Б. Б. Городовикова, 358000, Российская Федерация, г. Элиста, ул. Пушкина, 11, e-mail: vik.onkaev@yandex.ru.

Территория Калмыкии представлена полупустынной степью, расположена в южной части Европы. Для ландшафта в восточной и южной её части характерны небольшие возвышения барханных песков (не более 30–40 м высотой). На юге распространены Андратинские пески, которые часто мигрируют во время сильных ветров. В связи с этими процессами были рассмотрены проблемы инженерной геологии, а в частности подтопления населённых пунктов. Как могут появляться подтопляемые территории в полупустынях, где почти нет крупных водных объектов? Актуальность вопроса инженерно-геологического районирования территории Республики Калмыкия определяется потребностью комплексного использования её природных ресурсов. В связи с этим приобретает большое значение прогнозирование физико-геологических и техногенных процессов, комплексного исследования природной среды и выявления роли ведущих факторов её изменения. Целью поставленной задачи является выявления современных проблем, возникающих за счёт антропогенного воздействия деятельности человека. Также необходимо проанализировать геологические, гидрогеологические и гидрологические процессы, происходившие за последние годы в области инженерно-геологических изысканий в крупных населенных пунктах на территории Калмыкии. Для этого были использованы методы лабораторных исследований, проводимые на базе Калмыцкого государственного университета и отчёты, литературные источники и данные из сети Интернет. В результате полученные данные позволят проанализировать некоторые территории с точки зрения архитектурно-строительных концепций и развития населённых пунктов исследуемого региона. Не пригодную, техническую воду планируется очищать с использованием малых передвижных очистных установок.

Ключевые слова: антропогенные воздействия; инженерная геология; Калмыкия; гидрогеологические процессы; изыскания; населённые пункты

ON THE PROBLEMS OF HUMAN SETTLEMENTS ENGINEERING GEOLOGY IN THE REPUBLIC OF KALMYKY

Sangadzhiev Mergen M., C.Sc. in Geology and Mineralogy, Associate Professor, Kalmyk State University named after B.B. Gorodovikov, 11 Pushkin st., Elista, 358000, Russian Federation, e-mail: smm54724@ yandex.ru

Degtyarev Kirill S., Senior Lecturer, Lomonosov Moscow State University, 1 Leninskie gory, GSP-1, Moscow, Russian Federation, e-mail: kir1111@rambler.ru

Panchenko Vladimir A., C.Sc. in Engineering, Associate Professor, Federal Scientific Agroengineering Center VIM, 5 / 1-y Institutskiy proezd, Moscow, 109428, Russian Federation, e-mail: pancheska@mail.ru

Kurkudinova Natalia A., Senior Lecturer, Kalmyk State University named after B.B. Gorodovikov, 11 Pushkin st., Elista, 358000, Russian Federation, e-mail: smm54724@yandex.ru

Onkaev Victor A., C.Sc. in Engineering, Associate Professor, Kalmyk State University named after B.B. Gorodovikov, 11 Pushkin st., Elista, 358000, Russian Federation, e-mail: vik.onkaev@yandex.ru

The territory of Kalmykia is represented by a semi-desert steppe, located in the southern part of Europe. For the landscape in the eastern and southern parts of it are characterized by small elevations of barkhan sands (no more than 30-40 m in height). In the south there are Andratine sands, which often migrate during strong winds. In connection with these processes, the problems of engineering geology and in particular the flooding of settlements were considered. How can flooded areas appear in semi-deserts, where there are almost no large water bodies? The urgency of the issue of engineering-geological zoning of the territory of the Republic of Kalmykia is determined by the need for the integrated use of its natural resources. In connection with this, the forecasting of physico-geological and technogenic processes, the complex study of the natural environment and the identification of the role of the leading factors of its change become important. The goal of the task is to identify current problems arising from the anthropogenic impact of human activities. It is also necessary to analyze the geological, hydrogeological and hydrological processes that have taken place in recent years in the field of engineering and geological surveys in large settlements in the territory of Kalmykia. For this purpose, the methods of laboratory research conducted on the basis of KalmSU and reports, literature sources and data from the Internet were used. As a result, the obtained data will allow analyzing some territories in terms of architectural and construction concepts and development of settlements in the region under study. Unsuitable, technical water is planned to be cleaned using small mobile treatment plants.

Keywords: anthropogenic impact; engineering geology; Kalmykia; hydrogeological processes; research; settlements

В последние годы развитие городов и населённых пунктов происходит настолько быстро, что при проектировании и строительстве часто не уделяется должного внимания инженерно-геологическому состоянию территории и окружающей среде. Например, геологическим условиям района заложения здания и сооружений.

Данные инженерной геология являются основополагающими в градостроительстве, так как неполное представление геологических условий территории или района застройки приводит в дальнейшем к катастрофическим последствиям, например просадке, разрушению стен в зданиях и сооружениях [2]. В населённых пунктах, где со временем большая часть территорий застраивается, выдаются разрешения на строительство на новых участках со сложными

условиями. Пренебрежение инженерно-геологической информацией, а часто и данными исследованиий, проводившимися более 40–50 лет назад, наносят большой отрицательный экономический эффект.

Если рассматривать данные подтопления в целом по России, то можно увидеть неблагоприятную картину, где более тысячи городов в разной степени подтоплены [5]. Такие процессы происходят особенно среди старых населённых пунктов. Процесс подтопления является самым неблагоприятным, в первую очередь с экономической точки зрения, поскольку увеличивает затраты на ведение строительства (в обводнённых грунтах оно обходится дороже) и эксплуатацию освоенных территорий (за счёт обводнения подвальных и цокольных этажей зданий). Идёт процесс увеличения коррозийной активности среды при обводнении верхних слоёв грунтов, особенно глинистых, увеличивается агрессивность грунтовых вод. Все это характерно для застроенных территорий, особенно когда наблюдаются потери в тепловых сетях.

Современное развитие человечества, научно-технический прогресс приводит к усилению воздействия человека на природную среду. Это относится особенно к городам (не зависимо от численности населения) и промышленным районам, которые являются средой обитания и жизнедеятельности человека. Природа и город едины, они связаны в одно целое. Человек активно вмешивается в существующее природное равновесие. Начинаются изменения окружающей среды, усиливаются антропогенные нагрузки. Эта схема весьма сложная. Результатом подобных действий могут быть как простые изменения, так и большие, глобальные и стихийные воздействия на окружающую среду, здоровье человека. К таким воздействиям относятся стихийные свалки (вокруг г. Элиста в лесопосадках был обнаружен строительный мусор), разные стихийные накопления, седиментация и т.д. Особенно надо отметить биологические составляющие в свалках, когда высокая температура способствует быстрому распространению неприятного запаха, гниения и распространения разных болезней. На всех существующих свалках как санкционированных, так и не санкционированных нет системы ограждений. Сильные ветра, дующие более 2–3 месяцев в году, разносят мусор на большие расстояния. Свалки приводят к заражению почвенного слоя. Происходит процесс взаимодействия почвенного слоя с верхними горизонтами подземных вод [7].

Калмыкия бурно стала развиваться в начале 60-х гг. прошлого века, когда население республики стало возвращаться из ссылки. Столица республики г. Элиста в это время стала интенсивно развиваться, началось строительство 2-этажных домов на 12–16 квартир, с использованием местных материалов (в основном камень-ракушечник).

Столица республики была построена более 200 лет назад. Геологический ландшафт, на котором был заложен город, представлен сериями балок, в одной из низин балок были обнаружены родники (парк Дружба). Глубина балок составляет до 20 м. На данное время они почти засыпаны разным строительным мусором, грунтом, снятым в период строек. На этом грунте построены 1, 3, 4 микрорайоны города.

Ветра, в основном дующие с востока и юго-востока приносят в город массы пыли [3, 16]. Особенно это сказывается на жителях восточных микрорайонов города (2, 8, 9 микрорайоны). Нечастые дожди привносят также свой вклад в экологическую ситуацию в городе – идет подтопление территорий. Также на подтопление территорий в г. Элиста оказывают влияние и подземные воды. Такую ситуацию можно наблюдать в подвалах зданий. Канализа-

ционная система, построенная более 50 лет, также оказывает сильное влияние на подтопление. Часто можно увидеть разрытые ямы, в которых ведутся ремонтные работы. Замена старых труб канализации почти не проводится.

Одной из важнейших задач многих населённых пунктов является борьба с подтоплениями застраиваемых территорий, так как этот процесс вызывает ряд неблагоприятных явлений для строительства и эксплуатации всех сооружений, построенных как в черте населенного пункта, так и в пригородной зоне [8, 10, 17]. Это затопление подвалов зданий, увлажнение грунтов оснований сооружений, их осадка, интенсификация оползневых и карстово-суффозионных процессов. Данные по инженерно-геологическому районированию в республике были проведены в 70-х гг. прошлого века. С тех пор они почти не обновлялись [22].

В период бурного развития мелиорации, строительства канала Волго-Чограй в конце 70-х гг., в некоторых населённых пунктах в степной республике появились посёлки с подтопляемыми территориями. Здесь следует отметить п. Яшкуль (районный центр) Яшкульского района, который был наполовину подтоплен водами из канала и озера Деед Хулсун. В связи с этим были снесены более десятка новых построенных домов. В настоящее время в период весеннего половодья и сбросов воды из канала Черноземельской оросительной системы, восточная и юго-восточная части территории п. Яшкуль ежегодно подтопляется. Также подтоплению подвержены г. Лагань, посёлки Яшалтинского и Городовиковского районов. Явления подтоплений в столице республики в основном связано с неполадками в системе канализации, ливневых стоков (несовершенство системы стока). В настоящее время береговая линия реки Элистинка, протекающая по городу, в основном застроена. Появились постройки в самой дельте реки.

При проектировании новых районов, кварталов и даже отдельно строящихся зданий в черте города обязательно надо учитывать понижения участков рельефа, системы накопления грязевых потоков, количества грунта. Для этого следует изучить состояние геологических массивов, претерпевших сложные антропогенные воздействия. Например, проектировщики не обращают внимания на разрушения, наблюдаемые в грунтах при строительстве фундаментов. Эти нарушения приводят к катастрофическим результатам: наклон здания или сооружения, подтопление подвалов, появление сырости на стенах зданий и т.д. Проектировщики часто не учитывают наличие техногенной разгрузки в геологическом массиве. Снятие нагрузки вызывает немедленную реакцию, происходит приоткрывание старых и образование новых трещин. Мощность и характер зоны техногенной разгрузки зависят от степени трещиноватости и дробления пород массива, интенсивности выветривания, глубины вскрытия котловины, наличия зон тектонических разломов.

Во всех крупных населённых пунктах республики почти нет системы канализации и очистных сооружений, фортификационных укреплений. Очистные сооружения, расположенные в восточной части пригорода Элисты, полностью не удовлетворяют современным нагрузкам.

В районных центрах и других населённых пунктах нами были обнаружены ряд несанкционированных свалок. По составу они представляют серию строительных, пищевых отходов. Дующие сильные ветра разносят более легкие отходы на многие километры, появляется новая зона – цветущая свалочная степь. Как мы отмечали выше, свалки связаны напрямую с подземными водами, находящимися на их территории.

Таким образом, разработка вопроса о комплексном подходе к инженерно-геологическим исследованиям является наиболее актуальной задачей.

Материалы и методы. Составлены инженерно-геологические карты г. Элисты и Лагани, которые в основном в настоящее время используют проектные организации [22]. Часть материалов были представлены в статьях, изданных авторами на конференциях и в периодической литературе, которые издавались в России, Италии, Америке [8–10, 15–19, 21–24]. Многие материалы были использованы с карт и картосхем Харченко В.М., Дорджиева А.Г., Сангаджиева М.М. и др. Например, карта распределения лессовых грунтов в зоне аэрации, осадков и среднегодовых температур территории Калмыкии (авт. Харченко В.М. и др.) [1, 2, 22]. В работе использованы материалы по гидрогеологическому районированию [22, с. 54] с добавлениями и изменениями, результаты ионно-солевого комплекса глинистых грунтов [8], характеристики фильтрации жидкости в слабопроницаемых грунтах на примере г. Элиста [4, 10, 21]. Отдельно использованы материалы по подземным и поверхностным водам в республике [11, 18, 23, 24] и свойствам грунтов [22].

На сегодня проведена часть работ по методике инженерно-геологического картирования гг. Элиста, Лагань, пос. Яшкуль.

Как мы отметили выше, исследование режима подземных вод в населённых пунктах Калмыкии является одним из наиболее актуальных и распространённых видов гидрогеологических работ и составной частью инженерно-геологических изысканий.

Проводились комплексные наблюдения за уровнями, температурами и химическим составом подземных вод, а также проводился водоотбор проб с поверхностных водоемов, дренажных систем. Однако контроль и изучение режима подземных вод со временем возрастает, например, за водами в г. Элиста за счёт интенсивного строительства и хозяйственной деятельности в центре и микрорайонах.

Застройка территории, утечки из канализационной и водопроводной сетей, полив улиц и зелёных насаждений, а также утечки промышленных стоков приводят к изменению дренажной системы, что ведёт к удорожанию строительных объектов.

Результаты. Основным источником подтопления на территории Калмыкии являются водохранилища, например, Яшалтинский и Городовиковский районы, где возникает зона подпора подземных вод. Идёт процесс повышения уровня подземных вод на расстояниях более 200 м от береговой линии, а с годами подтопление растёт и достигает наибольших значений.

Сеть каналов, построенная в 60–80-х гг. прошлого века, и система орошения сельскохозяйственных полей с помощью самотечной воды привели к интенсивной фильтрации в грунте, произошло заболачивание низменных участков с образованием фильтрационного озера. Яркий пример – подтопление районного центра п. Яшкуль в Яшкульском районе. В восточной и юго-восточной частях посёлка было построено много зданий 1-2-этажного типов, которые постепенно попали в зону подтопления. Там же образовалось озеро.

В г. Элиста подтопление в основном происходит из-за потери воды в водопроводных и канализационных трубах. Это связано с тем, что производственные стоки и водопроводная вода, попадающая в грунт, образуют техногенные горизонты подземных вод. С годами же уровень этих вод повышаются

и начинают затоплять подвалы и все постройки, находящиеся ниже горизонта подземных вод (постройки на оврагах, низинах).

Центральная часть города Элиста, да и всех районных центров, сильно застроена. Под сооружениями и асфальтным покрытием конденсат не испаряется, он скапливается в грунте и образует верховодку.

Застройка русла реки Элистинка, возведённая поперёк потока, играет роль водоподпорной плотины.

Для решения проблем с негативными последствиями следует проводить надёжные прогнозные изменения по гидрогеологическим и другим параметрам с учётом их изменений и развития на достаточно долгий период (эксплуатационный срок). Решением этих проблем заключается в детальном анализе материалов, их обобщении, составлении карт инженерно-геологического районирования территорий, изучении проблем эффективности проведённых мероприятий, применяемых в современной практике для борьбы с развитием геологических процессов, реализации рациональных форм и организации стационарных наблюдений [9, 19, 20].

Обсуждения. Кроме вышеназванных факторов, влияющих на подтопления, наблюдаются и скрытые факторы. Такими факторами являются загрязнение и запыление атмосферы, изменение состава атмосферных осадков в населённых пунктах, потери тепла в теплотрассах и зданиях, складирование отходов, свалки, посыпание дорог солью в зимнее время, повышение концентрации выхлопных газов и другие техногенные воздействия на окружающую среду в целом и на подземные воды в том числе.

Все эти воздействия влияют на изменение гидродинамического, гидрохимического, гидротермального и биологического режимов подземных вод.

Активизируются многочисленные геодинамические процессы: карстовые, суффозионные и оползневые, оседание и подтопление земной поверхности. Нарушается экологическая и медико-биологическая обстановка в населённых пунктах, особенно в больших районных центрах и в городах. Все вышеперечисленные факторы напрямую связаны со здоровьем населения [5, 6].

Одной из основных проблем на сегодня является комплексное изучение и прогнозирование загрязнения подземных вод, подтопления и влияния эксплуатации подземных вод на гидрогеологические условия и окружающую среду, включая экологическую безопасность [5, 7].

Загрязнения подземных вод в республике начинаются с атмосферных осадков (в основном это частицы пыли и загрязнения снегового покрова), которые при выпадении связываются с верхними горизонтами подземных вод. Этот фактор должен быть обязательным при изучении и анализе гидрогеологических и инженерно-геологических условий, который часто не учитывается.

Так как почти все поверхностные воды подвержены сильной минерализации [16, 18], то большая часть подземных вод, особенно верхних горизонтов, также сильно минерализована.

В республике насчитывается более 35 тыс. автомобилей разного класса – добыча нефти и её транспортировка часто связана с разливом углеводородного сырья на почвенный покров. В частности, в г. Элиста на кольцевых развязках уровень загрязнения от работы автотранспорта превышает значения по ПДК. А с учётом миграции химических элементов обнаруживаются углеводороды в подвальных помещениях, на дренажных системах и очистительных сооружениях.

Вопросы теплового загрязнения в республике почти не рассматривались (например, аккумуляция свинца на волосах человека, животного).

Все перечисленные факторы должны учитываться при районировании территории населённых пунктов. На сегодня также нет чёткой границы подъёма уровня подземных вод и обоснования мероприятий по борьбе с этим явлением. Здесь необходимо изучить типы отложений горных пород, техногенные влияния.

Для очистки сточных вод на автомойках можно использовать установки для повторного использования воды, что приведёт к снижению затрат на обслуживание, что также решает проблему фильтрации грязной воды. После очищения воду можно применять повторно на любых объектах от механизированных комплексов до ручной мойки. В процессе фильтрации из воды удаляются активно-поверхностные компоненты шампуней, взвеси и прочие вещества, а остаток воды уходит в водопровод.

Мы рекомендуем также использовать установки комплексной очистки вод, системы очистки канализационных стоков и др.

Для питания этих и других очистительных установок мы предлагаем использовать передвижные солнечные модули мощностью от нескольких десятков ватт до нескольких киловатт [12–14].

Заключение. Для выявления причин подтопления и их устранения необходимо провести серию мероприятий на подтопленных территориях:

1. Основная часть каналов построена в 70–80-х гг. прошлого столетия, где на сегодня облицовка, герметизация водопроводов, коллекторов и ливневой канализации находится в неудовлетворительном состоянии. Необходимо проведение капитального обследования и ремонт выше названных систем.

2. Провести анализ состояния старых зданий и сооружений, в особенности их подвалов и фундаментов с дальнейшей герметизации этих объектов.

3. Провести дренажные работы с целью понижения подземных вод до безопасной глубины. Это такие типы дренажей как защитный, систематический, локальный (в виде групп или кольцевых систем, скважин вокруг зданий и сооружений).

Выводы. С целью упорядочения инженерных изысканий и решения проблемы инженерной геологии существующих и проектируемых населённых пунктов в республике необходимо:

1) все виды инженерных изысканий сосредоточить в территориальных изыскательных организациях. Это позволит создать благоприятные условия для улучшения качества, сокращения сроков проведения изысканий, их систематизация и обобщение. Существующая разрозненность данных изысканий приводит к различным недостаткам. Проектные решения выполняются без полного учёта природной обстановки. Для этого необходимо провести серию изысканий во всех районах Калмыкии;

2) создать НИИ или лабораторию (отдел) при территориальных изыскательных организациях, в которые должны войти режимные стационарные наблюдения за эксплуатацией зданий (гидрогеологические, геологические, гидрологические, геоморфологические, климатические и др.);

3) обратить внимание на влияние геокриологических условий (тепловой режим почв и зоны аэрации, условия их сезонного промерзания и оттаивания);

4) исследование и прогноз медико-биологической обстановки (в частности в Калмыкии, это суслики, крысы, мыши, комары, мошка и т.д.) как в населённых пунктах, так и по всей территории республики;

5) уделить внимание прогнозированию активизации карстово-суффозионных процессов под влиянием водоотбора и изменчивость. Использовать эти параметры при проектировании зданий и сооружений;

6) проводить контроль за откачивающими водными скважинами с проведением химического, бактериологического анализа проб воды;

7) создание дежурных карт состояния объектов проектирования.

Список литературы

1. Ананьев В. П. Водорастворимые минералы (соли) в лессовых породах / В. П. Ананьев // Воп. исслед. лессовых грунтов. – Ростов-на-Дону : РГУ, 1973. – С. 35–40.

2. Барсуков Н. Т. Проблемы инженерной геологии городов Приморского края / Н. Т. Барсуков // Гидрогеологические и инженерно-геологические условия территории городов. Методы изучения и прогноза измерений. – Москва : Наука, 1989. – С. 75–80.

3. Берг Л. С. Климат и жизнь / Л. С. Берг. – Москва : Госиздат, 1922. – 196 с.

4. Болдырев Г. Г. Механика грунтов. Основания и фундаменты (в вопросах и ответах) : учеб. пос. / Г. Г. Болдырев, М. В. Малышев. – 4-е изд., перераб. и доп. – Пенза : ПТУ АС, 2009. – 412 с.

5. Гидрогеологические и инженерно-геологические условия территории городов. Методы изучения и прогноза изменений / под ред. : А. А. Коноплянцев, Г. Л. Кофф. – Москва : Наука, 1989. – 120 с.

6. Гольдштейн М. Н. Расчеты осадок и прочности оснований зданий и сооружений / М. Н. Гольдштейн, С. Г. Кушнер, М. И. Шевченко. – Киев : Будивельник, 1977. – 208 с.

7. Грунтоведение / под ред. В. Т. Трофимова. – 6-е изд., перераб. и доп. – Москва : МГУ, 2005. – 1024 с. – (Классический университетский учебник).

8. Дорджиев А. А. Ионно-солевой комплекс глинистых грунтов и его изменение при выщелачивании солей / А. А. Дорджиев, А. Г. Дорджиев, М. М. Сангаджиев, А. В. Арашаев, О. В. Эрдниев, А. М. Киселева // Инновации и инвестиции. – 2018. – № 3. – С. 208–213.

9. Криулин К. Н. Дренажные системы в ландшафтном и коттеджном строительстве / К. Н. Криулин. – Санкт-Петербург, 2013. – 120 с.

10. Кумеев С. С. Характеристика фильтрации жидкости в слабопроницаемых грунтах на примере г. Элиста / С. С. Кумеев, А. Г. Дорджиев, М. М. Сангаджиев, А. А. Дорджиев // Геология, география и глобальная энергия. – 2012. – № 4 (47). – С. 223–230.

11. Онкаев В. А. Вода в Калмыкии, проблемы и пути решения / В. А. Онкаев, А. В. Арашаев // Недра Калмыкии – 2017 : мат-лы науч.-практ. конф., посвященной юбилею проф. С.С. Кумеева. – Элиста : Калм. гос. ун-т, 2017. – С. 120–127.

12. Панченко В. А. Обзор и применение солнечных модулей, разрабатываемых и выпускаемых ГНУ ВИЭСХ / В. А. Панченко // Вестник ВИЭСХ. – 2014. – № 4 (17). – С. 20–29.

13. Панченко В. А. Солнечные модули различной конструкции агроинженерного центра ВИМ / В. А. Панченко // Наноструктурированные материалы и преобразовательные устройства для солнечной энергетики : сб. тр. V Всерос. науч. конф. 27–28 октября 2017 г. – Чебоксары, 2017. – С. 116–121.

14. Панченко В. А. Солнечные модули Федерального научного агроинженерного центра ВИМ различных типов и конструкций для автономного энергоснабжения / В. А. Панченко // Экологическая, промышленная и энергетическая безопасность – 2017 : сб. ст. науч.-практ. конф. с междунар. участием (11–15 сентября 2017 г.). – Севастополь : СевГУ, 2017. – С. 1030–1033.

15. Сангаджиев М. М. Геоэкологические последствия хозяйственной деятельности человека (на примере Республика Калмыкия) / М. М. Сангаджиев // Wspjlczecna nauka. Nove perspektywy : zbior raportow naukowych (30.01.2014–31.01.2014). – Warszava : Diamond trading tour, 2014. – С. 61–67.

16. Сангаджиев М. М. Особенности недропользования на территории Республики Калмыкия / М. М. Сангаджиев. – Элиста : Калм. гос. ун-т, 2015. – 144 с.

17. Сангаджиев М. М. Современное представление инженерно-геологических данных Республики Калмыкия (на примере Яшалтинского района) / М. М. Сангаджиев, А. Н. Бадрудинова, К. Н. Гордаева // Теория и практика современной науки : мат-лы VIII Междунар. науч.-практ. конференции, г. Москва, 26–27 декабря 2012 г. : в 3 т. – Москва : Спецкнига, 2012. – Т. II. – С. 416–421.

18. Сангаджиев М. М. Вода Калмыкии – экология и современное состояние / М. М. Сангаджиев, В. А. Онкаев // Вестник Калмыцкого университета. – 2012. – № 3 (15). – С. 18–26.

19. Сангаджиев М. М. Анализ климатических особенностей в Республике Калмыкия, Россия / М. М. Сангаджиев, Г. Е. Эрдниева, О. В. Эрдниев, Н. С. Лиджиева, А. И. Манджиева

// Open science 2.0 : proceedings. – Raleigh, North Carolina, USA : Open Science Publishing, 2017. – Vol. 3. – P. 98–106.

20. Соколова Л. Ф. Подтопление как одна из инженерно-геологических проблем развития г. Москвы / Л. Ф. Соколова, К. Н. Ненаркова, О. В. Галковская // Гидрогеологические и инженерно-геологические условия территории городов. Методы изучения и прогноза измерений. – Москва : Наука, 1989. – С. 80–84.

21. Стаселько Е. Н. Экологическое зонирование урбанизированных территорий (на примере г. Элиста) / Е. Н. Стаселько, М. М. Сангаджиев // Вестник учебно-методического объединения по образованию в области природообустройства и водопользования. – 2013. – № 5. – С. 223–228.

22. Харченко В. М. Инженерно-геологическое районирование территории Калмыкии / В. М. Харченко, А. Г. Дорджиев, М. М. Сангаджиев, А. А. Дорджиев. – Элиста : Калм. гос. ун-т, 2012. – 212 с.

23. Sangadzhiev M. M. Water Resources of Kalmykia: the Contemporary Aspect / M. M. Sangadzhiev, V. A. Onkaev, A. N. Badrudinova, Yu. S. Gernasheva, A. V. Onkaev // Journal of Environmental Management and Tourism. – 2017. – Vol. VIII, issue 5 (21). – P. 1024–1033.

24. Sangadzhiev M. M. Repubblica di Kalmykia Acque Sotterranee e Le Sue Caratteristiche Ambientali Geologiche / M. M. Sangadzhiev, V. A. Onkaev // Italian Science Review. – 2013. – № 9. – P. 5–11. – Режим доступа: http://www.ias-journal.org/archive/2013/december/Onkaev.pdf, свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус.

References

1. Ananev V. P. Vodorastvorimye mineraly (soli) v lessovykh porodakh [Water-soluble minerals (salts) in loess rocks]. *Vop. issled. lessovykh gruntov* [Research Problems Loess Soils], Rostov-on-Don, Rostov-on-Don State University Publ. House, 1973, pp. 35–40.

2. Barsukov N. T. Problemy inzhenernoy geologii gorodov Primorskogo kraya [Problems of engineering geology of cities of the Primorsky Krai]. *Gidrogeologicheskie i inzhenerno-geologicheskie usloviya territorii gorodov. Metody izucheniya i prognoza izmereniy* [Hydrogeological and engineering-geological conditions of the territory of cities. Methods for studying and forecasting measurements], Moscow, Nauka Publ., pp. 75–80.

3. Berg L. S. *Klimat i zhizn* [Climate and life], Moscow, Gosizdat Publ., 1922. 196 p.

4. Boldyrev G. G., Malyshev M. V. *Mekhanika gruntov. Osnovaniya i fundamenty (v voprosakh i otvetakh)* [Soil mechanics. Grounds and foundations (in questions and answers)]. 4th ed., rev. and upd. Penza, Penza Technical College AC Publ. House, 2009. 412 p.

5. Konoplyantsev A. A., Coff G. L. (ed.) *Gidrogeologicheskie i inzhenerno-geologicheskie usloviya territorii gorodov. Metody izucheniya i prognoza izmeneniy* [Hydrogeological and engineering-geological conditions of the territory of cities. Methods of studying and forecasting changes], Moscow, Nauka Publ., 1989. 120 p.

6. Goldshteyn M. N., Kushner S. G., Shevchenko M. I. *Raschety osadok i prochnosti osnovaniy zdaniy i sooruzheniy* [Calculations of sediment and strength of the foundations of buildings and structures], Kiev, Budivelnik Publ., 1977. 208 p.

7. Trofimov V. T. (ed.) *Gruntovedenie* [Ground science]. 6th ed. Moscow, Lomonosov Moscow State University Publ. House, 2005. 1024 p. (Classical university textbook).

8. Dordzhiev A. A., Dordzhiev A. G., Sangadzhiev M. M., Arashaev A. V., Erdnev O. V., Kiseleva A. M. Ionno-solevoy kompleks glinistykh gruntov i ego izmenenie pri vyshchelachivanii soley [Ion and salt complex of clay soils and its change during leaching of salts]. *Innovatsii i investitsii* [Innovations and Investments], 2018, no. 3, pp. 208–213.

9. Kriulin K. N. *Drenazhnye sistemy v landshaftnom i kottedzhnom stroitelstve* [Drainage systems in landscape and cottage construction], Saint Petersburg, 2013. 120 p.

10. Kumeev S. S., Dordzhiev A. G., Sangadzhiev M. M., Dordzhiev A. A. Kharakteristika filtratsii zhidkosti v slabopronitsaemykh gruntakh na primere g. Elista [Characteristics of fluid filtration in weakly permeable soils by the example of Elista]. *Geologiya, geografiya i globalnaya energiya* [Geology, Geography and Global Energy], 2012, no. 4 (47), pp. 223–230.

11. Onkaev V. A., Arashaev A. V. Voda v Kalmykii, problemy i puti resheniya [Water in Kalmykia, problems and solutions]. *Nedra Kalmykii – 2017 : materialy nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvya-shchennoy yubileyu prof. S.S. Kumeeva* [Kalmyk Subsoil – 2017. Proceedings of the Scientific and Practical Conference dedicated to the Anniversary of prof. S.S. Kumeev], Elista, Kalmyk State University Publishing House, 2017, pp. 120–127.

12. Panchenko V. A. Obzor i primenenie solnechnykh moduley, razrabatyvaemykh i vypuskaemykh GNU VIESKh [Review and application of solar modules, developed and produced with All-

Russian Institute of Electrification of Agriculture]. *Vestnik VIESH* [Bulletin of the All-Russian Institute of Electrification of Agriculture], 2014, no. 4 (17), pp. 20–29.

13. Panchenko V. A. Solnechnye moduli razlichnoy konstruktsii agroinzhenernogo tsentra VIM [Solar modules of different design of agroengineering center VIM]. *Nanostrukturirovannye materialy i preobrazovatelnye ustroystva dlya solnechnoy energetiki : sbornik trudov V Vserossiyskoy nauchnoy konferentsii 27–28 oktyabrya 2017 g.* [Nanostructured materials and conversion devices for solar energy. Proceedings of the V All-Russian Scientific Conference October 27–28, 2017], Cheboksary, 2017, pp. 116–121.

14. Panchenko V. A. Solnechnye moduli Federalnogo nauchnogo agroinzhenernogo tsentra VIM razlichnykh tipov i konstruktsiy dlya avtonomnogo energosnabzheniya [Solar modules of the Federal Scientific Agroengineering Center VIM of various types and designs for autonomous power supply]. *Ekologicheskaya, promyshlennaya i energeticheskaya bezopasnost – 2017 : sbornik statey nauchno-prakticheskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem (11–15 sentyabrya 2017 g.)* [Environmental, Industrial and Energy Security – 2017. Proceedings of the Scientific and Practical Conference with International Participation (September 11–15, 2017)], Sevastopol, Sevastopol State University Publ. House, 2017, pp. 1030–1033.

15. Sangadzhiev M. M. Geoekologicheskie posledstviya khozyaystvennoy deyatelnosti cheloveka (na primere Respublika Kalmykiya) [Geoecological consequences of human economic activity (on the example of the Republic of Kalmykia)]. *Wspjlczecna nauka. Nove perspektywy. Zbior raportow naukowych (January 30, 2014 – January 31, 2014)*, Warszawa, Diamond trading tour Publ., 2014, pp. 61–67.

16. Sangadzhiev M. M. *Osobennosti nedropolzovaniya na territorii Respubliki Kalmykiya* [Features of subsoil use in the territory of the Republic of Kalmykia], Elista, Kalmyk State University Publishing House, 2015. 144 p.

17. Sangadzhiev M. M., Badrudinova A. N., Gordaeva K. N. Sovremennoe predstavlenie inzhenerno-geologicheskikh dannykh Respubliki Kalmykiya (na primere Yashaltinskogo rayona) [Modern representation of engineering-geological data of the Republic of Kalmykia (on the example of the Yashalti district)]. *Teoriya i praktika sovremennoy nauki : materialy VIII Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, g. Moskva, 26–27 dekabrya 2012 g.* [Theory and Practice of Modern Science. Proceedings of the VIII International Scientific and Practical Conference, Moscow, December 26–27, 2012], Moscow, Spetskniga Publ., 2012, vol. II, pp. 416–421.

18. Sangadzhiev M. M., Onkaev V. A. Voda Kalmykii – ekologiya i sovremennoe sostoyanie [The water of Kalmykia – ecology and modern condition]. *Vestnik Kalmytskogo universiteta* [Bulletin of the Kalmyk University], 2012, no. 3 (15), pp. 18–26.

19. Sangadzhiev M. M., Erdneva G. Ye., Erdnev O. V., Lidzhieva N. S., Mandzhieva A. I. Analiz klimaticheskikh osobennostey v Respublike Kalmykiya, Rossiya [Analysis of climatic features in the Republic of Kalmykia, Russia]. *Open Science 2.0. Proceedings*, Raleigh, North Carolina, USA, Open Science Publ., 2017, vol. 3, pp. 98–106.

20. Sokolova L. F., Nenarkova K. N., Galkovskaya O. V. Podtoplenie kak odna iz inzhenerno-geologicheskikh problem razvitiya g. Moskvy [Flooding as one of the engineering and geological problems of the development of Moscow]. *Gidrogeologicheskie i inzhe-nerno-geologicheskie usloviya territorii gorodov. Metody izucheniya i prognoza izmereniy* [Hydrogeological and Engineering and Geological Conditions of the Territory of Cities. Methods for Studying and Forecasting Measurements], Moscow, Nauka Publ., 1989, pp. 80–84.

21. Staselko Ye. N., Sangadzhiev M. M. Ekologicheskoe zonirovanie urbanizirovannykh territoriy (na pri-mere g. Elista) [Ecological zoning of urbanized territories (based on the example of Elista)]. *Vestnik uchebno-metodicheskogo obedi-neniya po obrazovaniyu v oblasti prirodoobustroystva i vodopolzovaniya* [Bulletin of the Educational and Methodological Association on Education in the Field of Environmental Management and Water Use], 2013, no. 5, pp. 223–228.

22. Kharchenko V. M., Dordzhiev A. G., Sangadzhiev M. M., Dordzhiev A. A. *Inzhenerno-geologicheskoe rayonirovanie territorii Kalmykii* [Engineering-geological zoning of the territory of Kalmykia], Elista, Kalmyk State University Publishing House, 2012. 212 p.

23. Sangadzhiev M. M., Onkaev V. A., Badrudinova A. N., Gerrnasheva Yu. S., Onkaev A. V. Water Resources of Kalmykia: the Contemporary Aspect. *Journal of Environmental Management and Tourism*, 2017, vol. VIII, issue 5 (21), pp. 1024–1033.

24. Sangadzhiev M. M., Onkaev V. A. Repubblica di Kalmykia Acque Sotterranee e Le Sue Caratteristiche Ambientali Geologiche. *Italian Science Review*, 2013, no. 9, pp. 5–11. Available at: http: // www.ias-journal.org/archive/2013/december/Onkaev.pdf.

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПОВЕДЕНИЯ ОПОР БУРОВЫХ ПЛАТФОРМ НА ШЕЛЬФЕ СЕВЕРНОГО КАСПИЯ

Шереметов Иван Михайлович, кандидат технических наук, доцент, Астраханский государственный технический университет, 414056, Российская Федерация, г. Астрахань, ул. Татищева, 16, e-mail: shrmtv@mail.ru

Серебряков Олег Иванович, доктор геолого-минералогических наук, профессор, Астраханский государственный университет, 414000, Российская Федерация, г. Астрахань, пл. Шаумяна, 1, e-mail: geologi2007@yandex.ru

Григорян Рафик Таронович, аспирант, Астраханский государственный технический университет, 414056, Российская Федерация, г. Астрахань, ул. Татищева, 16

Серебряков Андрей Олегович, старший преподаватель, магистр, Астраханский государственный университет, 414000, Российская Федерация, г. Астрахань, пл. Шаумяна, 1, e-mail: geologi2007@yandex.ru

В рамках прогнозирования взаимодействия системы «платформа – шельф» предусмотрено выполнение расчётов устойчивости основания. Процесс погружения опор самоподъёмных плавучих буровых установок (СПБУ) в донный грунт сопровождается развитием областей пластических деформаций, перетеканием грунтовых масс, формированием зон уплотнения и разуплотнения, что обусловливает существенные изменения параметров грунта. Актуальным является уточнение характеристик основания после постановки платформы на точку бурения. С этой целью предлагается осуществлять геотехнический мониторинг основания опор СПБУ с применением геофизических методов. В результате мониторинговых наблюдений появляется возможность оперативно выполнять прогнозные расчёты на основе данных. Они отражают фактическое состояние грунтов, подстилающих опорные элементы СПБУ. На интерпретацию полученных результатов влияет многофакторность изменений отражённого сигнала. Исследуемую среду в рамках обсуждаемого вопроса можно считать детерминированной системой, что даёт возможность применения для дальнейшего исследования асимптотических методов.

Ключевые слова: Самоподъёмная плавучая буровая установка, шельф, устойчивость, геотехнический мониторинг, асимптотический метод

FORECASTING OF BEHAVIOUR OF DRILLING PLATFORM SUPPORT ON THE SHELF OF THE NORTH CASPIAN SEA

Sheremetov Ivan M., C.Sc. in Engineering, Associate Professor, Astrakhan State Technical University, 16 Tatishchev st., Astrakhan, 414056, Russian Federation, e-mail: shrmtv@mail.ru

Serebryakov Oleg I., D.Sc. in Geology and Mineralogy, Professor, Astrakhan State University, 1 Shaumyan st., Astrakhan, 414000, Russian Federation, e-mail: geologi2007@yandex.ru

Grigoryan Rafik T., post-graduate student, Astrakhan State Technical University, 16 Tatishchev st., Astrakhan, 414056, Russian Federation

Serebryakov Andrey O., Senior Lecturer, Master, Astrakhan State University, 1 Shaumyan st., Astrakhan, 414000, Russian Federation, e-mail: geologi2007@yandex.ru

Forecasting the process of interaction of the platform- offshore system includes the implementation of calculations of the stability of the base. The process of immersing

the supports of Jack-up drilling rig into the bottom soil is accompanied by the development of areas of plastic deformations, ground flow, formation of compaction zones and decomposition. This causes significant changes in soil parameters. Relevant is the refinement of the characteristics of the base after the platform is placed at the drilling point. For this purpose, it is proposed to carry out geotechnical monitoring of the base of Jack-up using geophysical methods. In the context of this task, it is necessary to ensure the reliability of determining the strength characteristics of the underlying sediments of bottom sediments at any given time. The application of the geophysical method makes it possible to quickly perform predictive calculations based on actual information. In the process of geomonitoring, the actual state of the soils underlying the platform is reflected. The interpretation of the results obtained is influenced by the multifactority of the changes in the reflected signal. The considered medium in this case can be considered as a deterministic system, which makes it possible to apply asymptotic methods for further research.

Keywords: Jack-up drilling rig, offshore, stability, geotechnical monitoring, asymptotic method

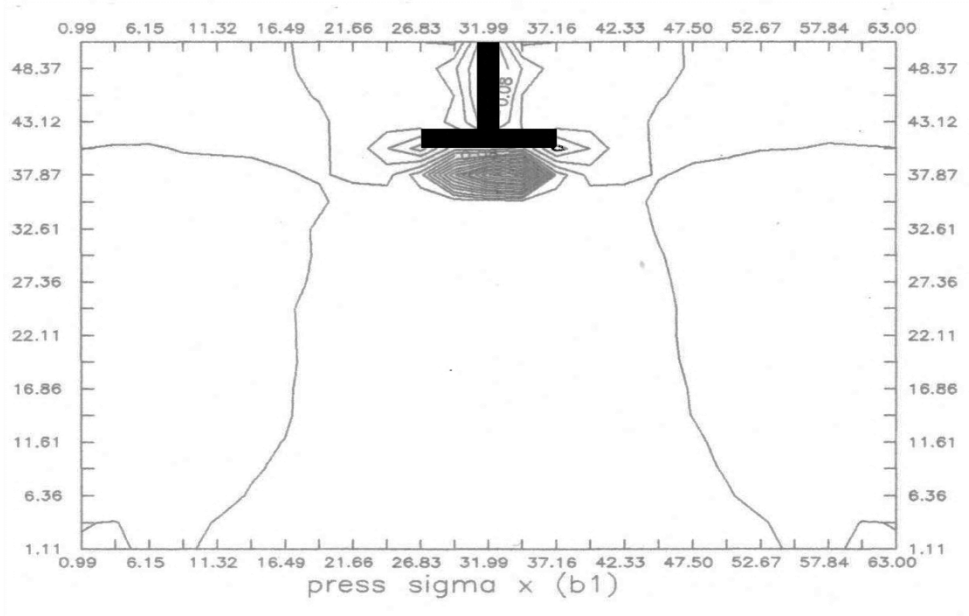
Северная часть Каспия расположена на докембрийском основании и входит в состав Прикаспийской синеклизы Восточно-Европейской платформы. Разновозрастные блоки коры, отличающиеся как в литолого-стратиграфическом, так и в тектоническом отношениях перекрываются впадиной Каспийского моря. Данная впадина простирается в субмеридиональном направлении [11]. Терригенные отложения плиоцена, образующие красноцветную продуктивную толщу, обеспечивают притоки углеводородов. В отношении нефтегазоносности шельф Каспийского моря рассматривается как перспективный.

Накопившийся опыт использования буровых платформ обусловливает совершенствование прогноза взаимодействия системы «платформа – шельф» на стадиях эксплуатации. Рассмотрим этот вопрос применительно к наиболее популярным мобильным буровым платформам – самоподъёмным буровым установкам (СПБУ).

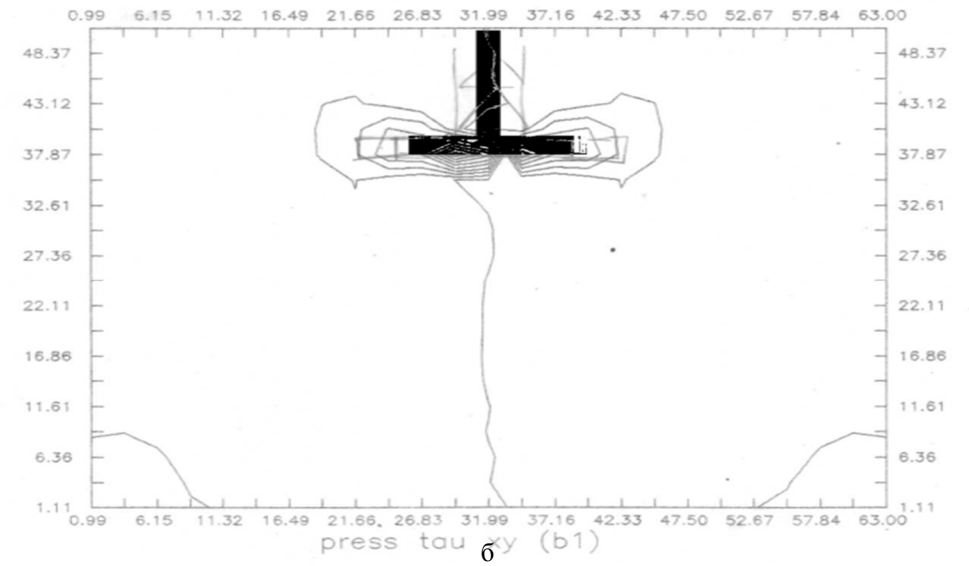
Известно, что способность башмака опоры СПБУ сопротивляться сдвигающим усилиям определяется деформационными и прочностными свойствами грунтов, подстилающих и окружающих заглубленную часть опоры [1]. В проектное положение башмак погружается задавливанием его с применением домкратов, что формирует в отношении донного грунта так называемые сложные нагружения [3]. Предполагаемая схема разрушения грунта по потенциальным площадкам сдвига при указанных нагружениях хорошо подтверждается экспериментами [2]. Однако достоверность полученного прогноза поведения системы «платформа – шельф» зависит в том числе от корректно выбранной модели среды. Учитывая необходимость отражения дилатансии грунта в предельном состоянии, целесообразно применять соотношения неассоциированного закона пластического течения.

Как ранее отмечалось [4], специфика прогнозирования процессов, происходящих в основании опор СПБУ, сопряжена с тем, что погружение опорных башмаков в проектное положение может сопровождаться существенным изменением характеристик грунта. Задавливание опор в грунт морского дна производится на глубину, соизмеримую с размером опорного башмака. При этом развивается комплекс явлений, сопряжённых с уплотнением грунта, как следствие, отжимом поровой воды, переходом локальных областей в пластическое состояние, выпором грунта вокруг опор и пр. Таким образом, полученная с применением прямых методов информация о состоянии донных грунтов актуальна лишь на первой стадии постановки сооружения на шельф. На рисунке 1 показано распределение напряжений в массиве донного грунта вокруг баш-

мака СПБУ. Сгущение изолиний нормальных напряжений σ_x над и под плоскостью башмака, а также изолиний касательных напряжений τ_{xy} у обрезов башмака хорошо иллюстрируют этот факт.



а



б

Рис. 1. Изолинии напряжений в латеральной плоскости вокруг опоры СПБУ
а – изолинии напряжений σ_x, б – изолинии напряжений τ_{xy}

Проведённый анализ приводит к выводу о заметном влиянии первичного нагружения на сопротивляемость донных грунтов как вертикальным, так и сдвигающим усилиям. Один из важных элементов оценки надёжности и безопасности буровой платформы является расчёт устойчивости опор на сдвиг [3, 4]. Причём сдвиг прогнозируется по сложной траектории: с поворотом вокруг некоего центра, положение которого определяется отдельно. При выполнении указанных

расчётов оценка возможной потери устойчивости непосредственно зависит от прочностных параметров донного грунта вокруг опоры платформы на текущий момент. Как отмечено выше, результаты определения характеристик донного грунта, полученные на стадии инженерных изысканий до начала постановки платформы на точку бурения, требуют уточнения [13]. Следовательно, для оценки взаимодействия опорной части буровой платформы с основанием информацию о состоянии донных отложений необходимо актуализировать [6].

Технологическая возможность уточнения исходных данных для проверочных расчётов реализуется с применением геофизического оборудования [7]. Эффективным в решении данной задачи является использование георадара. Опираясь на эталонные результаты зондирования, коррелирующие с параметрами, полученными прямыми методами, отслеживаются любые текущие изменения интересующего массива донных отложений. Мониторинговые наблюдения позволят оперативно выполнять прогнозные расчёты на основе данных, отражающих фактическое состояние грунтов, подстилающих опорные элементы СПБУ. В момент времени, предусмотренный программой геотехнического мониторинга, обеспечивается возможность получения информации об изменении параметров основания во всех точках области зондирования. На основании откорректированных данных проверка соблюдения условия прочности грунта основания СПБУ может иметь неограниченное число итераций.

В процессе высокочастотного зондирования излучаемая электромагнитная волна отражается от границ областей с различающейся диэлектрической проницаемостью и проводимостью [12]. Именно отражённый сигнал формирует радарограммы (рис. 2). На интерпретацию полученных результатов влияет многофакторность изменений отражённого сигнала [8]. Регистрируемый сигнал при отражении от более проводящей (более плотной) среды меняет свою полярность. При отражении от менее плотной среды полярность сигнала сохраняется. Граница сред (граница пластов, уплотнённых зон и т.д.) может быть нечёткой. В этом случае отражение сигнала растягивается по времени. Кроме того, при слишком низкой проводимости среды сигнал затухает, при высокой проводимости – происходят дисперсные искажения в низкочастотном диапазоне [9].

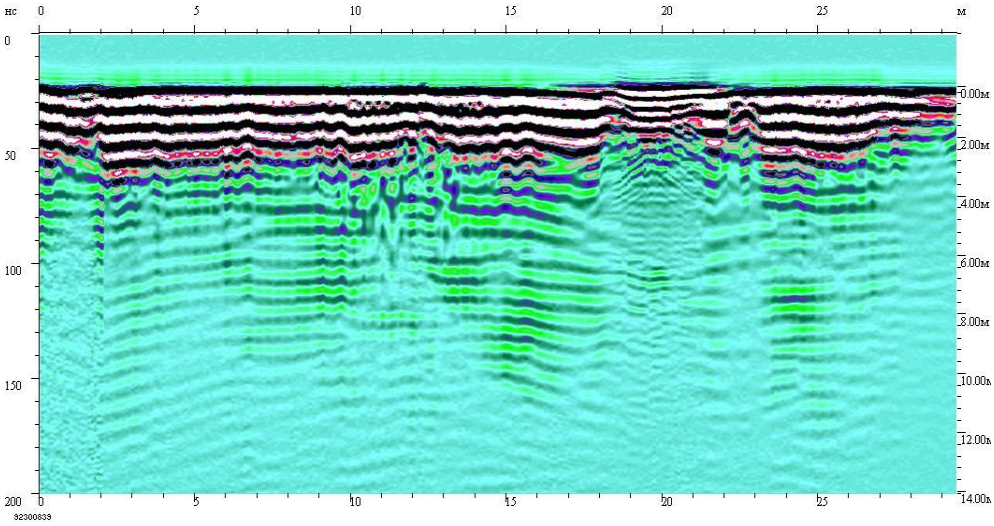


Рис. 2. Радарограмма с выявленными зонами разуплотнения

Следует отметить, что перманентное поступление информации о меняющихся характеристиках среды обусловливает необходимость системного обобщения полученных результатов. Исходя из того, что регистрируемые параметры обладают слабыми нелинейностями, процесс их изменения может быть представлен линейными системами обыкновенных дифференциальных уравнений [5]. Исследуемую среду в рамках обсуждаемого вопроса можно считать детерминированной системой, что даёт возможность применения для дальнейшего исследования асимптотических методов. Если учитывать случайную природу явлений, влияющих на изменение диэлектрической проницаемости исследуемой среды, система будет описываться стохастическим дифференциальным уравнением.

Применительно к медленно меняющимся средам эффективным является асимптотический метод, предложенный для решения трёхмерных задач [10]. Здесь проблемы определения значения диэлектрических проницаемостей подсистем при использовании формул смешения решаются приёмом интерпретации данных в каждой точке отдельно с уточняющей поправкой. Действительно, релаксационные характеристики поляризации Максвелла – Вагнера для полностью водонасыщенных сред вполне могут находиться вне области выполнения самой поляризации и, соответственно, вне справедливости той либо иной формулы смешения. В этой связи предложенный [8] метод построения асимптотики решения прямых трехмерных задач является эффективным в прикладных исследованиях.

Возможности мониторинга изменений грунтовой среды с учётом специфики напластований Северного Каспия отмечалась ранее [14]. Таким образом, опираясь на технологии геофизических методов, обеспечивается актуальное прогнозирование поведения опор буровых платформ на каспийском шельфе. Предлагаемый способ получения и обработки информации о состоянии подстилающих донных грунтов в процессе эксплуатации СПБУ повышает эффективность превентивных решений, предотвращающих аварийные ситуации в акватории.

Список литературы

1. Бугров А. К. Механика грунтов : учеб. пос. / А. К. Бугров. – Санкт-Петербург : Политехнический ун-т, 2007. – 287 с.

2. Бугров А. К. Исследование грунтов в условиях трехосного сжатия / А. К. Бугров, Р. М. Нарбут, В. П. Сипидин. – Ленинград, 1987. – 184 с.

3. Бугров А. К. Взаимодействие трехопорной СПБУ с грунтом морского дна / А. К. Бугров, И. М. Шереметов // Проблемы нелинейной механики грунтов. – Йошкар-Ола, 1991. – С. 63–65.

4. Бугров А. К. Устойчивость самоподъемных плавучих буровых установок при плоском сдвиге с поворотом / А. К. Бугров, И. М. Шереметов // Гидротехническое строительство. – 1992. – № 5. – С. 70–72.

5. Бутузов В. Ф. Асимптотические методы в теории обыкновенных дифференциальных уравнений / В. Ф. Бутузов, А. Б. Васильева, М. В. Федорюк // Progress in Mathematics. – 1970. – № 8. – С. 1–82.

6. Григорян Р. Т. Вопросы актуализации параметров основания самоподъёмных буровых платформ / Р. Т. Григорян // Проблемы теории и практики современной науки : мат-лы VIII Междунар. науч.-практ. конф. (19 сентября 2017 г.). – Москва : Перо, 2017. – С. 159–163.

7. Григорян Р. Т. Геоэкологический аспект эксплуатации самоподъёмных буровых установок / Р. Т. Григорян // Интеграция науки и практики в современных условиях : мат-лы X Междунар. науч.-практ. конф. (19 октября 2017 г.). – Москва : Перо, 2017. – С. 102–106.

8. Дмитриев В. И. Численное моделирование в геофизических исследованиях / В. И. Дмитриев, Д. Б. Новиков, Э. А. Федорова. – Москва : Моск. гос. ун-т, 1987. – 112 с.

9. Копейкин В. В. Распространение электромагнитных импульсов в подземной среде / В. В. Копейкин // Ставрополь – георадар. – Режим доступа: http://www.geo-radar.ru/articles/article5.php, свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус. (дата обращения: 21.04.2018).

10. Новиков Д. Б. Об одном подходе к решению трехмерных обратных задач магнитотеляурического зондирования земной коры / Д. Б. Новиков // Условно-корректные задачи математической физики : тез. всесоюз. конфе. – Алма-Ата, 1989. – С. 68.

11. Серебряков А. О. Геология России. Региональная геология : учеб. / А. О. Серебряков, Н. Ф. Фёдорова, С. А. Абакумова. – Астрахань : Издательский дом «Астраханский университет», 2010. – 320 с.

12. Финкельштейн М. И. Подповерхностная радиолокация / М. И. Финкельштейн, В. И. Карпухин, В. А. Кутев, В. Н. Метелкин. – Москва, 1994. – 216 с.

13. Шереметов И. М. Мониторинг основания самоподъёмных буровых установок геофизическими методами / И. М. Шереметов // Геология, география и глобальная энергия. – 2014. – № 1. – С. 49–59.

14. Шереметов И. М. Использование метода георадиолокации для целей сейсмического микрорайонирования в нефтегазоносных регионах Нижнего Поволжья и Северного Каспия / И. М. Шереметов, А. Ю. Курдюк, О. И. Серебряков, В. И. Серебрякова // Геология, география и глобальная энергия. – 2015. – № 1. – С. 83–92.

References

1. Bugrov A. K. *Mekhanika gruntov* [Soil Mechanics], Saint Petersburg, Polytechnic University Publ. House, 2007. 287 p.

2. Bugrov A. K., Narbut P. M., Sipidin V. P. *Issledovanie gruntov v usloviyakh trekhosnogo szhatiya* [Soil analysis in a triaxial compression], Leningrad, 1987. 184 p.

3. Bugrov A. K., Sheremetov I. M. Vzaimodeystvie trekhopornoy SPBU s gruntom morskogo dna [Jack-up three-point interaction with the soil of the seabed]. *Problemy nelineynoy mekhaniki gruntov* [Problems of Nonlinear Soil Mechanics],Yoshkar-Ola, 1991, pp. 63–65.

4. Bugrov A. K., Sheremetov I. M. Ustoychivost samopodemnykh plavuchikh burovykh ustanovok pri ploskom sdvige s povorotom [Stability of jack-up drilling rigs for flat shift with rotation]. *Gidrotekhnicheskoe stroitelstvo* [Hydraulic Engineering], 1992, no. 5, pp. 70–72.

5. Butuzov V. F., Vasileva A. B., Fedoryuk M. V. Asimptoticheskie metody v teorii obyknovennykh differentsialnykh uravneniy [Asymptotic methods in the theory of ordinary differential equations]. *Progress in Mathematics*, 1970, no. 8, pp. 1–82.

6. Grigoryan R. T. Voprosy aktualizatsii parametrov osnovaniya samopodemnykh burovykh platform [Issues of actualization of the parameters of the base of jack-up drilling platforms]. *Problemy teorii i praktiki sovremennoy nauki : materialy VIII Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii (19 sentyabrya 2017 g.)* [Problems of Theory and Practice of Modern Science. Proceedings of the VIII International Scientific and Practical Conference (September 19, 2017)], Moscow, Perot Publ., 2017, pp. 159–163.

7. Grigoryan R. T. Geoekologicheskiy aspekt ekspluatatsii samopodemnykh burovykh ustanovok [Geoecological aspect of the operation of jack-up drilling rigs]. *Integratsiya nauki i praktiki v sovremennykh usloviyakh : materialy X Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii (19 oktyabrya 2017 g.)* [Integration of Science and Practice in Modern Conditions. Proceedings of the X International Scientific and Practical Conference (October 19, 2017)], Moscow, Perot Publi., 2017, pp. 102–106.

8. Dmitriev V. I., Novikov D. B., Fedorova E. A. *Chislennoe modelirovanie v geofizicheskikh issledovaniyakh* [Numerical modeling in geophysical studies], Moscow, Lomonosov Moscow State University Publ. House, 1987. 112 p.

9. Kopeykin V. V. Rasprostranenie elektromagnitnykh impulsov v podzemnoy srede [Propagation of electromagnetic pulses in the underground environment]. *Stavropol – georadar* [Stavropol – penetrating radar]. Available at: http://www.geo-radar.ru/articles/article5.php (accessed: 21.04.2018).

10. Novikov D. B. Ob odnom podkhode k resheniyu trekhmernykh obratnykh zadach magnitote-lyauricheskogo zondirovaniya zemnoy kory [About one approach to the solution of three-dimensional inverse problems. Magnetotaururic sounding of the earth's crust]. *Uslovno-korrektnye zadachi mate-maticheskoy fiziki. Tezisy vsesoyuznoy konferentsii* [Conditionally Correct Problems of Mathematical Physics. Proceedings of the All-Union Conference]., Alma-Ata, 1989, p. 68.

11. Serebryakov A. O., Fedorova N. F., Abakumova S. A. *Geologiya Rossii. Regionalnaya geologiya* [Geology of Russia. Regional geology], Astrakhan, Astrakhan University Publ. House, 2010. 320 p.

12. Finkelshteyn M. I., Karpukhin V. I., Kutev V. A., Metelkin V. N. *Podpoverkhnostnaya radiolokatsiya* [Subsurface radar], Moscow, 1994. 216 p.

13. Sheremetov I. M. Monitoring osnovaniya samopodemnykh burovykh ustanovok geofizicheskimi metodami [Monitoring of the base of jack-up drilling rigs by geophysical methods]. *Geologiya, geografiya i globalnaya energiya* [Geology, Geography and Global Energy], 2014, no. 1, pp. 49–59.

14. Sheremetov I. M., Kurdyuk A. Yu., Serebryakov O. I., Serebryakova V. I. Ispolzovanie metoda georadiolokatsii dlya tseley seysmicheskogo mikrorayonirovaniya v neftegazonosnykh regionakh Nizhnego Povolzhya i Severnogo Kaspiya [Using the georadiolocation method for seismic microzoning in the oil and gas regions of the Lower Volga and Northern Caspian]. *Geologiya, geografiya i globalnaya energiya* [Geology, Geography and Global Energy], 2015, no. 1, pp. 83–92.

СЕЙСМОМИКРОРАЙОНИРОВАНИЕ СТРОИТЕЛЬНОЙ ПЛОЩАДКИ ГОРОДА ЖЕЛЕЗНОГОРСКА

Сеелев Игорь Николаевич, директор, Изотопно-химический завод (ИХЗ) ФГУП «Горно-химического комбината», 662972, Российская Федерация, Красноярский край, г. Железногорск, ул. Ленина, 53, e-mail: atom-link@mcc.krasnoyarsk.su

Леконцев Алексей Валентинович, заместитель главного инженера, Изотопно-химический завод (ИХЗ) ФГУП «Горно-химического комбината», 662972, Российская Федерация, Красноярский край, г. Железногорск, ул. Ленина, 53, e-mail: atom-link@mcc.krasnoyarsk.su

Хафизов Роберт Рафаэльевич, директор, ООО «Геолком», 662974, Российская Федерация, Красноярский край, г. Железногорск, п. Додоново, ул. Луговая, 10, e-mail: geolkom@yandex.ru

Перетокин Сергей Александрович, главный инженер, ООО «Геолком», 662974, Российская Федерация, Красноярский край, г. Железногорск, п. Додоново, ул. Луговая, 10, e-mail: geolkom@yandex.ru

Панасенко Николай Никитович, доктор технических наук, профессор, директор, ООО «Подъемные сооружения», 414056, Российская Федерация, г. Астрахань, ул. Татищева, 16ж, оф. 36, e-mail: psastr@mail.ru

Синельщиков Алексей Владимирович, кандидат технических наук, доцент, Астраханский государственный архитектурно-строительный университет, 414056, Российская Федерация, Астраханская область, г. Астрахань, ул. Татищева, 18, e-mail: laex@bk.ru

Яковлев Павел Викторович, доктор технических наук, профессор, директор, ООО «Подъемные сооружения», 414056, Российская Федерация, г. Астрахань, ул. Татищева, 16ж, оф. 36, e-mail: astra137@mail.ru

В основу сейсмомикрорайонирования строительной площадки ОИАЭ г. Железногорска положено взаимодействие двух моделей – модели сейсмических источников землетрясений и модели сейсмического эффекта, основанного на повторяемости землетрясений в рассматриваемом регионе, определяющих пространственное и временное распределение сейсмичности. Вероятностный анализ сейсмической опасности в регионе сводится к созданию синтезированного каталога землетрясений за наперед заданный период времени с установленной повторяемостью в зависимости от удаления объекта от источника с шагом по магнитуде. Расчет сейсмической интенсивности осуществлен на основе геологической и сейсмологической информации об объекте, а также грунтах по 3D-модели с использованием метода сейсмических жесткостей. Синтезированный каталог землетрясений построен для нормативных периодов повторяемости 1000 лет (ПЗ) и 10000 лет (МРЗ) на основе площадных и линейных зон ВОЗ и

набора статистики по количеству сотрясений разной интенсивности и повторяемости, определивших расчетные пиковые ускорения и амплитуды обобщенных спектров реакции при различных периодах повторяемости. Установлено соотношение расчетной интенсивности и длительности сейсмических колебаний на площадке на средних грунтах. Синтезированная модельная исходная 3-компонентная акселерограмма, соответствующая синтезированному каталогу землетрясений, построена по методике РБ-006-98. Численное моделирование реакции грунта на сейсмические воздействия определены программой (Win-Shake) для различных уровней от 7 до 8 баллов МРЗ MSK-64 в виде акселерограмм, велосиограмм и сейсмограмм.

Ключевые слова: землетрясение, сейсмическая интенсивность, вероятностный анализ, сейсмическая опасность, сейсмическое районирование, синтезированный каталог землетрясений, программно-математическое обеспечение, акселерограмма, сейсмограмма, сейсмические волны, баллы, проектное землетрясение, максимальное расчетное землетрясение, грунты, период повторяемости

SEISMIC MICROUNDERING OF THE CONSTRUCTION SITE OF ZHELEZNOGORSK CITY

Seleev Igor N., Director, Isotope-Chemical Plant FSUE "Mining and Chemical Combine", 53 Lenin st., Zheleznogorsk, Krasnoyarsk Territory, 662972, Russian Federation, e-mail: atom-link@mcc.krasnoyarsk.su

Lekontsev Alexey V., Deputy of Chief Engineer, Isotope-Chemical Plant FSUE "Mining and Chemical Combine", 53 Lenin st., Zheleznogorsk, Krasnoyarsk Territory, 662972, Russian Federation, e-mail: atom-link@mcc.krasnoyarsk.su

Khafizov Robert R., Director, LLC "Geolkom", 10 Lugovaya st., Dodonovo village, Zheleznogorsk, Krasnoyarsk Territory, 662974, Russian Federation, e-mail: geolkom@yandex.ru

Peretokin Sergey A., Chief Engineer, LLC "Geolkom", 10 Lugovaya st., Dodonovo village, Zheleznogorsk, Krasnoyarsk Territory, 662974, Russian Federation, e-mail: geolkom@yandex.ru

Panasenko Nikolai N., D.Sc. in Engineering, Professor, Director, LLC "Lifting structures", 16zh, oph. 364 Tatishchev st., Astrakhan, 14056, Russian Federation, e-mail: psastr@mail.ru

Sinelshckikov Alexey V., C.Sc. in Engineering, Associate Professor, Astrakhan State University of Architecture and Civil Engineering, 18 Tatishchev st., Astrakhan, 414056, Russian Federation, e-mail: laex@bk.ru

Yakovlev Pavel V., D.Sc. in Engineering, Professor, Director, LLC "Lifting structures", 16zh, oph. 364 Tatishchev st., Astrakhan, 14056, Russian Federation, e-mail: astra137@mail.ru

The basis of seismic micro-zoning of the construction site of the Zheleznogorsk OIAE is the interaction of two models – a model of seismic sources of earthquakes and a model of the seismic effect based on the frequency of earthquakes in the region under consideration, which determine the spatial and temporal distribution of seismicity. Probabilistic analysis of seismic hazard in the region reduces to the creation of a synthesized catalog of earthquakes for a predetermined period of time with a fixed repeatability, depending on the removal of the object from the source in increments of magnitude. The calculation of seismic intensity was carried out on the basis of geological and seismological information about the object, as well as soils on the 3D model using the seismic rigidity method. The synthesized catalog of earthquakes is constructed for the standard periods of recurrence of 1000 years (PZ) and 10,000 years (MW) based on WHO area and linear zones and a set of statistics on the number of concussions of different intensity and frequency that determined the calcu-

lated peak accelerations and amplitudes of the generalized reaction spectra for different periods of recurrence. The correlation of the calculated intensity and duration of seismic oscillations at the site on medium soils is established. The synthesized model initial 3-part accelerogram corresponding to the synthesized earth-shaking catalog was constructed according to the RB-006-98 technique, the numerical modeling of the ground reaction to seismic actions was determined by the program (WinShake) for different levels from 7 to 8 MBK MSK-64 points in vid de accelerograms, bicycles and seismograms.

Keywords: earthquake, seismic intensity, probabilistic analysis, seismic hazard, seismic zoning, synthesized catalog of earthquakes, software-mathematical support, accelerogram, seismogram, seismic waves, balloons, project earthquake, maximum estimated earthquake, soils, period of recurrence

Принятые сокращения:
ВАСО – вероятностный анализ сейсмической опасности
ОСР (ДСР) – общее (детальное) сейсмическое районирование (района)
ВОЗ – (зона) возможного очага землетрясения
СМР – сейсмическое микрорайонирование (площадки)
УСО – уточнение сейсмической опасности
УОСР – уточнение оценок общего сейсмического районирования
ОИАЭ – объекты использования атомной энергии
ПМО – программно-математическое обеспечение
ЗАО – закрытое акционерное общество
ИГЭ – инженерно-геологический элемент
ИГС – инженерно-геологический слой
КМПВ – корреляционный метод преломленных волн
ВСП – вертикальное сейсмическое профилирование
ПЗ – проектное землетрясение
МРЗ – максимальное расчетное землетрясение

1. Общие положения ВАСО при сейсмомикрорайонировании. В 1991–1997 гг. авторы работ [1–3] выполнили специальные исследования по общему сейсмическому районированию территории страны и сопредельных регионов и создали комплект вероятностных карт – ОСР-97.

Комплект ОСР-97 состоит из четырех карт: ОСР-97A, ОСР-97B, ОСР-97C, ОСР-97D, характеризующих разный уровень вероятности превышения сейсмической интенсивности, указанной в баллах шкалы MSK-64 на каждой из карт. Так, карта А соответствует 10%-й, карта В – 5%-й, карта С – 1%-й, карта D – 0,5%-й вероятности возможного превышения или, соответственно, 90 %, 95 %, 99 % и 99,5 % непревышения в течение 50 лет расчетной сейсмической интенсивности. Все это соответствует повторяемости сейсмического эффекта на земной поверхности в среднем один раз в 500, 1000, 5000 и 10000 лет.

При построении вероятностных карт ОСР-97 было положено взаимодействие двух моделей – модели сейсмических источников землетрясений и модели сейсмического эффекта, основанного на повторяемости землетрясений в рассматриваемом регионе. Модели сейсмических источников характеризуются зонами возникновения протяженных землетрясений (зонами ВОЗ), состоящих из линеаментов, отражающих структурированную сейсмичность, доменов, как квазиоднородной геологической среды, характеризующейся рассеянной сейсмичностью и очагов землетрясений, обозначающих наиболее опасные сейсмические источники линеаментов. В соответствии с моделью зон ВОЗ на картах ОСР-97 землетрясения с магнитудой $M \geq 6{,}0$ и выше принадлежат линеаментным структурам, а с $M \leq 5{,}5$ более крупного масштаба

исследований, чем принято на картах ОСР-97 (1 : 8 × 106), и повышения детальности построений при уточнении сейсмической опасности (УСО) методами сейсмического микрорайонирования (СМР) должны быть выявлены и более мелкие структуры, а нижний порог используемых для расчетов магнитуд землетрясений в линеаментах может быть понижен до 2,5 ± 0,2.

Расчетная сейсмическая интенсивность $I_т$, выраженная в баллах шкалы MSK-64 и ожидаемая на заданной площадке с повторяемостью в среднем один раз за T лет, определялась как вероятность P возможного превышения величины $I_т$ в течение t лет и вычислялась по формуле:

$$P = 1 – \exp(1 / T).$$

Так, при T = 500 лет и t = 50 лет величина P составляет ≈ 10 % (точное значение – 9,52). При T = 1000 лет и t = 50 лет – P ≈ 5 % (точное значение – 4,88). При T = 5000 лет и t = 50 лет – P ≈ 1%, при T = 10000 лет и t = 50 лет – P ≈ 0,5 %, что и отражено на картах ОСР-97 A, B, C и D для средних грунтов II категории по СНИП II-7-81* [4,5] для территории РФ. Таким образом, методику ОСР-97 можно представить как совокупность моделей, определяющих пространственное и временное распределение сейсмичности, правила их параметризации и программно-алгоритмический аппарат, реализующий расчетные процедуры вероятностного анализа сейсмической опасности (ВАСО) [6].

При проведении работ по оценке сейсмической опасности для конкретных объектов или построении карт и схем сейсмической опасности крупных масштабов нормативными документами [7–9] предусматривается так называемая стадия детального сейсмического микрорайонирования (ДСР). Здесь под ДСР следует понимать уточнение оценок общего сейсмического районирования (УОСР) или более кратко – уточнение сейсмической опасности (УСО). В связи с этим ДСР, УСО или УОСР принимаются близкими по смыслу.

Как уже отмечалось, в методике ОСР-97 заложены два типа моделируемой сейсмичности: рассеянная и структурированная. В первом случае выделяются объемы геологической среды (домены), для которых задаются графики повторяемости землетрясений с магнитудами Mlh ≤ 5,7 и равной вероятностью возникновения землетрясений в любом месте выделенного блока. Во втором – линейные зоны, соответствующие активным разломам, к которым приурочены землетрясения с Mlh ≥ 5,8 и их повторяемость.

Основная задача УОСР методами СМР – это обоснованная детализация моделей, закладываемых далее в процедуры ВАСО. Первый шаг при детализации модели зон ВОЗ – понижение пороговой магнитуды между рассеянной и структурированной сейсмичностью. При исследованиях по УОСР этот порог понижается в соответствии с уровнем изученности региона.

Принципиальным отличием ВАСО от детерминистских методов является обязательный учет поправок, зависящих от вероятностного разброса значений параметров моделей. Это касается как пространственных параметров зон ВОЗ, так и характеристик модели затухания.

При подготовке моделей общего сейсмического районирования и СМР величину поправок во многом определял генерализованный характер построений. При переходе к моделям СМР на стадии УОСР величина поправок определяется степенью изученности территории и полнотой статистики по каждому конкретному примеру.

Принцип работы процедур ВАСО для общего и СМР сводится к созданию модельного либо синтезированного каталога землетрясений за большой

период времени и к расчету статистики сейсмического эффекта от модельной сейсмической истории для каждого узла опросной сетки. Для этого рекомендуется использовать программно-математическое обеспечение (ПМО) PRB-60, разработанное в рамках работ по созданию ОСР-97 Гусевым А.А., Павловым В.М., Шумилиной Л.С. Оно позволяет автоматизировать расчеты [1, 10].

Здесь укажем, что возможности, заложенные в ПМО PRB-60 [6, 11], позволяют в задачах УОСР учесть индивидуальные особенности зон ВОЗ, которые в моделях ОСР-97 скрадываются за счет генерализованности построений. В частности, в методике ОСР-97 разброс землетрясений вокруг оси линеамента определяется одной среднестатистической зависимостью σ (Mmax, Mlh), а при построении моделей СМР в рамках УСО для каждой зоны ВОЗ эта зависимость может задаваться индивидуально. Кроме того, заложенный в ПМО PRB-60 метод Монте-Карло, позволяет учесть при моделировании любую информацию о свойствах и пространственной структуре очагов [6].

В качестве заключения укажем, что получаемая в результате процедур ВАСО интенсивность сейсмических сотрясений – это совокупная опасность от потенциальных землетрясений различных магнитуд, происходящих на разных расстояниях от источника. Поэтому при исследованиях на стадии СМР необходимо знать наиболее вероятную магнитуду землетрясения M и расстояние источник – пункт R. Для решения этой задачи в ПМО PRB-60 внедрена возможность деагрегационного анализа, позволяющего уточнить распределение условной вероятности события с параметрами M и R. Кроме того, при том условии, что нормативная интенсивность превышается в данном пункте. Результатом деагрегационного анализа являются таблицы распределения условной вероятности превышения расчетной интенсивности от событий синтезированного каталога землетрясений с шагом по магнитуде и по гипоцентральному расстоянию.

2. 3D-модель инженерно-геологической среды строительной площадки. В Российской Федерации исторически сложилась двуступенчатая схема оценки сейсмической опасности – оценка исходной сейсмичности для средних грунтов II категории по СНИП II-7-81* [4, 5] и последующая корректировка оценок с учетом реальных грунтовых условий строительной площадки [12–14]. Аналогичная постановка задачи возникла для целей расчетного анализа комплекса зданий ОИАЭ г. Железногорска на волновое сейсмическое воздействие (СВ), предусматривающее оценку взаимодействия и взаимовлияния отдельных зданий комплекса друг на друга на сейсмической волне, заданной сейсмограммой расчетного землетрясения. Оценка инженерно-геологических условий площадки строительства проводилась ИГЭ РАН [15], представлена в технических отчетах ЗАО «ГЕЯ» (2009–2010), №№ 112-8124, 112-8128, 113-8194, 114-8359 в 2012–2014 гг., результаты которых представлены в работе [16].

Методику проведения СМР, следуя опыту создания карт ОСР-97, можно разделить, в частном случае, на четыре этапа. Первый этап (подготовительный) включает в себя сбор геологической, сейсмологической, геофизической и топографической информации. На основании этих данных строится 3D-модель исследуемой площадки (второй этап). Третий этап – расчет в каждой точке модели сейсмической интенсивности с использованием различных расчетных методов [13], в том числе методом сейсмических жесткостей [14].

Геологическое строение строительной площадки (генплан инженерно-геологических скважин – см. рис. 1) по совокупным данным изысканий прошлых лет изучено на глубину 100,0 м. В строении геологического разреза принимают участие четвертичные аллювиально-делювиальные отложения, кора

выветривания мезо-кайнозойских образований и скальные грунты протерозойского возраста.

В верхней части аллювиально-делювиальной толщи под насыпными грунтами, следуя сведениям скважин (см. рис. 1), залегают суглинки легкие бурые, макропористые, ожелезненные, в основном мягко- и текучепластичные, реже тугопластичные и полутвердые, с прослоями суглинков с включением органических веществ.

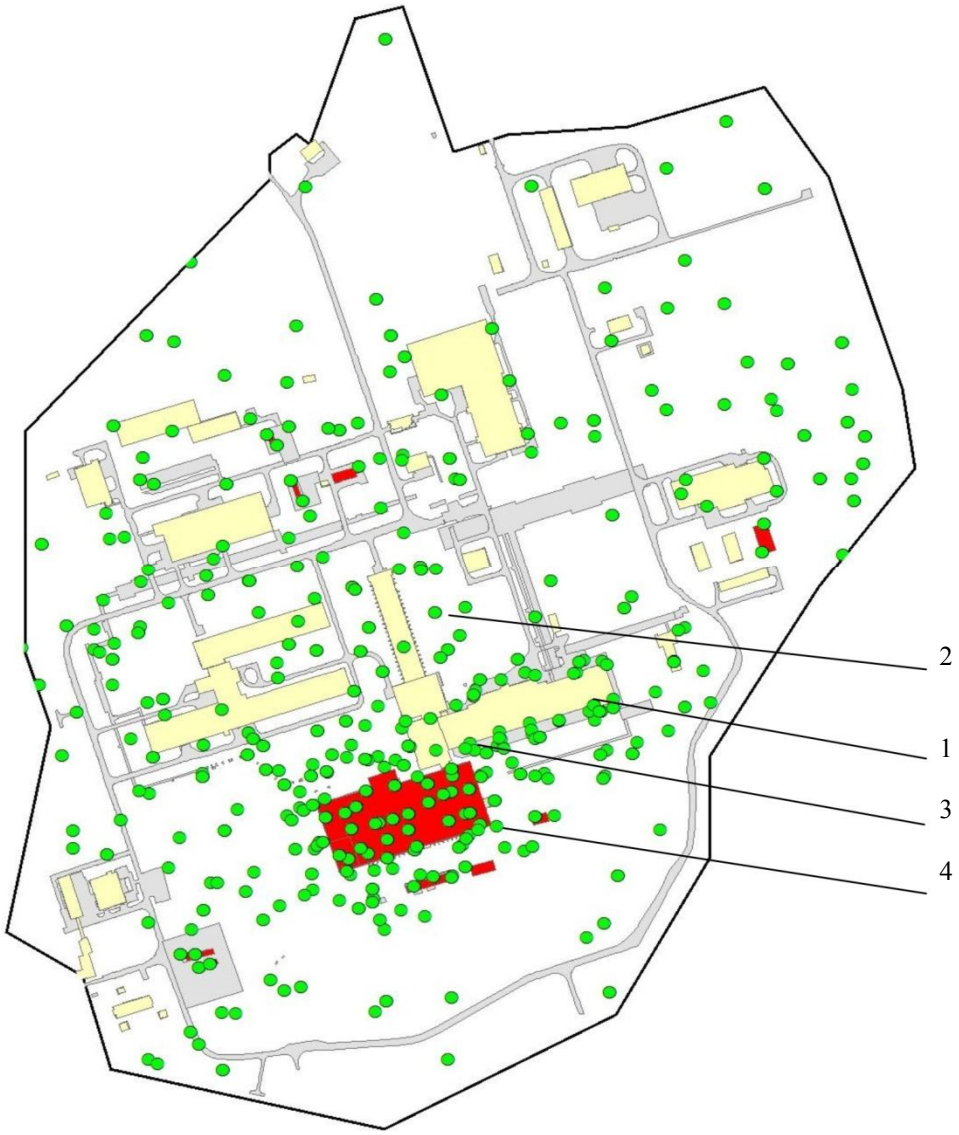


Рис. 1. Первичная визуализация распределения инженерно-геологических скважин по изысканиям прошлого десятилетия лет на территории строительной площадки г. Железногорска: 1, 2, 3, 4 – комплекс взаимодействующих промышленных зданий

В центральной части (с глубины ~ 6–10 м) четвертичных аллювиально-делювиальных грунтов развит слой серых, зеленовато-серых, мягкопластичных, текучепластичных и текучих, заиленных суглинков легких, с прослойками и линзами супесей мощностью до 1,6 м. Мощность слоя заиленных текучих, текучепластичных и реже мягкопластичных суглинков изменяется от 1,9 до 5,0 м.

Ниже, с глубины ~ 13–15 м, залегают суглинки более тяжелые пылеватые бурые и коричневые, реже темно-серые, тугопластичные, с прослоями и линзами мягкопластичных. Мощность слоя от 1,5 до 5,7 м.

С глубины 15,0–21,6 м залегает слой тяжелых пылеватых коричневых суглинков полутвердой консистенции с единичными включениями дресвы. Мощность слоя от 0,3 м до 5,2 м.

Элювиально-делювиальные отложения представлены преимущественно глинами с прослоями и линзами глинистых песков. Глубина залегания по данным бурения изменяется от 16,6 до 25,4 м.

Ниже элювиально-делювиальных отложений на глубинах 34,4–40,9 м (абсолютные высоты 237,6–244,3 м) залегает древняя (неперемещенная) кора выветривания раннемезозойского возраста подзона песчаных или пылевато-глинистых продуктов выветривания (eMZ).

Скальные грунты протерозойского возраста развиты повсеместно, слагая основание геологического разреза площадки, залегают с глубины 41,9–57,6 м (абсолютная высота 218,8–226,4 м). Гнейсы зеленовато-серого, серого и темно-серого цвета, неравномерно-зернистые и окварцованные имеют гранобластовую структуру, слаботрещиноватые трещины в основном закрытого типа. В верхней части гнейсы очень низкой прочности, преимущественно рыхлые, сильновыветрелые до состояния рухляков, с глубины 87,5–89,5 средней прочности, плотные и очень плотные, слабовыветрелые.

На рисунке 1 показана схема распределения инженерно-геологических скважин на территории строительной площадки, а далее на рисунке 3 – полупространство грунта.

По сейсмическим свойствам инженерно-геологические элементы (ИГЭ), выделенные в пределах строительной площадки, разделены на восемь инженерно-геологических слоев (ИГС) (см. табл. 1).

Таблица 1

Средние параметры инженерно-геологических слоев грунта строительной площадки

Игс	Описание	Плотность грунта, г / см^3	Коэффициент пористости, д.ед	Природная влажность, %	Влажн. на границе раскатывания,%	Число пластичности,%	Показатель текучести	Показатель консистенции	Категория грунта
1	Грунты вертикальной планировки подсыпкой и грунты обратной засыпки	1,97	0,76	24,55	20,45	9,88		0,42	III
2	Супесь текучая, супесь пластичная	2,01	0,69	24,04	20,64	5,28	0,53	0,57	III
3	Суглинок легкий тугопластичный (верхний слой, средний)	1,95	0,73	26,13	20,64	9,79	0,65	0,59	II
4	Суглинок легкий полутвердый (нижний слой)	2,02	0,63	22,71	20,29	10,97	0,20	0,22	II

Игс	Описание	Плотность грунта, г / см^3	Коэффициент пористости, д.ед	Природная влажность, %	Влажн. на границе раскатывания,%	Число пластичности,%	Показатель текучести	Показатель консистенции	Категория грунта
5	Глина твердая, легкая, с примесью органического вещества	1,97	0,70	24,79	28,21	24,23	–0,15	–0,14	II
6	Суглинок легкий твердый (алевролит низкой прочности)	2,15	0,48	16,62	22,74	11,91	–0,57	–0,51	II
7	Суглинок тяжелый твердый	2,07	0,43	15,48	21,30	11,02	–0,55	–0,53	II
8	Гнейс слабовыветрелый	2,67	–	–	–	–	–	–	I

По результатам геофизических исследований КМПВ и ВСП [17] на территории строительной площадки [16] получены скоростные характеристики поперечных сейсмических волн инженерно-геологических слоев, представленные в таблице 2.

Таблица 2

Скоростные характеристики сейсмических волн в инженерно-геологических слоях грунта

ИГС	1	2	3	4	5	6	7	8
Vs, м / с	160	205	219	249	303	375	463	1100

По данным 216 скважин глубиной 30 м и более (см. рис. 1), были получены границы залегания инженерно-геологических слоев 1–8 (см. табл. 1). На основе указанных границ построены инженерно-геологические 3D-модели площадки до глубины 100 м с шагом 25 м (рис. 2). В таблице 3 приведены модели грунта для зданий 1, 2, 3, 4 на уровне планировочных отметок.

Таблица 3

Инженерно-геологическая модель грунта под зданиями 1, 2, 3 и 4 строительной площадки

№ слоя	Залегание слоев грунта, м											
	от	до	Мощность	ИГС	От	до	Мощность	ИГС	от	до	Мощность	ИГС
	Здание 1				Здание 2				Здание 4			
1.	279	270	8,5	1	276	270	5,5	1	279	270	9	1
2.	270	269	1,5	3	270	255	15,5	4	270	264	6	3
3.	269	267	1,5	2	255	243	12	5	264	257	7	4
4.	267	264	3	3	243	228	14,5	6	257	234	22,5	5
5.	264	258	6,5	4	228	221	7	7	234	214	20,5	7
6.	258	239	19	5	221	–	–	8	214	–	–	8
7.	239	215	24	7	–	–	–	–	–	–	–	–
8.	215	–	–	8	–	–	–	–	–	–	–	–

Примечание: инженерно-геологический слой (ИГС) – см. табл. 1.

В качестве заключения по процедуре сбора исходных данных укажем, что каждому слою грунта строительной площадки присваивается номер ИГЭ (табл. 1), за который принимают объем грунта одного и того же номенклатурного вида, однородного по свойствам и состоянию. На рисунке 3 представлено полупространство грунтового основания строительной площадки,

разделенное на восемь инженерно-геологических слоев, согласно таблице 1, с размерами в плане 490 × 490 × 32 м.

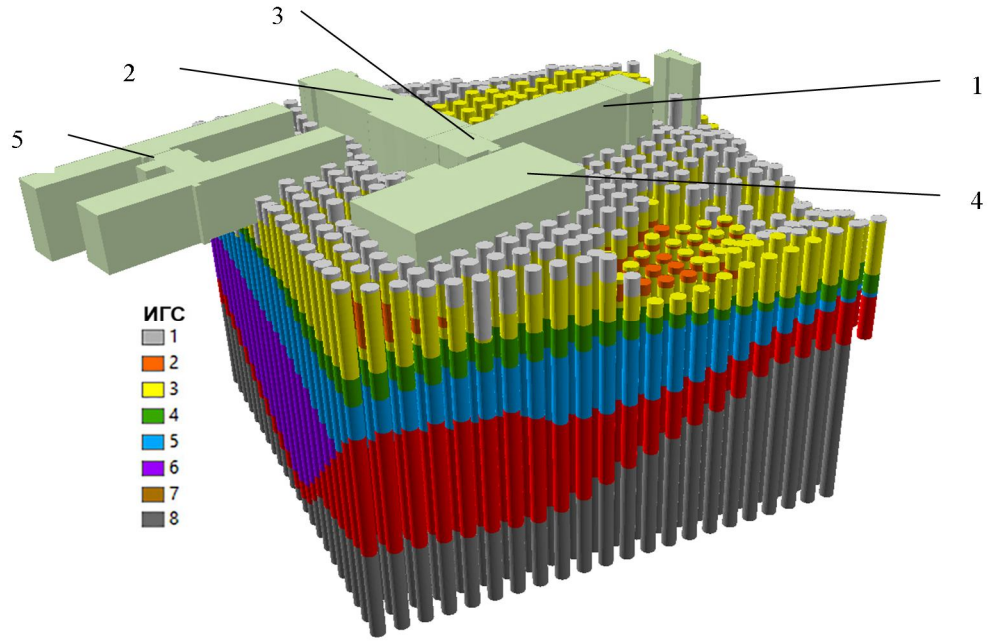


Рис. 2. 3D-модель инженерно-геологической строительной площадки до глубины 100 м с шагом 25 м: 1, 2, 3, 4 – промышленные здания комплекса, 5 – неконтролируемый объект

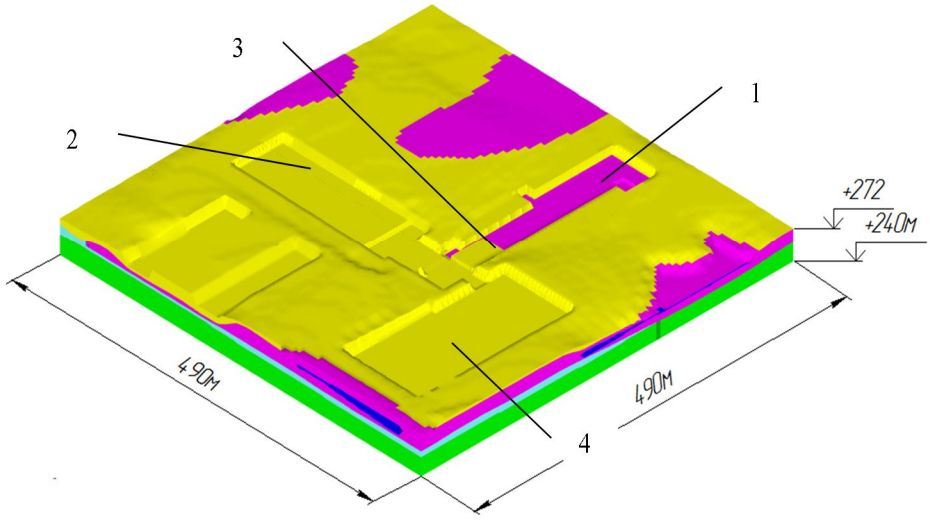


Рис. 3. Полупространство грунтового основания строительной площадки г. Железногорска, объединено в пять слоев (см. табл. 3)

В соответствии с номером ИГЭ каждому слою присваиваются физико-механические показатели (плотность, предельное сдвиговое напряжение и т.д.) и скорости распространения P- и S-волн (см. табл. 2). Значения скоростей получают при обработке и интерпретации материалов сейсморазведоч-

ных работ (КМПВ, ВСП) [17]. Для дальнейшей работы в среде ГИС вышеуказанные данные должны быть представлены в виде базы данных или электронной таблицы (табл. 3).

Для дальнейшего численного моделирования реакции геологической среды на сейсмические воздействия на основе вышеизложенных данных выполняется построение 3D-модели геологической среды площадки с некоторым шагом (рис. 2).

3. Технология и результаты детального сейсмического микрорайонирования строительной площадки.

3.1. Синтезированный каталог землетрясений. Процедуру ВАСО строительной площадки, реализованную в методике ОСР-97, можно обобщенно разделить на два крупных этапа [10, 18, 19]:

1. На основе модели зон ВОЗ генерируется синтезированный каталог землетрясений для заданного периода времени Т лет. Каждое землетрясение характеризуется набором параметров: магнитуда M_w; длина и ширина площадки очага; азимут верхней кромки с координатами, задающий направление простирания очага; угол падения (угол между горизонтальной плоскостью и площадкой очага); географические координаты и глубина гипоцентра (см. рис. 7).

2. От каждого землетрясения, обозначенного в каталоге, вычисляется сейсмический эффект в расчетной точке на основе принятой макросейсмической модели затухания, и набирается статистика количества сотрясений разной интенсивности, которая переводится в кумулятивный вид. Таким образом, для расчетной точки получается количество (N) сотрясений большей или равной интенсивности с принятым шагом по шкале. Разделив Т (интервал времени, для которого синтезирован каталог) на количество сотрясений N, получим значение интенсивности в баллах для определенного периода повторяемости. Таким образом, вычисляются величины балльности для нормативных периодов повторяемости 500, 1000 (ПЗ), 5000 и 10000 лет (МРЗ).

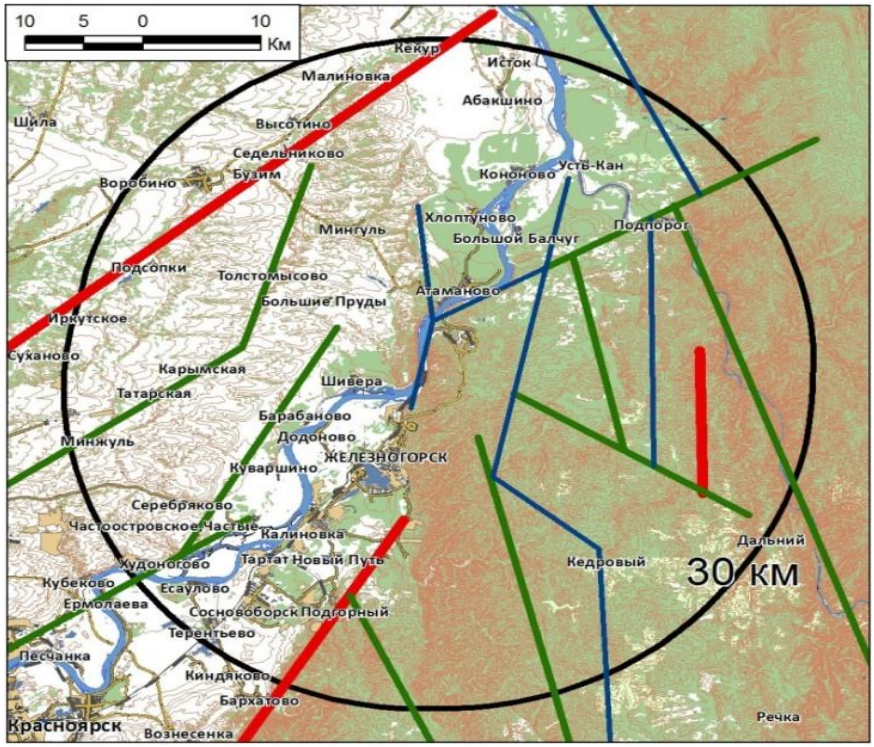
3.2. Региональная модель зон ВОЗ на основе полученной информации. Для вероятностного метода оценки сейсмической опасности используем модель зон ВОЗ, полученных в [16]. На рисунке 4 приведены линеаментные структуры 30 км и 300 км зоны строительной площадки, а на рисунке 5 – графическая интерпретация параметров и повторяемости землетрясений синтезированного каталога (1 / год) с магнитудами $Mlh \leq 5{,}0 \pm 0{,}2$.

Рассеянная сейсмичность задана для 30-километровой зоны ВОЗ. С учетом структурированной по линеаментам сейсмичности для 30-километровой зоны к домену отнесены землетрясения с магнитудами меньше или равные 3,2; для 30–100-километровой зоны меньше или равные 5,2 (рис. 6). В таблице 4 приведены параметры домена.

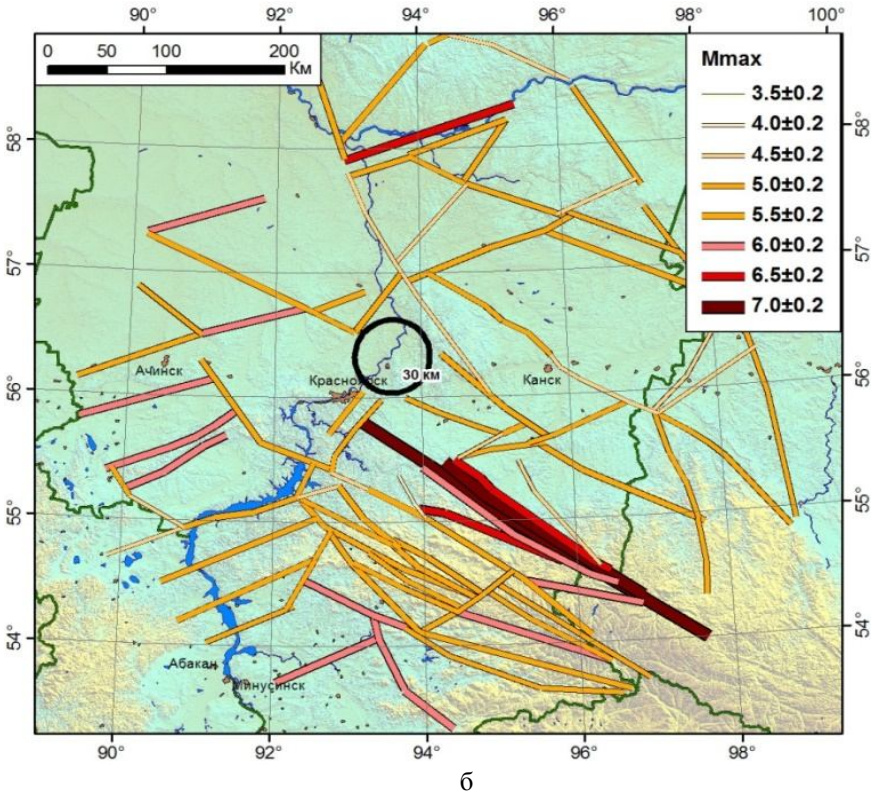
Таблица 4

Параметры зон ВОЗ – домены

Домен	M_{max}	S, км^2	Повторяемость землетрясений с Mlh					
			5,0 ± 0,2	4,5 ± 0,2	4,0 ± 0,2	3,5 ± 0,2	3,0 ± 0,2	2,5 ± 0,2
30	3	5,05	0	0	0	0	0,005923	0,016886



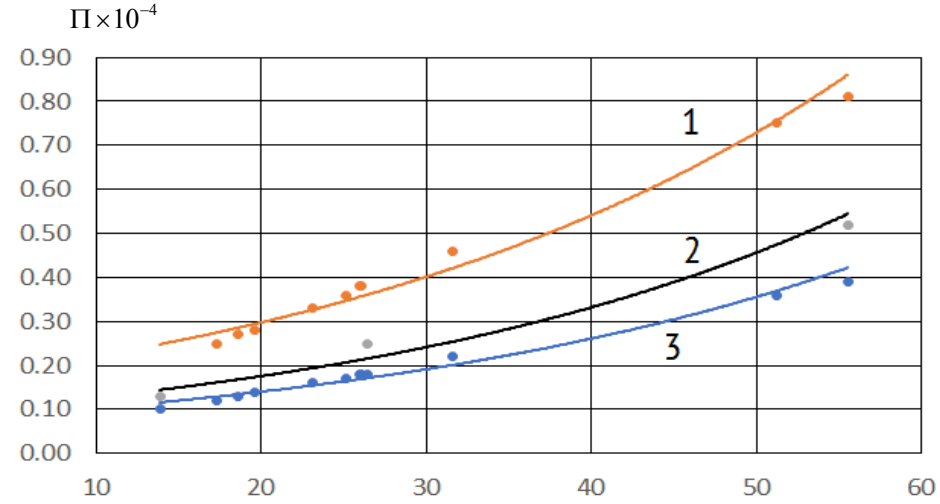
а



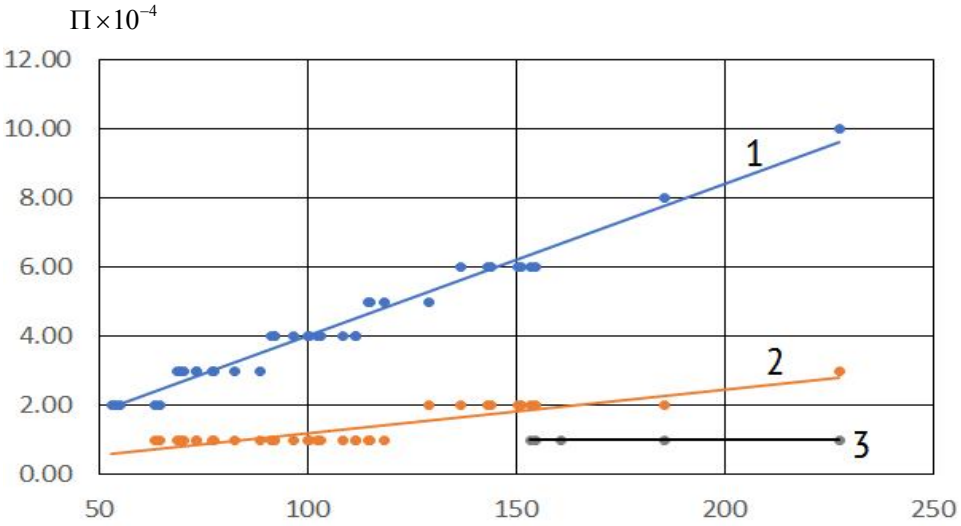
б

Рис. 4. Линеаментные структуры площадки исследований:
а – 30-километровой зоны, б – 300-километровой зоны

3.3. Моделирование каталога сейсмических событий на основе моделей зон ВОЗ. Используемое для расчетов ПМО PRB-60 и Восток-2003 [6, 20] позволяет выполнить построение синтезированного каталога сейсмических событий на основе заданной модели зон ВОЗ на требуемый период времени: 100 лет для ПЗ и 1000 лет для МРЗ.



а)



б)

Рис. 5. Повторяемость (П) землетрясений в год: а – ВОЗ 30 км зоны; б – ВОЗ 300 км зоны: 1 – магнитуда M = 4,0 ± 0,2; 2 – M = 4,5 ± 0,2; 3 – M = 5,0 ± 0,2

Таким образом, в основу расчета повторяемости сейсмических воздействий различной интенсивности на изучаемой территории (см. рис. 5) и её сейсмического районирования положена виртуальная сейсмичность, полученная путем разыгрывания случайным образом гипотетических очагов землетрясений из продленного во времени синтезированного каталога и в соответствии с созданной моделью зон ВОЗ. При этом каждое событие в каталоге характеризуется моментной магнитудой, длиной, шириной, азимутом простирания и уг-

лом падения площадки очага, а также географическими координатами и глубиной гипоцентра.

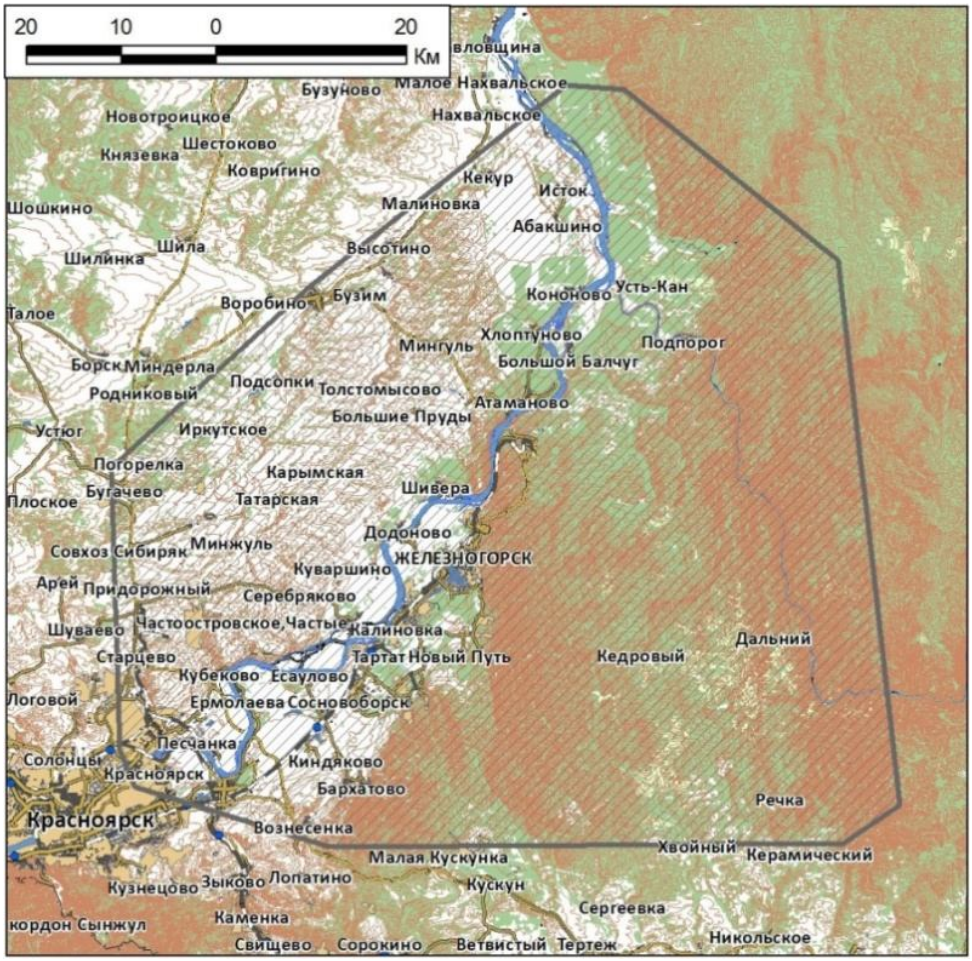


Рис. 6. Доменная структура 100-км зоны площадки строительства

С модельным синтезированным каталогом можно работать так же, как и с обычным наблюдаемым каталогом: строить графики повторяемости, карты проекций площадок очагов на поверхность (аналог карты реальных очагов), вертикальные разрезы очаговых зон и т.п.

На рисунке 8 приведен синтезированный каталог за период 10 000 лет для фоновой и структурированной сейсмичности. Длинные и короткие оси эллипсов соответствуют расчетным значениям L (длинны площадки очага) и W (ширины площадки очага). Здесь также отметим, что благодаря соответствующей сейсмологической параметризации линеаментно-доменных моделей зон ВОЗ и проигрыванию ее с помощью специального ПМО [20] стало возможным создавать синтетические карты сейсмичности на любой обоснованный интервал времени и изучать сейсмический эффект, создаваемый виртуальными очагами на земной поверхности. На основе такой технологии, с учетом затухания сейсмического эффекта с удалением от источников землетрясений, авторский коллектив работ [18, 19, 21–23] выполнил расчеты и построил карты ОСР-97 A, B, C и D для различных периодов повторяемости сейсмических воздействий – 500, 1000, 5000 и 10000 лет.

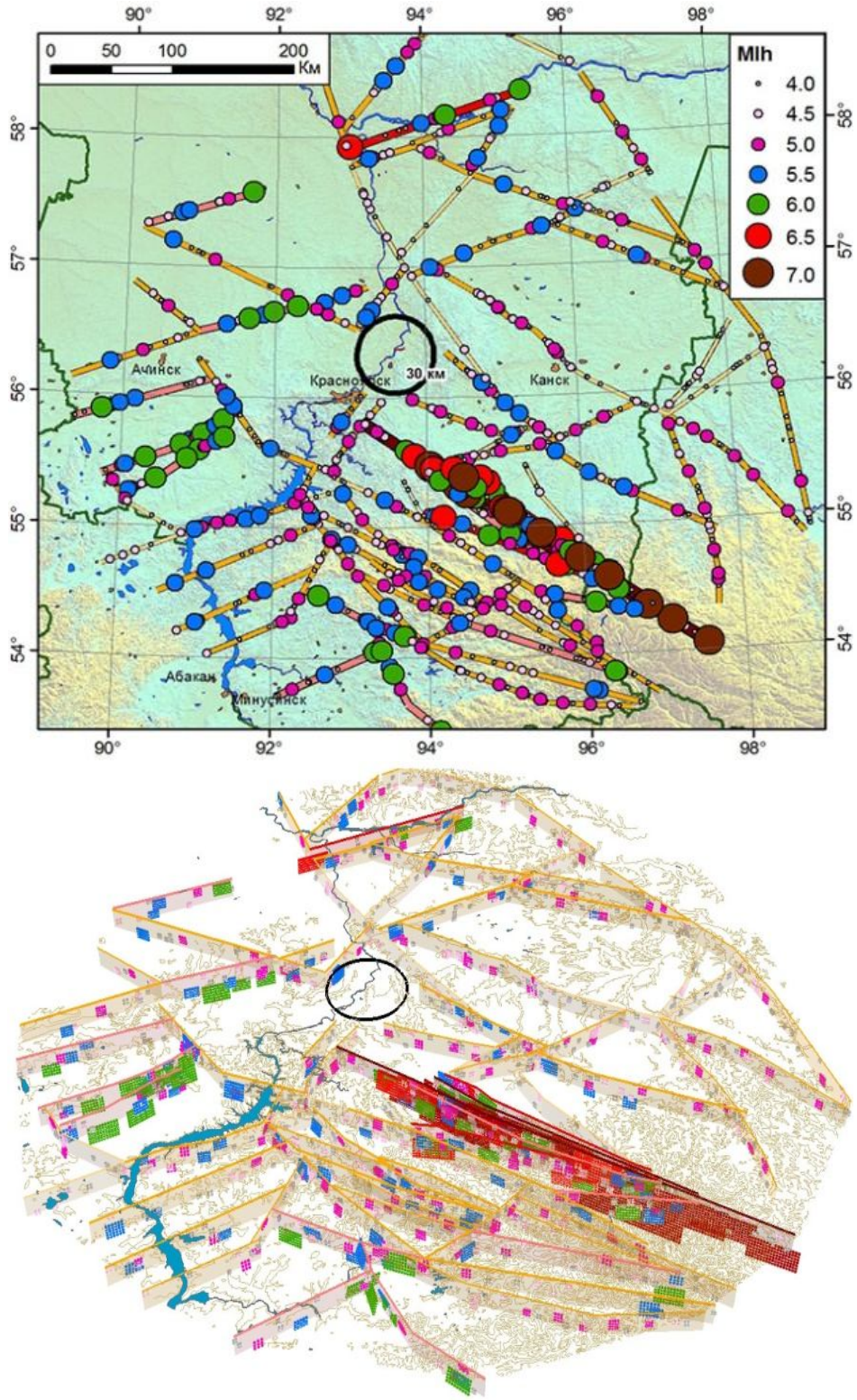


Рис. 7. Синтезированный каталог землетрясений на основе линейных зон ВОЗ дальней 300-километровой зоны г. Железногорска за 10000 лет:
а – эпицентры землетрясений; б – площадки очагов землетрясений

3.4. Эмпирические уравнения затухания численных характеристик сейсмических колебаний. Для расчета спектров реакции β Ф.Ф. Аптикаевым [24], на основе эмпирических зависимостей, предложено использовать спектры, нормированные по спектральному уровню и преобладающей частоте f_0 (рис. 8).

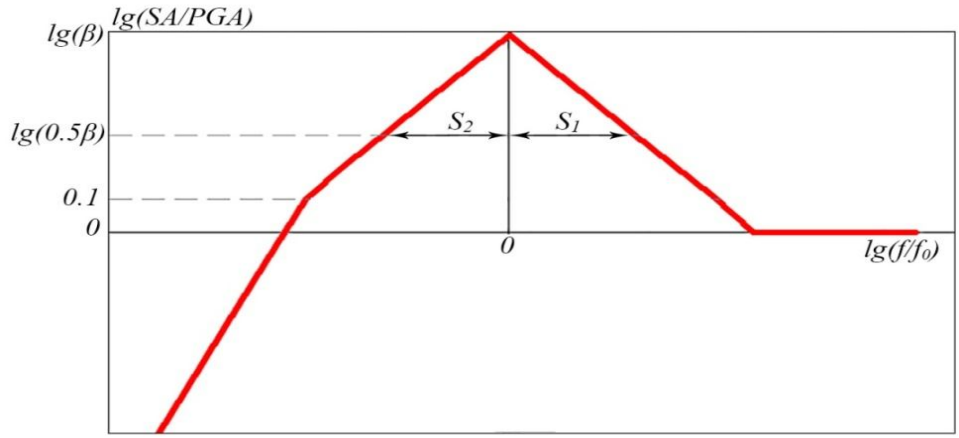


Рис. 8. Форма логарифмического сейсмического спектра реакции в нормированных ускорениях (логарифмического спектра коэффициентов динамичности SA / PGA). Обозначения: PGA – максимальное (пиковое) ускорение грунта; SA – амплитуда спектрального ускорения; f – частота колебаний; f_0 – преобладающая частота колебаний; β – максимальное значение спектрального коэффициента динамичности, β = SAmax / PGA; S_1, S_2 – логарифмическая ширина высокочастотной и низкочастотной полосы спектра соответственно; S – полная логарифмическая ширина спектра, $S = S_2 + S_1$

Ширина S спектра реакции ($S_2 + S_1$) измеряется между значениями частот, при которых уровень спектра достиг половины его максимального значения (рис. 8). При этом ширина спектра S равна двум октавам со стандартным отклонением 0,20 десятичного логарифма $\lg(f / f_0)$:

$$S = 0{,}6 + C_1 + C_2 \pm 0{,}20, \quad (1)$$

где в зависимости от геологических условий принимаются: $C_1 = -0{,}05$ для взбросов; $C_1 = 0{,}0$ для сдвигов и $C_1 = 0{,}05$ для сбросов; $C_2 = -0{,}1$ для грунтов первой категории, $C_2 = 0{,}0$ для грунтов второй категории и $C_2 = 0{,}1$ для грунтов третьей категории СНиП II-7-81* [4, 5]; f – частота, Гц; f_0 – преобладающая частота, Гц.

Максимальное значение спектрального коэффициента динамического усиления β в безразмерном виде определяется следующим образом:

$$\lg(\beta) = 0{,}72 - 0{,}28 \quad S + 0{,}07 \quad \lg\tau \pm 0{,}07, \quad (2)$$

где преобладающая частота f_0, Гц, находится по уравнению:

$$\lg(1 / f_0) = 0{,}15 \cdot Mlh + 0{,}25 \cdot \lg(R) + C_1 - 1{,}9 \pm 0{,}2, \quad (3)$$

в которых, в отличие от (1), постоянные принимаются: $C_1 = -0{,}10$ для взбросов, $C_1 = 0{,}00$ для сдвигов и $C_1 = 0{,}10$ для сбросов; Mlh (Ms) – магнитуда землетрясения на свободной поверхности, R – минимальное расстояние от выбранного места модельного землетрясения до соответствующей расчетной точки строительной площадки в км (см. рис. 6); τ – длительность расчётной фазы колебаний, с, предложенная Ф.Ф. Аптикаевым. Это интервал времени, во время кото-

рого амплитуда исследуемой акселерограммы превышает 50 % от максимального уровня.

Расчётный период колебаний $T_0 = 1 / f_0$ находят по следующейзависимости:

$$\lg T_0 = 0{,}15\mathrm{Mlh} + 0{,}25 \lg R + C_3 - 1{,}9 \pm 0{,}2, \quad (4)$$

где Mlh – магнитуда землетрясения, определяемая по сейсмическим волнам на свободной поверхности земли; R – минимальное расстояние от границы площадки расчётного модельного землетрясения до расчетной точки стройплощадки, км; константа $C_3 = -0{,}10$ для взбросов, $C_3 = 0{,}00$ для сдвигов и $C_3 = 0{,}10$ для сбросов аналогично (3).

Максимальная амплитуда расчётного спектра реакции во всем исследуемом диапазоне частот находится следующим образом (см. рис. 8):

$$\mathrm{SAmax} = \beta \cdot \mathrm{PGA},$$

где PGA(см / $с^2$) – пиковые ускорения горизонтальных компонент рассчитываются по параметрам очага землетрясения с использованием известных решений Ф.Ф. Аптикаева и С.А. Перетокина [24, 25] по зависимостям:

$$\lg(PGA) = \begin{cases} C_4 \cdot 0.9 + 2.23 \pm 0.16, & при\ R \le (0.33 \cdot Mlh - 1.51), \\ C_4 \cdot (0.33 \cdot Mlh - 0.61 - \lg R) + 2.23 \pm 0.16, & при\ (0.33 \cdot Mlh - 1.51) < R \le (0.33 \cdot Mlh - 1.61), \\ 0.634 \cdot Mlh - 1.92 \cdot \lg R + 1.076 \pm 0.18, & при\ R > (0.33 \cdot Mlh - 1.61), \end{cases} \quad (5)$$

где коэффициент C_4 принимается следующим образом: $C_4 = 0{,}467$ для сбросов, $C_4 = 0{,}550$ для сбросо-сдвигов, $C_4 = 0{,}633$ для сдвигов, $C_4 = 0{,}717$ для взбросо-сдвигов и $C_4 = 0{,}800$ для взбросов.

Особенностью ВАСО является обязательность вероятного подхода к разбросу величин параметров исследуемых моделей. Для проанализированных эмпирических зависимостей это выглядит как добавка к расчетным значениям lg(PGA), $\lg(1 / f_0)$, S, $\lg(\beta)$ случайных величин с обычно используемым нормальным распределением. При этом стандартное отклонение σ приводится со знаком ±.

Так как используемый на первом этапе процедуры ВАСО синтезированный каталог насчитывает сотни тысяч землетрясений, предложенные независимые случайные добавки позволяют получить диапазон PGA, f_0, S, β. Он схож с реально наблюдаемым в статистике, который и заложен в основу приведённых эмпирических зависимостей (5).

Таким образом, чем более длительный период сейсмических воздействий подвергается исследованию, тем выше вероятность существенных отклонений от имеющихся средних зависимостей. Данное явление иллюстрируется тем, что оценки сейсмической опасности для длительных периодов повторяемости (Т = 10000 лет) на вероятностных картах ОСР-97 выше, чем полученные детерминистскими методами (по средним зависимостям) [26].

На втором этапе процедуры ВАСО для исследуемой расчетной точки строительной площадки требуется получить набор спектров реакции от всех используемых для анализа модельных землетрясений. Для этого статистика выбирается как для расчетной интенсивности, так и для PGA, а также амплитуд реакции на фиксированных периодах: 0,1; 0,2, 0,3; 0,4; 0,5; 0,7; 1,0; 2,0; 3,0; 5,0 с. В результате расчётного анализа получены обобщенные спектры реакции для периодов повторяемости ПЗ и МРЗ (рис. 9, табл. 5).

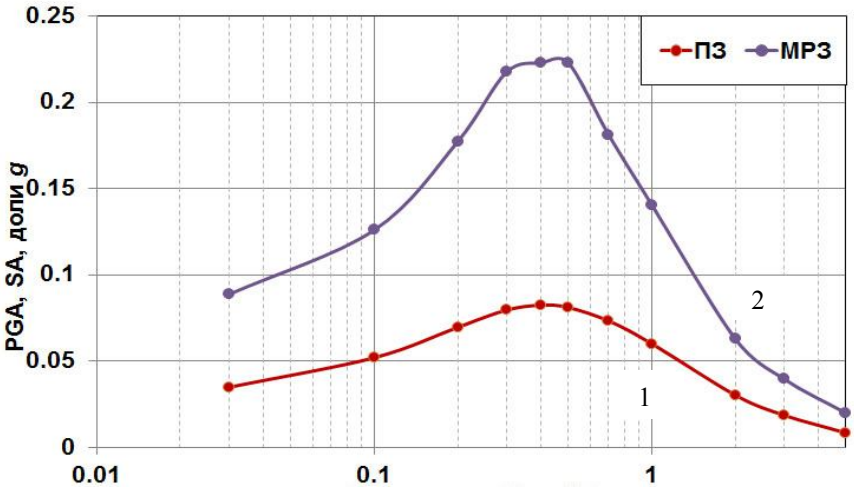


Рис. 9. Обобщенные сейсмические спектры реакции для периодов повторяемости ПЗ и МРЗ строительной площадки г. Железногорска: 1 – ПЗ; 2 – МРЗ

Таблица 5

Расчетные пиковые ускорения и амплитуды обобщенных спектров реакции при разных периодах повторяемости

Период повторяемости Т, лет	Пиковое ускорение PGA, см / с^2	Амплитуды обобщенных спектров реакции SA, доли g*, на периодах колебаний Т, с									
		0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,7	1,0	2,0	3,0	5,0
1000 (ПЗ)	0,035	0,052	0.070	0,080	0,082	0,081	0,073	0,060	0,030	0,019	0,009
10000 (МРЗ)	0,089	0,126	0,177	0,218	0,223	0,223	0,181	0,141	0,063	0,040	0,020

3.5. Пересчет макросейсмической балльности в амплитудные параметры сейсмических ускорений. В период с 1960 по 2000 г. большинство стран, в том числе и Россия, перешли к сейсмическому районированию в вопросах расчёта сейсмической устойчивости зданий и сооружений. При этом нормируются следующие параметры колебаний: максимальные ускорения, максимальные скорости или уровни спектра реакции (амплитуды спектральных ускорений) [18, 19]. Карты ОСР являются основой комплекса нормативных документов, поэтому отражённые картографические данные напрямую увязаны с принятой методикой расчёта сейсмических нагрузок на здания и сооружения при проектировании.

Преимущества и недостатки принятых для нормативных расчётов амплитудных параметров и макросейсмической интенсивности как исходных данных оценки сейсмических нагрузок в настоящее время широко обсуждаются. Большинство мнений авторов сводится к тому, что адекватно описывать сейсмическое воздействие возможно только с учетом комплекса данных, таких как амплитудные характеристики колебаний, их частотный состав и продолжительности воздействия.

Широко используемая макросейсмическая интенсивность в баллах отражает в первую очередь уровень повреждений типовых зданий с известной уязвимостью, являясь достаточно удобной системой оценки уязвимости зданий для слабоизученных территорий. Набрать статистику данных, базирующуюся на уровне конечных воздействий и необходимую для построения такой сейсмической модели проще, чем создавать базу данных сильных движений с записями реальных землетрясений [27, 28].

В настоящее время СП (СНиП) [4, 5] принята процедура перехода от нормативной балльности к нормативным ускорениям и сейсмическим спектрам реакции. Очевидно, что недостаток данных отразится на достоверности получаемых результатов. Ненадежность этого перехода предложено компенсировать повышающими коэффициентами.

Для особо ответственных сооружений нормативные документы ОИАЭ требуют указанной выше оценки сейсмических эффектов как в пиковых, так и в спектральных ускорениях [29–35]. Однако переход в расчётах от интенсивности к ускорениям, а тем более к сейсмическим спектрам реакции в условиях недостатка исходных параметров осложняет задачу, стоящую перед проектировщиками. Как отмечалось выше, необходимо учитывать, что шкала макросейсмической интенсивности MSK-64 является описательной шкалой повреждений типовых зданий и сооружений при сейсмических воздействиях. Каждому баллу в MSK-64 соответствует диапазон физических параметров воздействия или их сочетаний. Следует также учесть, что интервалы этих параметров для разных баллов пересекаются. Для устранения этого противоречия на практике применяют эмпирические соотношения, связывающие ускорение грунта и сейсмическую интенсивность и определяющие среднюю (с 50%-й обеспеченностью) зависимость между ними, а также оценивается вероятный разброс полученных значений. Для шкалы MSK-64 указанное соотношение имеет следующий вид:

$$\lg(\mathrm{PGA}) = -0{,}1 + 0{,}3 \quad \mathrm{I}, \qquad (6)$$

где PGA (peak ground acceleration) – максимальное (пиковое) ускорение колебаний грунта в пункте наблюдения в горизонтальной плоскости, см / $с^2$; I – сейсмическая интенсивность, балл.

Ф.Ф. Аптикаевым было предложено несколько иное соотношение, дающее более высокие значения расчётных параметров в области сильных землетрясений. Данное соотношение увязывает физические параметры сейсмических воздействий (где PGA, см / $с^2$; PGV, см / с; PGD, см, – пиковые ускорение, скорость и смещение грунта соответственно) и макросейсмическую балльность (I) [24], по которому средняя зависимость между PGA и I имеет вид:

$$\lg(\mathrm{PGA}) = -0{,}755 + 0{,}4 \quad \mathrm{I}. \qquad (7)$$

Примером указанного выше пересчета является международная карта глобальной сейсмической опасности (GSHMAP) [36, 37], для которой значения интенсивности, найденные по карте ОСР-97-А, пересчитывались в пиковые ускорения по зависимости В.И. Уломова. Эта зависимость дает значения, находящиеся в диапазоне между полученным по зависимостям (6) и (7) [21]:

$$\lg(\mathrm{PGA}) = -0{,}222 + 0{,}333 \quad \mathrm{I}. \qquad (8)$$

Очевидно, формулы (6), (7) и (8) позволяют получить лишь приблизительные оценки. По существу, пересчет вероятностных оценок балльности в ускорения по зависимостям (6) ÷ (8) равнозначен пересчету традиционной модели

сейсмического воздействия, что само по себе не вполне корректно. Кроме того, анализ результатов расчёта для землетрясений высоких балльностей показывает, что пиковые ускорения по соотношениям (6) и (7) могут различаться между собой почти в два раза.

Компенсировать вероятный разброс значений PGA (6)–(8) относительно средних величин нормативными документами [8, 9] предлагается вводом в расчёт понятия «обеспеченность», т.е. существует вероятность превышения нормируемых расчётных значений. Для того введены понятия пиковых ускорений при 50-ти и 84%-й обеспеченности расчетной балльности [29]. Например, по зависимости (7) землетрясению интенсивностью 6 баллов соответствует среднее значение PGA, равное 44 см / с^2 при 50%-й обеспеченности и 78 см / с^2 при 84%-й. Как отмечалось выше, это представляется вынужденной мерой, позволяющей в определенной степени застраховаться от получения параметров реального землетрясения с большими значениями относительно нормативного. Такой подход позволяет сбалансировать между собой завышенные запасы прочности, сопровождающиеся высокой стоимостью объекта, но не решающей проблему как таковую с точки зрения достоверности расчёта. Кроме того, существуют объекты, расчёты которых требуют повышенного внимания к вопросам сейсмической безопасности. Так, оценка сейсмической опасности с вероятностью, равной 1,5 % и 10 % (а для атомных объектов – 0,5 %), использование зависимостей 50-ти или 84%-й обеспеченности (6) и (7) превышения полученных значений за 50 лет требует предосторожности.

Как показывает анализ результатов расчётов для значительных удалений от эпицентра землетрясения, приведённые выше расчётные зависимости дают сходные значения нагрузок. Рассмотрим графики затухания пикового сейсмического среднего значения ускорения колебаний грунта в зависимости от удаления площадки от очага (рис. 10). На графике представлены результаты расчёта по зависимостям (5)–(7) [18, 19, 24] из которых видно, что для MS = 6,5 на расстоянии 25 км кривые № 1 и № 3 практически совпадают, а график № 2 расположен существенно выше. Однако для MS = 6,0 (рис. 10а) на расстоянии 20 км совпадают кривые № 2 и № 3, а график № 1 проходит ниже. Учитывая, что землетрясения с MS = 6,5 на расстоянии более 25 км вносят наибольший вклад в статистику разрушений при сейсмических воздействиях, можно сделать вывод, что формула (6) при прямом пересчете I в PGA дает результат, близкий к результатам расчетов по приведённой зависимости (5).

Учитывая, что используемые модели ВОЗ и сейсмического эффекта принятые в [25], продемонстрировали приемлемую достоверность. Открывается возможность более корректного пересчета дробных значений баллов в PGA (см / с^2) по зависимостям (9), полученным путем линейной аппроксимации известного набора расчетных точек «пиковое ускорение – балльность» (9):

$$\lg(PGA) = \begin{cases} 0.72 + 0.12 \cdot I_0 \pm 0.03 \quad при \quad 5.5 \le I_0 < 6.5 \\ -2.19 + 0.57 \cdot I_0 \pm 0.06 \quad при \quad 6.5 \le I_0 < 7.5 \\ -0.90 + 0.40 \cdot I_0 \pm 0.05 \quad при \quad 7.5 \le I_0 < 8.5 \\ 0.27 + 0.26 \cdot I_0 \pm 0.02 \quad при \quad 8.5 \le I_0 < 9.5 \end{cases}. \qquad (9)$$

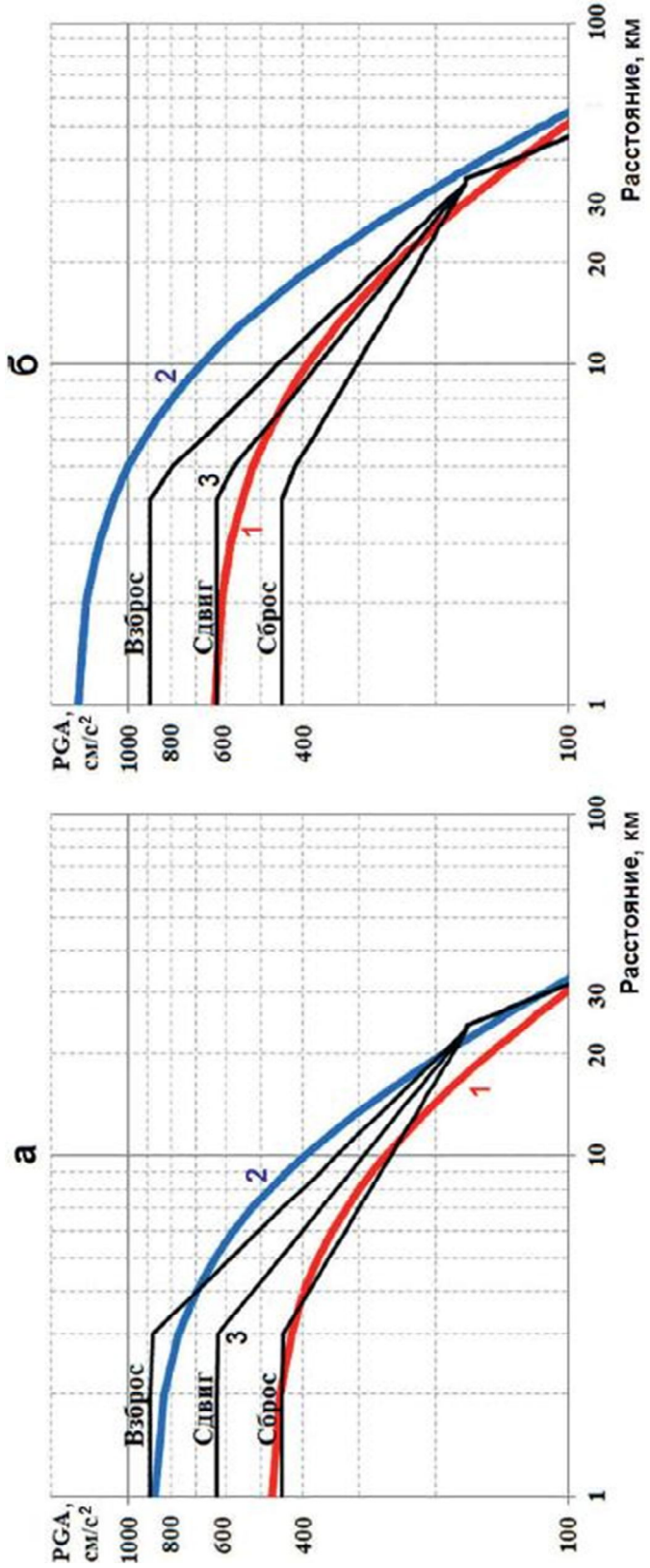


Рис. 10. Средние графики затухания пикового ускорения колебаний грунта PGA с расстоянием от площадки очага для магнитуды MS, равной 6,0 (а) и 6,5 (б), полученные по модели затухания А.А. Гусева [18,19], пересчитанной по формулам (6) и (7) (см. (1) и (2)) и по модели затухания Ф.Ф. Аптикаева [24] по формулам (5) (см. (3))

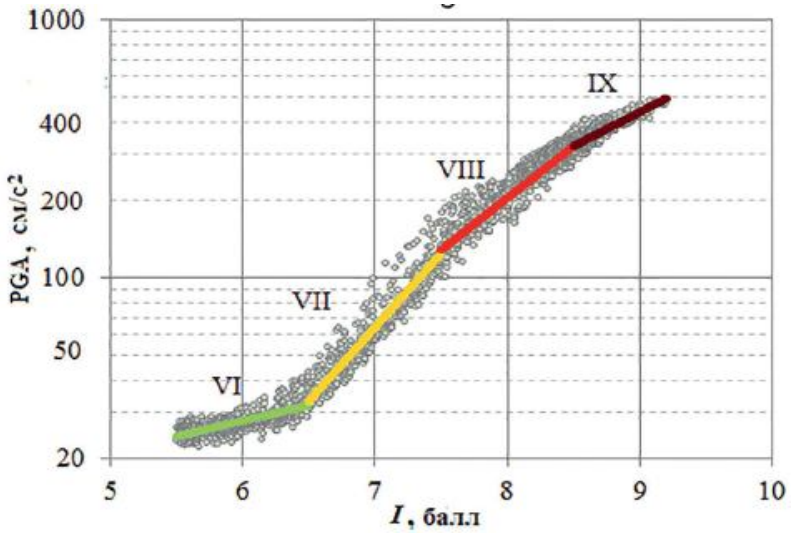


Рис. 11. Сопоставление результатов линейной аппроксимации (9) расчетной зависимости «PGA-I» (точки) по интервалам интенсивности 6, 7, 8 и 9 баллов с графиками, полученными по формулам (6) и (7)

Как отмечалось ранее, после знаков «±» добавлены стандартные отклонения. На рисунке 11 представлен аппроксимирующий график, построенный по формулам (9), где выделенные отрезки соответствуют интенсивностям сейсмичности VI, VII, VIII и IX баллов [4, 5]. Можно добавить, что качественной особенностью обобщающего графика на рисунке 12 является непрерывность зависимости сейсмической интенсивности (I + ΔI) от пиковых ускорений PGA (см / $с^2$) [27, 28] в отличие от дискретного набора расчётных линий (9).

3.6. Расчет сейсмической интенсивности. Расчет сейсмической интенсивности является важнейшим элементом получения реальной картины воздействия на здания и сооружения во время землетрясения и производится с применением метода сейсмических жесткостей и различных реализующих его программ, рассчитывающих параметры колебаний поверхности грунтовой толщи как один из наиболее распространённых вариантов на основе линейных уравнений [13] методом тонкослоистых сред по программе Grunt (ИФЗ РАН) либо методом передаточных функций, реализованном в программе WinShake (модификация SHAKE 91 [36]).

Е.В. Бодякиным [11] предложено, при использовании метода сейсмических жесткостей инструментальная оценивать скоростные свойства сейсмореализующего слоя земли рассматривать как базу для расчета приращений сейсмической интенсивности. В свою очередь, оценка по методу сейсмических жесткостей выполняется на основе расчёта скоростей распространения сейсмических волн в пропластках различной плотности и соответствующей им скорости распространения волны в верхней (10-метровой) толще изучаемого и эталонного грунта с учетом влияния обводненности грунта.

Расчеты выполняются по формуле:

$$J = J_0 + DJ_c + DJ_B, \qquad (10)$$

где J – сейсмическая интенсивность в баллах с учетом конкретных пластовых условий; J_0 – исходная сейсмическая интенсивность в баллах в средних грунтовых условиях (в данном случае II категория по сейсмическим свойствам)

по данным УСО; DJ_c – приращение сейсмической интенсивности (интерференции) за счет различия акустических жесткостей пропластков на изучаемом и эталонном участке:

$$DJ_c = 1{,}67\lg (V(p,s)p / V(p,s)ip_i), \quad (11)$$

где V(p,s)p и V(p,s)ipi – средневзвешенные значения скоростей распространения продольных и поперечных волн для расчетной структуры пласта на изучаемом и эталонном участках; p и p_i – аналогично средневзвешенные значения плотностей на изучаемом и эталонном участке; DJ_B – приращения сейсмической интенсивности за счет изменения сейсмических свойств пласта при обводнении грунта [12, 13].

Для перерасчета пикового ускорения в интенсивность предложено использовать соотношение Ф.Ф. Аптикаева [24]:

$$I = 2{,}5 \lg(PGA, \text{см} / \text{с}^2) + 1{,}25 \lg(d, \text{с}) + 1{,}05. \quad (12)$$

3.7. Соотношение расчетной интенсивности и длительности колебаний. При использовании динамических методов расчета сооружений на сейсмостойкость широко используются синтезированные акселерограммы, набор требований к которым наиболее четко прописан в нормативно-методических документах [8, 9, 29, 38]. Важнейшими характеристиками синтезированной акселерограммы являются ее длительность и форма огибающей, и, к сожалению, рекомендации разных нормативных документов по их заданию существенно расходятся. В частности, в работе [24] предложена эмпирическая зависимость для оценки длительности колебаний на фиксированном расстоянии от эпицентра землетрясения с заданной магнитудой:

$$\lg\tau = 0{,}15\ MS + 0{,}5\ \lg R + C_5 + C_6 - 1{,}3 \pm \sigma, \quad (13)$$

где τ – длительность основной фазы колебаний, с, рассматриваемая как интервал времени, в течение которого амплитуда огибающей колебаний превышает 1/2 значения максимального уровня; константы $C_5 = -0{,}25$ для взбросов, $C_5 = -0{,}00$ для сдвигов и $C_5 = -0{,}25$ для сбросов; константа $C_6 = -0{,}15$; 0,00; 0,4 для грунтов 1-й, 2-й, 3-й категории соответственно; σ – стандартное отклонение: $\sigma = 0{,}3$.

Учитывая, что в нашем случае расчетное сейсмическое воздействие не имеет привязки к конкретному сочетанию магнитуда-расстояние (Ms, R), а представляет собой интегральное значение от всех возможных комбинаций (Ms, R) в рамках используемых моделей зон ВОЗ и сейсмического эффекта (см. рис. 5).

Учитывая, что в результате ВАСО получили параметры сейсмических воздействий с заданной обеспеченностью, разумно для оценки длительности (13) использовать тот же подход на основе деагрегационного анализа сейсмической опасности для строительной площадки:

1. Если землетрясение синтезированного каталога обеспечивает сотрясение на площадке, равное или большее чем расчетное (см. табл. 6 ПЗ = 5,5 и МРЗ = 6,8), то по формуле (13) рассчитывается длительность колебаний сотрясений τ(Ms, R) с учетом σ.

2. Из полученного набора длительностей набирается статистика количества землетрясений с шагом по τ. В результате этого для каждого интервала длительности получаем количество землетрясений, вызвавших на площадке сотрясение, равное или большее чем IT, где T – период повторяемости сейсмических воздействий.

3. После этого следует перевести статистику в процентное соответствие от общего количества сотрясений и преобразовать в кумулятивный вид по принципу меньшей и равной длительности.

В результате указанной процедуры (пп. 1–3) для интенсивности IT получаем соответствие длительности τ и ее процентной обеспеченности, то есть вероятности того, что длительность землетрясения ≥ IT не превысит τ. Все это позволяет получить для исследуемой площадки оценку длительности колебаний τ с той же вероятностью не превышения, что и оценку интенсивности (10) или амплитудных параметров (5). На рисунке 12 приведены графики оценки вероятной длительности колебаний τ для строительной площадки г. Железногорска для расчетной интенсивности сотрясений с периодами повторяемости Т, равными 1000, 10000 лет, что соответствует ~ 95 %, 99,5 % вероятности не превышения в течение 50 лет.

Принимая для оценок длительности значения τ той же обеспеченности, что и расчетная интенсивность, получим вероятностные оценки параметров расчетных сейсмических воздействий, приведенных в таблице 6.

Таблица 6

Вероятностные оценки сейсмической опасности на средних грунтах строительной площадки г. Железногорска

Параметр	ПЗ	МРЗ
Период повторяемости воздействий Т, лет	1000	10000
Интенсивность на грунтах II категории, балл	5,5	6,8
Интенсивность на грунтах I категории, балл	4,5	5,8
PGA на грунтах II категории, см / с^2 (см. табл. 4)	35	89
PGA на грунтах I категории, см / с^2	18	45
Продолжительность колебаний τ, с	7,6	22

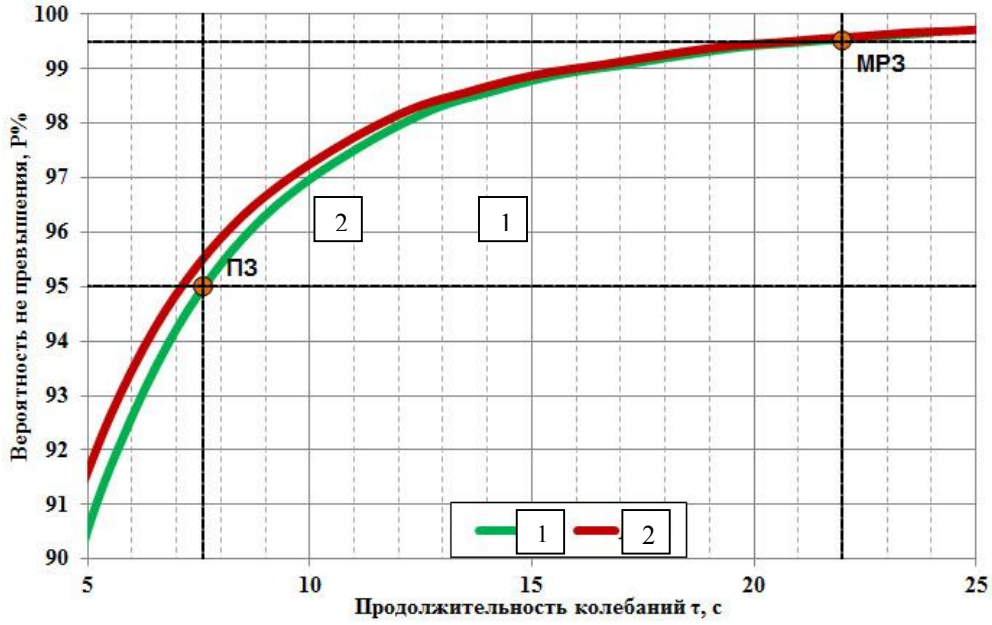


Рис. 12. Расчетные графики длительности сотрясений строительной площадки ОИАЭ г. Железногорска: 1 – ПЗ; 2 – МРЗ

4. Синтезированные акселерограммы. В соответствии с Приложением 3 РБ-006-98 [8] и требованиями МР1.5.2.05.999.0025-2011 [29], для строительной площадки были рассчитаны исходные трехкомпонентные акселерограммы уровней воздействия ПЗ и МРЗ, для генерации которых использовался метод, рекомендуемый Приложением 3 РБ-006-98 [8]. Акселерограмма, соответствующая спектру динамического ускорения, представленного на рисунке 10, имеет вид:

$$a_{\beta}^{0}(t) = A(t)\sum_{t=1}^{na} B_i \cdot \sin(\omega \cdot t + \varphi), \qquad (14)$$

где A(t) – огибающая (max|A(t)| = 1) единичной нормализованной акселерограммы, а фазовые углы φ представляют собой равномерно распределенные в интервале от 0 до 2π случайные величины с шагом Δω по частоте. В качестве первого приближения для B_{i1} используются значения, непосредственно взятые с заданной кривой β(T) (см. рис. 9) для соответствующих значений частот ω_i. Следующее приближение определяется по формуле:

$$B_{i2} = B_{i1}\frac{\beta(T)}{\beta_1(T)}, \qquad (15)$$

в которой β(T) принимается по обобщенному спектру динамического ускорения (см. рис. 9), а $\beta_1(T)$ – кривая, полученная на первом шаге итерации.

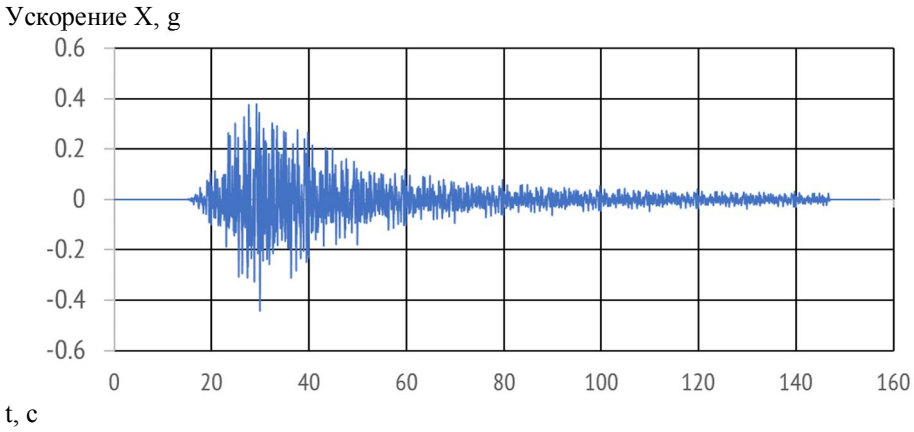
В результате на рисунке 13 приведена модельная исходная 3-компонентная интегрируемая акселерограмма уровня МРЗ MSK-64 на скальном основании. На рисунках 14–16 приведены соответственно ее 3-компонентные спектры ответа (ССО), безразмерные сейсмические коэффициенты динамичности и амплитудно-частотная характеристика (АЧХ). Дополнительно укажем, что на СКД модельной акселерограммы (см. рис. 15) при затуханиях 2,4 % и 8 % наложен СКД СП [5], который характеризуется 7–8 % затуханием.

5. Численное моделирование реакции грунта на сейсмические воздействия. Моделирование реакции геологической среды на землетрясения выполняются в программах WinShake [36] и Deepsoil 6.1 [39], посредством пересчета акселерограммы (см. рис. 13) через сейсмогеологические модели на дневную поверхность. Алгоритм программ состоит в последовательной обработке опций, заданных в командном файле.

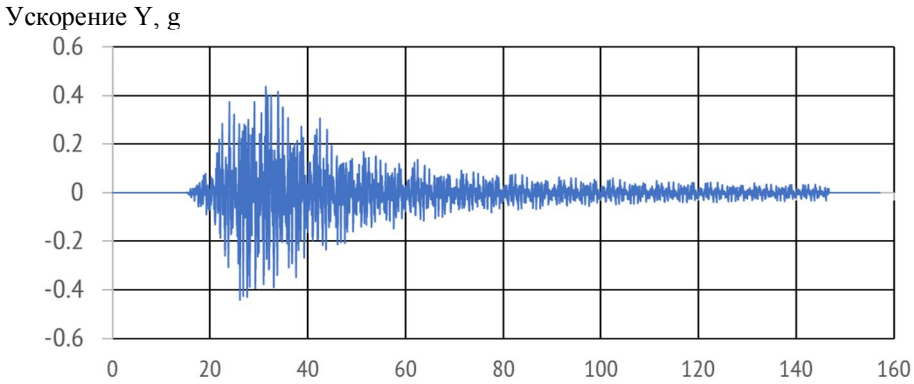
Грунтовый разрез описывается как совокупность перечисляемых и нумеруемых сверху вниз слоев (см. табл. 1, 3), включая полупространство (рис. 3), каждый из которых имеет свои механические параметры. Каждый слой может быть разбит на подслои одинаковой мощности с механическими параметрами своего слоя для выяснения свойств характера сейсмического движения на нужной глубине разреза, либо слои и подслои с близкими физико-механическими параметрами могут быть объединены в один с усредненными параметрами. В частности, в настоящей работе все слои объединены в пять, с усредненными физико-механическими параметрами, что и показано на рисунке 4.

Входное сейсмическое движение (рис. 13) считывается из форматного файла. Нелинейное и неупругое поведение грунта при нагрузках, вызванных сильными движениями, описывается изменением модулей упругости и затухания материалов слоев, отвечающими вызванной деформации. Их значения определяются итеративно посредством приведения максимальной деформации к некоторой однородной среде для слоя.

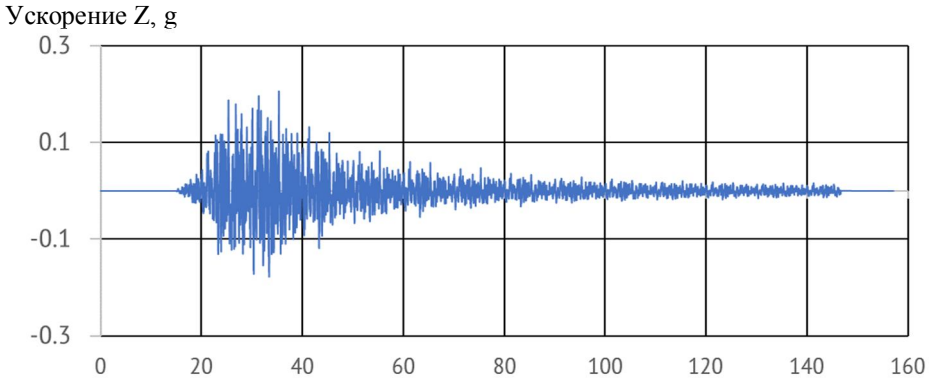
Для этих целей расчеты проводились для уровней воздействия на поверхности 7,0, 7,2, 7,4, 7,6, 7,8, 8,0 балла МРЗ MSK-64. По результатам расчетов получены расчетные трёхкомпонентные акселерограммы, велосиграммы, сейсмограммы для дневной поверхности, на уровнях фундаментов зданий 1, 2, 3 и 4 и на подошве полупространства грунта (рис. 3) на отм. + 240 м, PGA в долях g = 9,81 м / с^2 которых приведены в таблицах 7–9.



а)



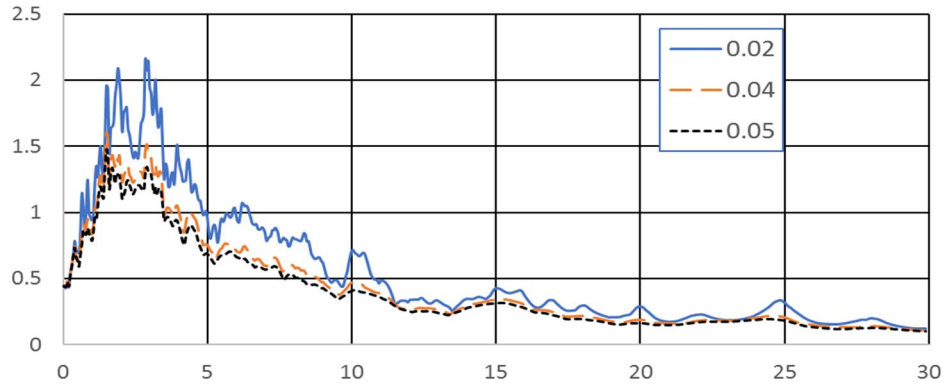
б)



в)

Рис. 13. Модельная исходная 3-х компонентная синтезированная акселерограмма уровня МРЗ MSK-64: а, б, в – компоненты X, Y и Z на скальном основании

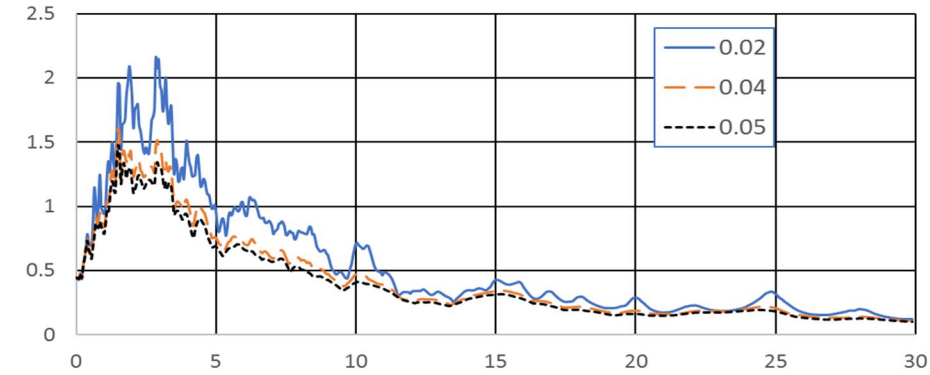
Ускорение X, g



ω, Гц

а)

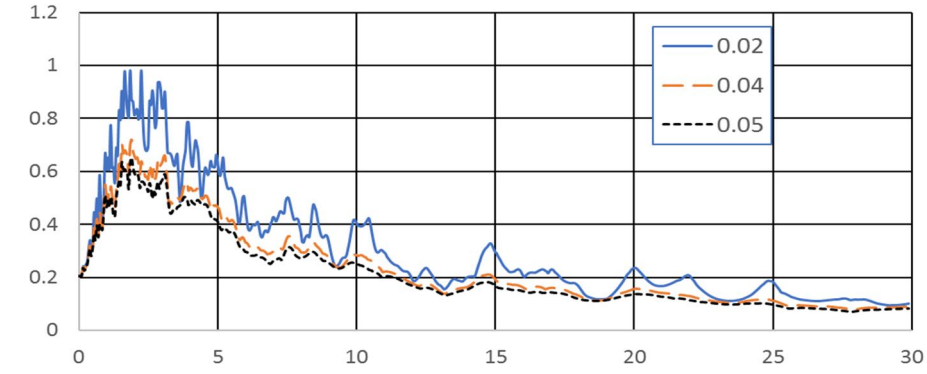
Ускорение Y, g



ω, Гц

б)

Ускорение Z, g

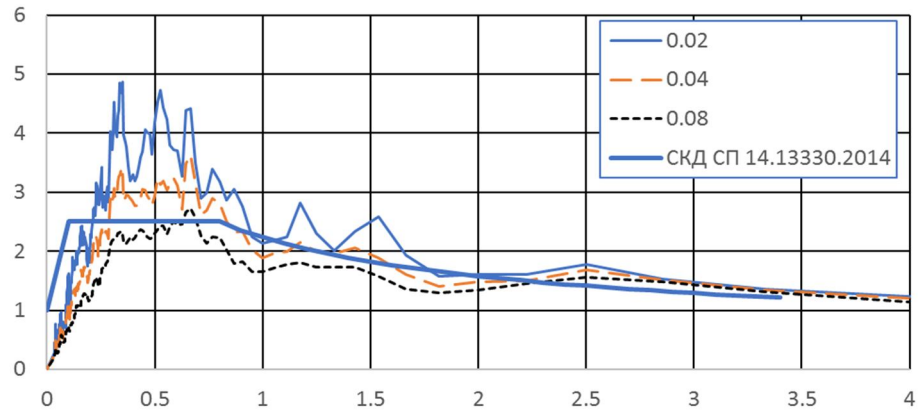


ω, Гц

в)

Рис. 14. ССО на частотной оси 3-х компонентной модельной синтезированной акселерограммы уровня МРЗ MSK-64 на скальном основании СП [5] при относительном затухании 2,4 и 5% (см. рис. 13): а, б, в – компоненты X, Y и Z

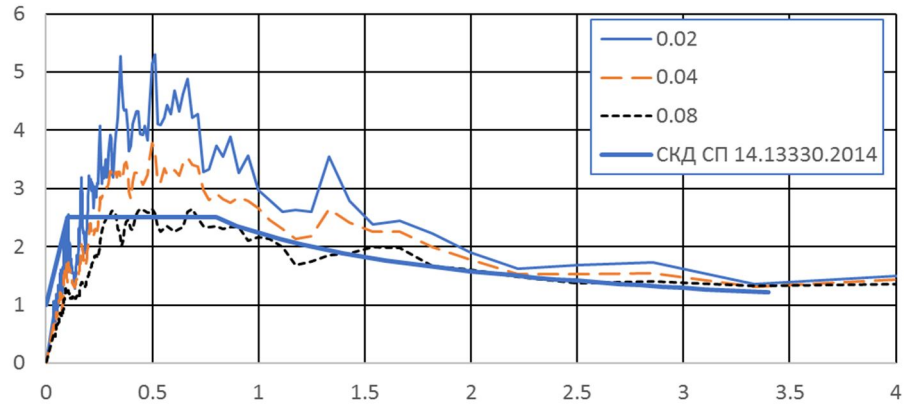
Компонента X



Период T, с

а)

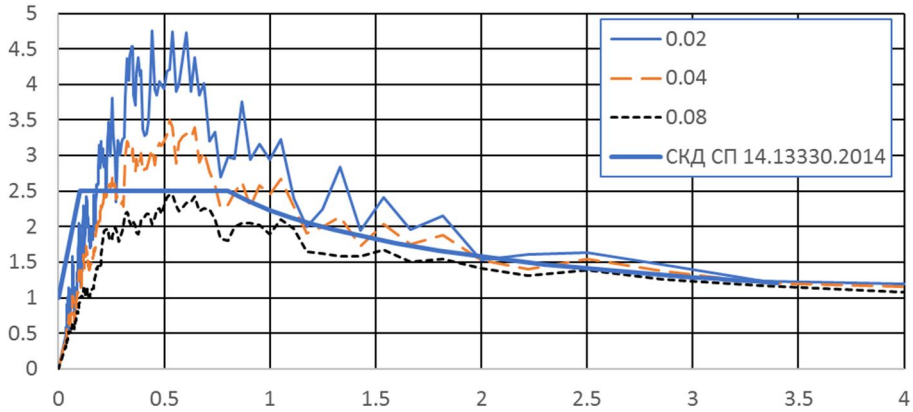
Компонента Y



Период T, с

б)

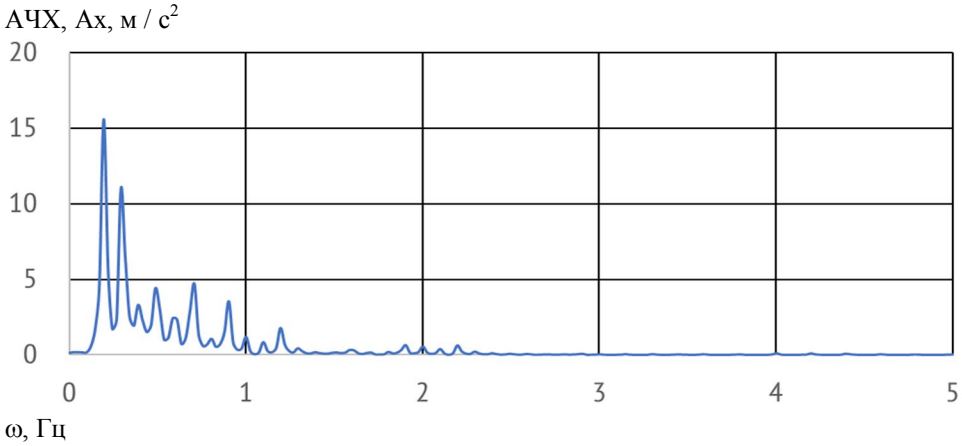
Компонента Z



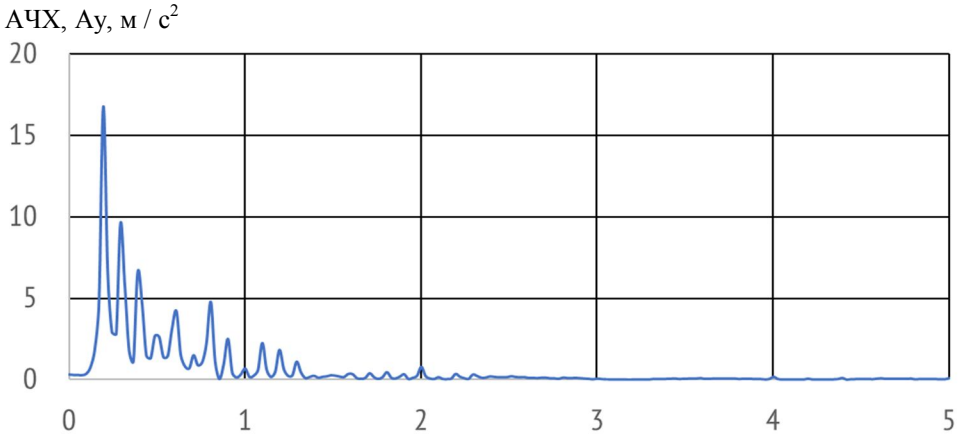
Период T, с

в)

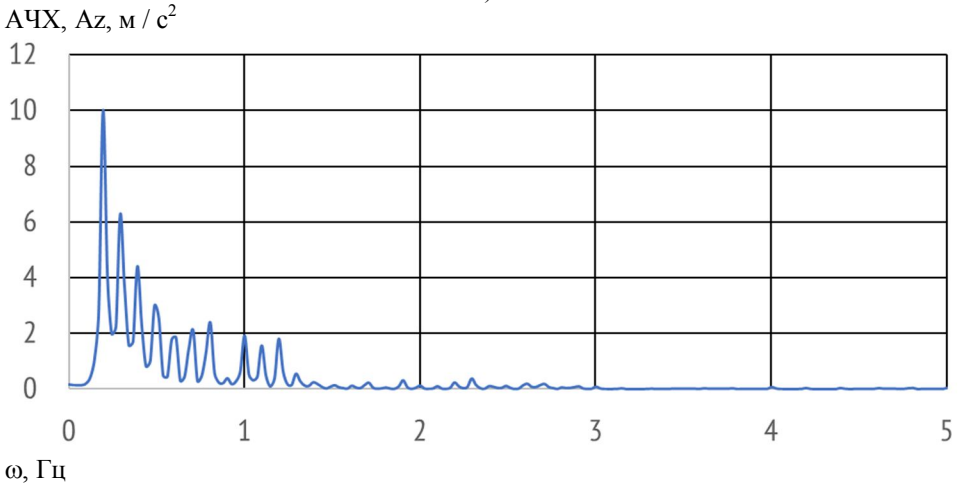
Рис. 15. СКД модельной синтезированной акселерограммы уровня МРЗ MSK-64 на скальном основании при относительном затухании 2,4 и 8 % и СКД СП [5] на временной оси: а, б, в – компоненты X, Y и Z (см. рис. 14)



а)



б)



в)

Рис. 16. АЧХ модельной синтезированной акселерограммы уровня МРЗ MSK-64 на скальном основании (см. рис. 13): а, б, в – компоненты X, Y и Z

Кроме значений пиковых ускорений (табл. 7), скоростей (табл. 8) и смещений (табл. 9) расчетных синтезированных 3-компонентных акселерограмм на рисунках 17–22 приведена соответственно графическая интерпретация на отметке + 240 м подошвы грунта (рис. 3):

- 3-компонентной акселерограммы МРЗ 7 баллов MSK-64;
- – её 3-компонентная сейсмограмма, в т.ч. её эффективная фаза 40 с;
- – далее, соответственно, ССО, СКД и АЧХ модельной акселерограммы 7 баллов MSK-64.

Таблица 7

Расчетные значения пиковых ускорений (PGA, в долях g)

Балл на поверхности	Компоненты	Поверхность	Уровень фундамента			Отметка +240 м
			зд. 1	зд. 4	зд. 2, 3	
7	x	0,096	0,086	0,062	0,055	0,043
	y	0,100	0,090	0,058	0,054	0,035
	z	0,074	0,070	0,043	0,036	0,028
7,2	x	0,113	0,102	0,070	0,062	0,052
	y	0,113	0,101	0,069	0,063	0,040
	z	0,087	0,082	0,048	0,042	0,033
7,4	x	0,133	0,120	0,077	0,067	0,060
	y	0,134	0,120	0,088	0,080	0,052
	z	0,100	0,094	0,054	0,049	0,038
7,6	x	0,153	0,139	0,084	0,077	0,065
	y	0,154	0,138	0,111	0,098	0,066
	z	0,111	0,104	0,060	0,053	0,044
7,8	x	0,172	0,157	0,094	0,093	0,070
	y	0,171	0,153	0,135	0,117	0,081
	z	0,121	0,113	0,067	0,058	0,050
8	x	0,200	0,186	0,124	0,121	0,077
	y	0,193	0,180	0,158	0,139	0,089
	z	0,140	0,131	0,078	0,065	0,063

Таблица 8

Расчетные значения пиковых скоростей (PGV, см / с)

Балл на поверхности	Компоненты	Поверхность	Уровень фундамента			Отметка +240 м
			зд. 1	зд. 4	зд. 2, 3	
7	x	10,02	9,62	7,46	7,14	5,20
	y	8,70	8,44	6,48	6,13	5,31
	z	7,13	6,95	5,35	4,96	3,66
7,2	x	11,78	11,32	9,05	8,48	6,25
	y	10,10	9,81	7,57	7,14	6,23
	z	8,54	8,34	6,39	5,93	4,25
7,4	x	13,39	12,93	10,57	9,76	7,44
	y	13,07	12,68	9,82	9,44	7,95
	z	10,21	9,95	7,62	7,07	5,00
7,6	x	15,04	14,60	11,91	10,79	8,73
	y	16,58	16,01	12,55	12,13	9,84
	z	11,57	11,24	8,65	8,01	5,82
7,8	x	17,18	16,71	13,04	12,19	9,89
	y	20,61	20,20	15,59	14,97	11,94
	z	12,91	12,56	9,63	8,90	6,67
8	x	20,72	20,26	15,55	15,00	11,57
	y	27,33	26,75	18,87	17,94	14,68
	z	15,59	15,14	11,44	10,48	8,39

Таблица 9

Расчетные значения пиковых смещений (PGD, см)

Балл на поверхности	Компоненты	Поверхность	Уровень фундамента			Отметка +240 м
			зд. 1	зд. 4	зд. 2, 3	
7	x	2,53	2,56	2,21	2,16	1,79
	y	1,94	1,92	1,68	1,74	1,62
	z	1,59	1,54	1,85	1,37	1,27
7,2	x	2,99	3,01	2,59	2,59	2,15
	y	2,38	2,26	1,98	2,45	1,94
	z	2,28	1,90	1,59	1,52	1,45
7,4	x	3,47	3,46	3,07	2,96	2,51
	y	3,02	2,96	2,62	2,61	2,51
	z	2,37	2,88	2,40	1,79	1,57
7,6	x	5,39	3,97	3,44	3,25	2,98
	y	6,66	4,48	3,26	3,33	3,14
	z	2,61	2,46	2,14	2,03	3,14
7,8	x	4,60	4,46	3,73	3,62	3,24
	y	4,92	4,90	4,16	4,10	3,94
	z	3,43	2,84	2,34	2,24	2,00
8	x	5,71	5,33	4,37	4,23	3,85
	y	6,39	6,34	5,25	5,12	4,87
	z	3,52	3,45	2,80	2,67	2,38

При необходимости, из 3-компонентной акселерограммы МРЗ 7 баллов MSK-64 можно получить СВ любой балльности с шагом 0,1 балла. С этой целью акселерограмма 7 баллов преобразуется в нормализованную акселерограмму единичного уровня. Временная реализация акселерограммы $A_m^{x,y,z}$ с шагом 0,1 балла определяется как функция нормализованной $A_n^{x,y}(t)$ (компоненты X, Y) и $A_n^z(t)$ (компонента Z) (14). После чего горизонтальные X, Y и вертикальная Z компоненты нормализованной акселерограммы $A_m^{x,y}(t)$ и $A_m^z(t)$ определяются по формулам:

$$A_m^{x,y}(t) = \frac{1}{1000} A_n^{x,y}(t) \cdot 10^{0,3b-0,1};$$
$$A_m^z(t) = \frac{1}{2}\frac{1}{1000} A_n^z(t) \cdot 10^{0,3b-0,1}, \quad (14)$$

где $A_n^{x,y,z}(t)$ – нормализованная акселерограмма; b – балльность модифицированной акселерограммы; $A_m^{x,y,z}(t)$ – модифицированная акселерограмма.

Переходные коэффициенты от нормализованной к модифицированной ак-селерограммы балльностью от 7 до 8 баллов с шагом 0,1 приведены в таблице 10.

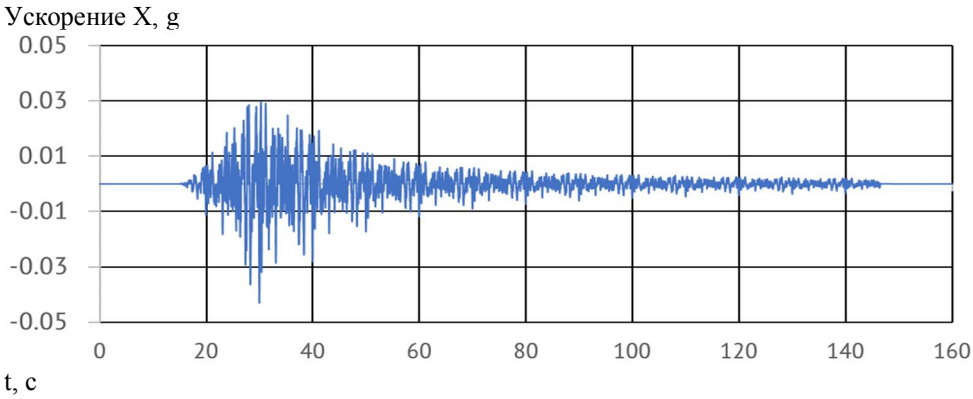
Таблица 10

Переходные коэффициенты от нормализованной к модифицированной акселерограмме

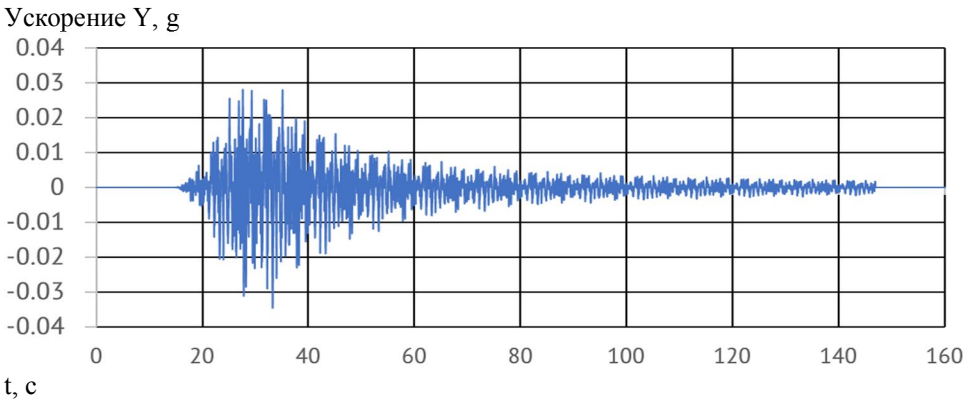
Баллы модифицированной акселерограммы	Множитель нормализованной акселерограммы
7,0	0,10000
7,1	0,10715
7,2	0,11482
7,3	0,12303
7,4	0,13183
7,5	0,14125

Баллы модифицированной акселерограммы	Множитель нормализованной акселерограммы
7,6	0,15136
7,7	0,16218
7,8	0,17378
7,9	0,18621
8,0	0,19953

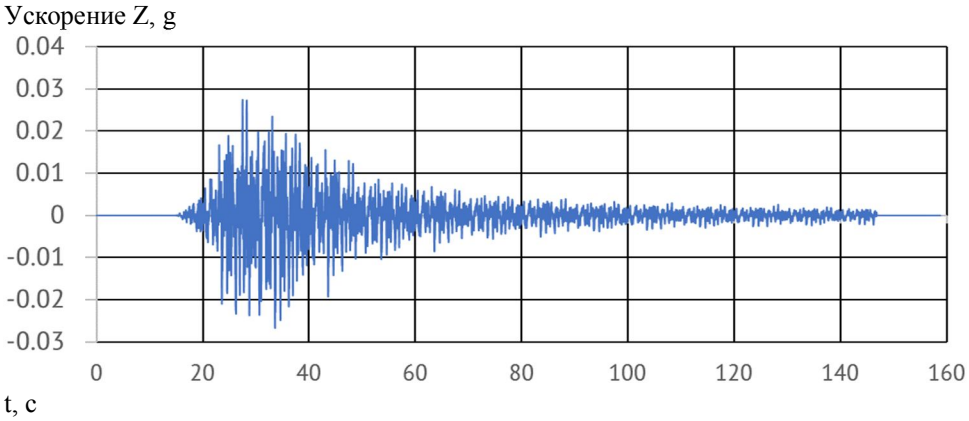
Примечание: компонента Z дополнительно умножается на коэффициент 0,5.



а)



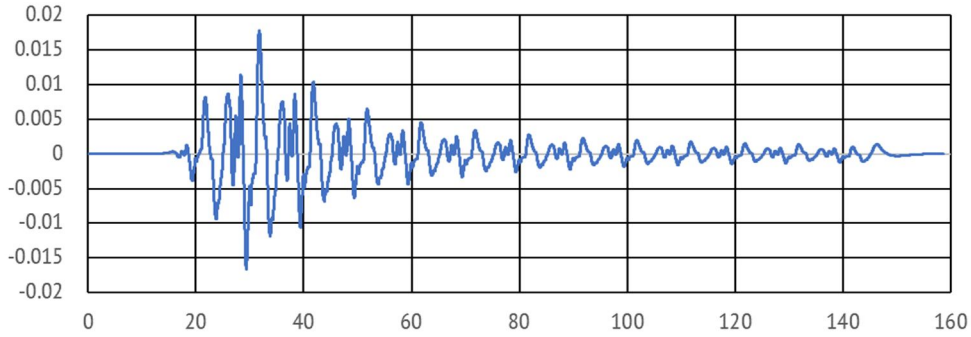
б)



в)

Рис. 17. Модельная исходная 3-х компонентная акселерограмма МРЗ 7 баллов MSK-64 на грунтах II категории на отм. +240 м подошвы грунта: а, б, в – компоненты X, Y и Z

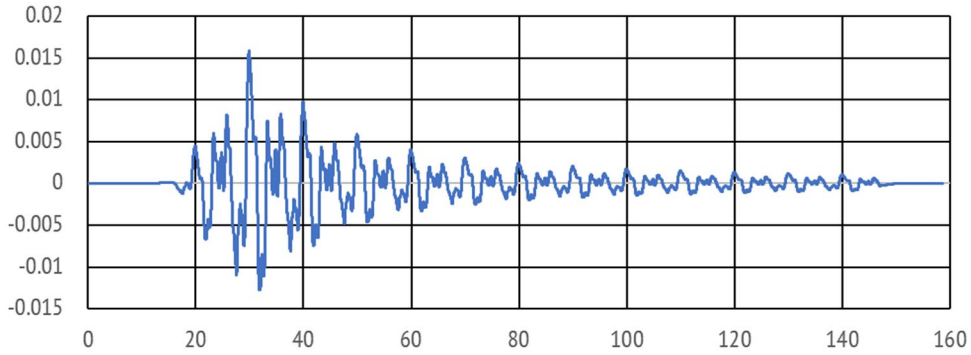
Перемещение X, м



t, c

а)

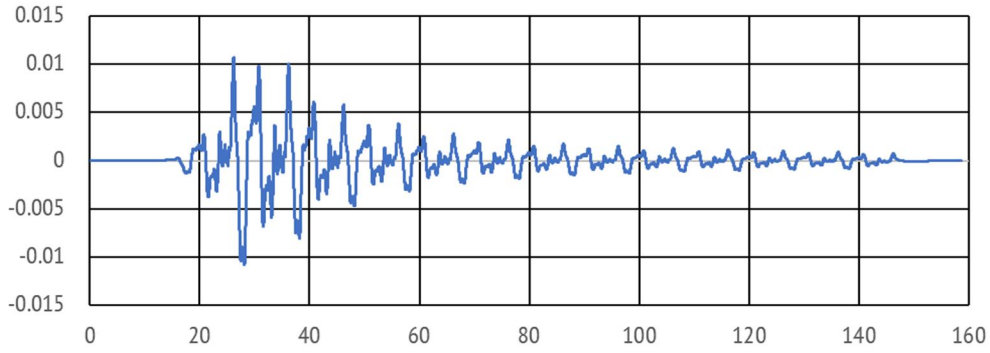
Перемещение Y, м



t, c

б)

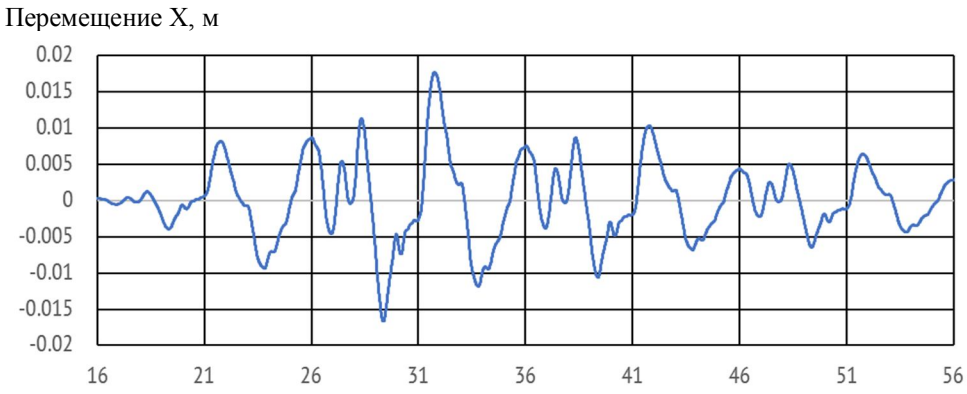
Перемещение Z, м



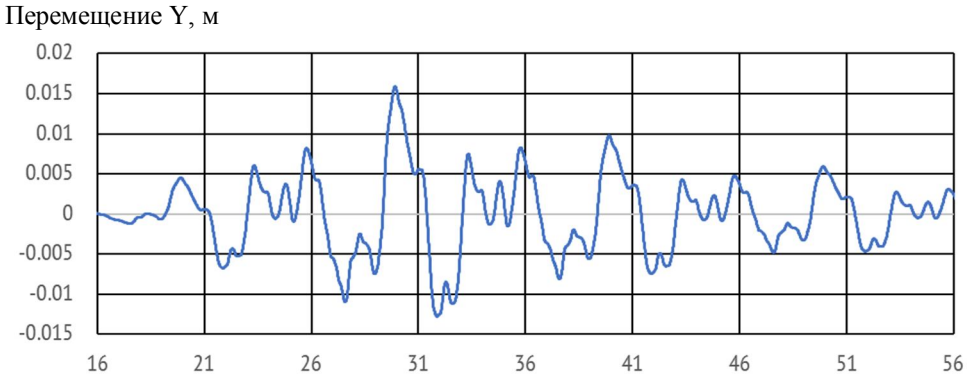
t, c

в)

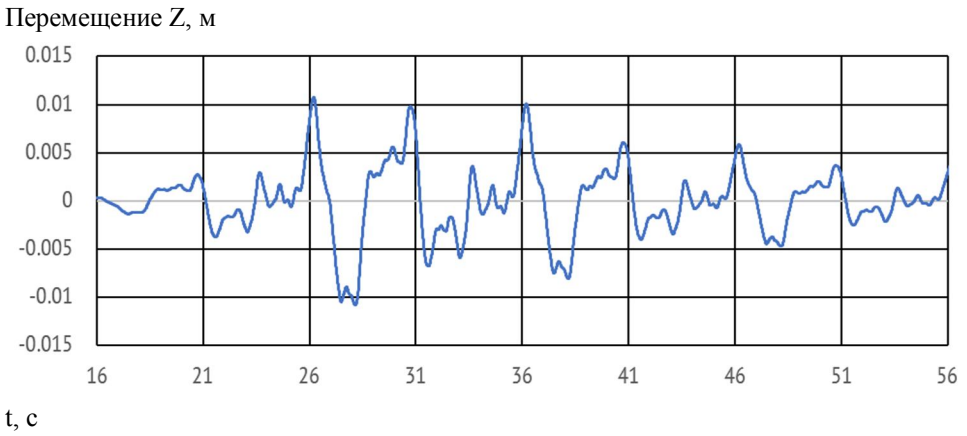
Рис. 18. Модельная исходная 3-компонентная сейсмограмма МРЗ 7 баллов MSK-64 на грунтах II категории на отм. +240 м: а, б, в – компоненты X, Y и Z



а)



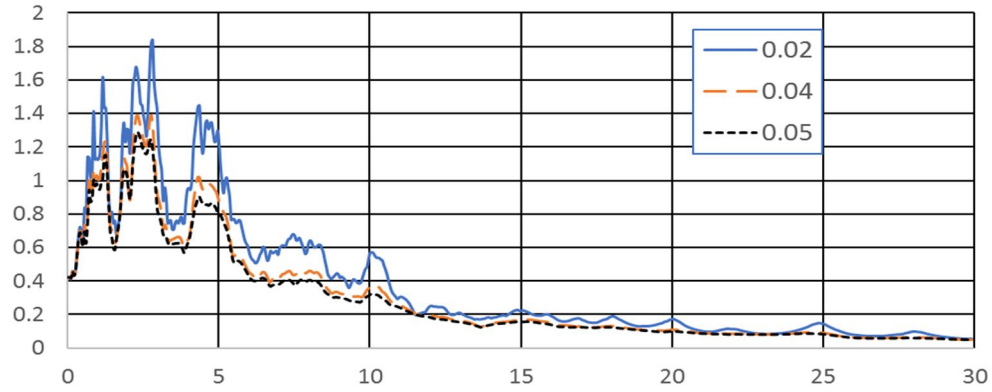
б)



в)

Рис. 19. Эффективная фаза модельной исходной 3-х компонентной сейсмограммы МРЗ 7 баллов MSK-64 на грунтах II категории на отм. +240 м:
а, б, в – компоненты X, Y и Z

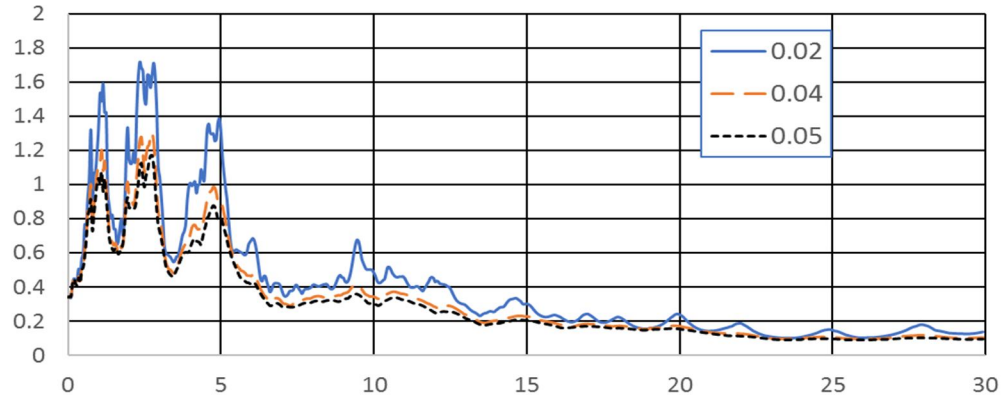
Ускорение X, м / с^2



Частота ω, Гц

а)

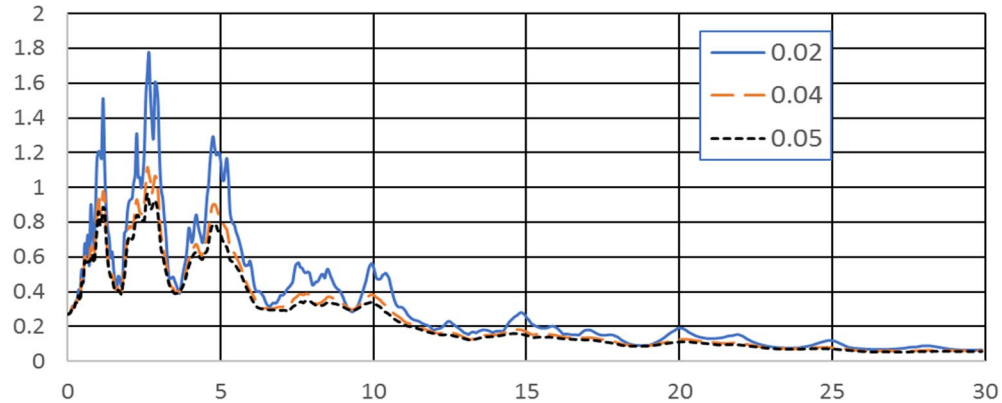
Ускорение Y, м / с^2



Частота ω, Гц

б)

Ускорение Z, м / с^2

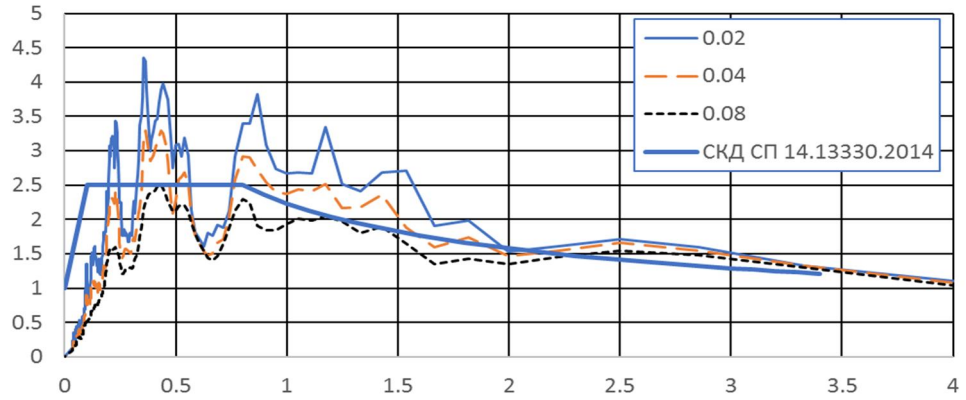


Частота ω, Гц

в)

Рис. 20. ССО модельной исходной 3-х компонентной акселерограммы МРЗ 7 баллов MSK-64 на грунтах II категории на отм. +240 м на частотной оси:
а, б, в – компоненты X, Y и Z

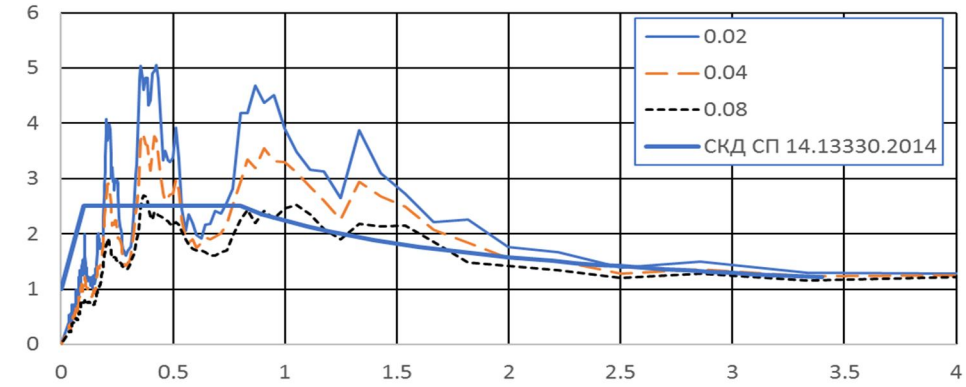
СКДβ(T), X



Период T, с

а)

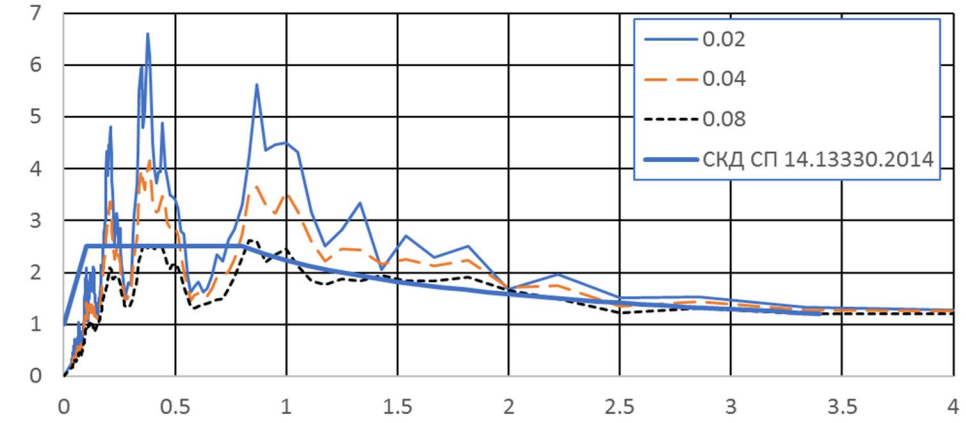
СКДβ(T), Y



Период T, с

б)

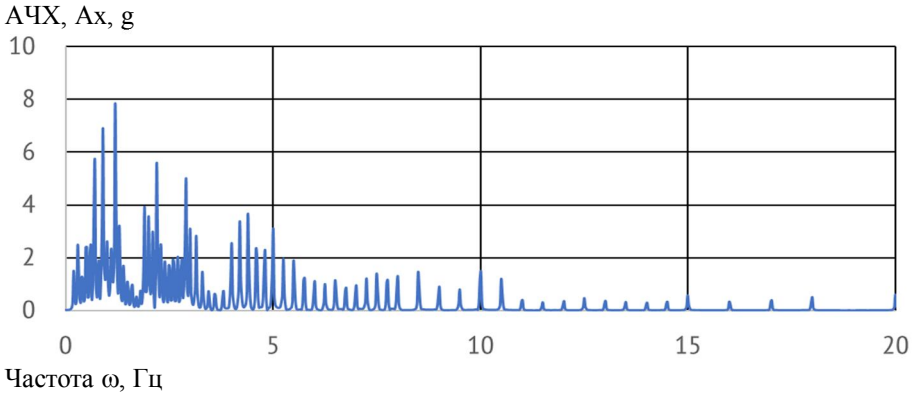
СКДβ(T), Z



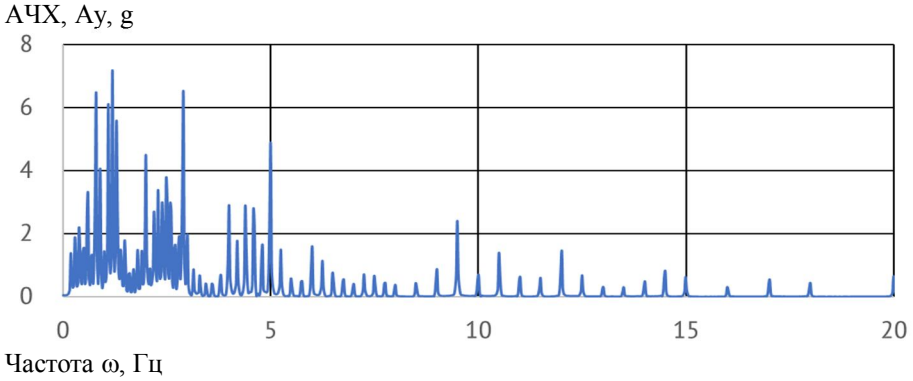
Период T, с

в)

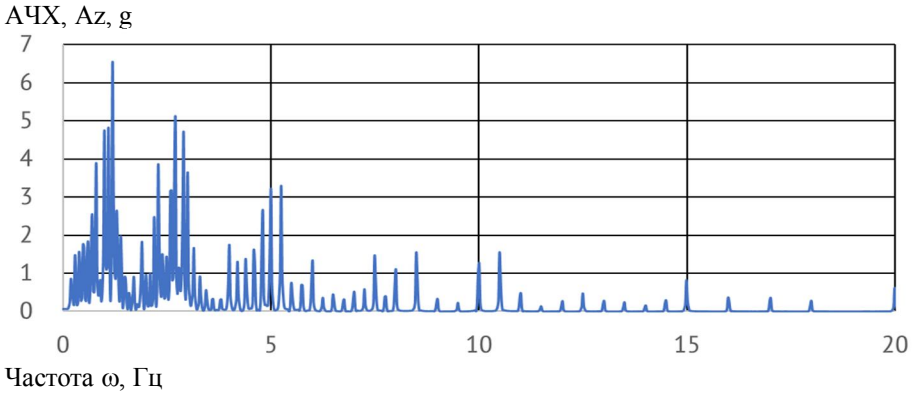
Рис. 21. СКД модельной исходной 3-х компонентной акселерограммы МРЗ 7 баллов MSK-64 на грунтах II категории на отм. +240 м на временной оси:
а, б, в – компоненты X, Y и Z



а)



б)



в)

Рис. 22. АЧХ синтезированной акселерограммы МРЗ 7 баллов MSK-64 на грунтах II категории на отм. + 240 м на частотной оси: а, б, в – компоненты X, Y и Z

Заключение

1. По статистическим данным, в мире ежегодно происходит более 300 тыс. землетрясений, в том числе 10-бальных – 3, 9-балльных – 11, 8-бальных – 80, 7-балльных – 400, 6-балльных – 1300. В СНГ к сейсмически активной относится 28 % территории и ежегодно регистрируется до 75 землетрясений, причем в среднем раз в три года происходит одно разрушительное землетрясение. При этом 7-балльные районы составляют 58,15 % этой площади, 8-балльные – 27,9 %, 9-балльные – 13,9 %. При классификации грунтов по сей-

смическим свойствам в соответствии с таблицей 1 главы 4 СП 14.13330.2014 «Строительство в сейсмических районах» [4, 5] грунты I категории занимают 8 %, II категории – 75 %, III категории – 17 % общей площади районов с сейсмической активностью 7–9 баллов [40].

2. Авторы учитывали, что проблема сейсмостойкости сооружений, в том числе зданий с крановыми нагрузками и технологическим оборудованием, еще носит на себе отпечаток новизны и ограниченности научной информации. Она способна обеспечить проектировщиков зданий, оборудованных грузоподъемными кранами, и приравниваемого к ним по назначению оборудования платформ, манипуляторов, подъемников и дугих базовых знаний в области методов расчетного анализа. Он основан на принципах теории сейсмостойкости, как того требуют основополагающие нормы и правила, касающиеся сейсмической безопасности технологического оборудования.

3. Предложен опыт авторов по сейсмическому микрорайонированию площадок строительства ответственных объектов, основанный на методике построения карт ОСР-97 A, B, C и D. В частности, для практических целей в цифровом виде получены волновые формы расчетных акселерограмм, вилосиограмм и сейсмограмм для зданий ОИАЭ г. Железногорска при сейсмических воздействиях от 7 до 8 баллов МРЗ MSK-64.

Список литературы

1. Гусев А. А. Некоторые вопросы методики общего сейсмического районирования / А. А. Гусев, Л. С. Шумилина // Сейсмичность и сейсмическое районирование Северной Евразии / под ред. В. И. Уломова. – Москва : ОИФЗ РАН, 1995. – Вып. 2–3. – С. 289–300.

2. Уломов В. И. Актулизация нормативного сейсмического районирования с составе Единой информационной системы «Сейсмобезопасность России» / В. И. Уломов // Вопросы инженерной сейсмологии. – 2012. – Т. 39, № 1. – С. 5–38.

3. Уломов В. И. Общее сейсмическое районирование территории Российской Федерации – ОР-2012 / В. И. Уломов // Вопросы инженерной сейсмологии. – 2013. – Т. 49, № 4. – С. 5–20.

4. СНиП II-7-81*. Строительство в сейсмических районах. – Утверждены Постановлением Госстроя СССР от 15 июня 1981 № 94. – Москва : Госстрой РФ, 2000. – 69 с.

5. СП 14.13330.2014. Строительство в сейсмических районах. Актуализированная редакция СНиП II-7-81*. – Утвержден приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 18 февраля 2014 г. № 60/пр. – Москва : Минрегионразвития, 2014. – 125 с.

6. Перетокин С. А. Использование программно-алгоритмического аппарата методики ОСР-97 в задачах детального сейсмического районирования / С. А. Перетокин / Геология и геофизика Юга России. – 2015. – № 1. – С. 61–64.

7. НП 031-01. Нормы проектирования сейсмостойких атомных станций. – Утверждены Постановлением ГАН РФ от 19.10.2001 № 9. – Москва : Госатомнадзор РФ, 2001. – 28 с.

8. РБ 006-98. Определение исходных сейсмических колебаний грунта для проектных основ. – Утверждены Постановлением ГАН РФ от 29.12.1998 № 3. – Москва : Госатомнадзор РФ, 1998. – 41 с.

9. РБ 019-2001. Оценка сейсмической опасности участков размещения ядерно- и радиационно-опасных объектов на основании геодинамических данных. – Утверждены Постановлением ГАН РФ от 28.12.2001 № 16. – Москва : Госатомнадзор РФ, 2001. – 21 с.

10. Гусев А. А. Новый подход к расчетам повторяемости сейсмического воздействия с целью построения карт сейсмического районирования / А. А. Гусев, В. М. Павлов, Л. С. Шумилина // Современная сейсмология: достижения и проблемы : мат-лы науч. конф. РФФИ, НГК РФ, НС РАН по проблемам международного десятилетия по уменьшению опасности стихийных бедствий, г. Москва, 7–9 октября 1998 г. – Москва, 1998. – 26 с.

11. Бодякин Е. В. Разработка элементов автоматизации сейсмического микрорайонирования с использованием ГИС технологии / Е. В. Бодякин // Молодой ученый. – 2015. – № 11 (91). – С. 15–18.

12. Симонов К. В. Мониторинг геодинамической опасности территории крупных ГЭС / К. В. Симонов, А. А. Кабанов, А. А. Бурцев, А. В. Денисенко // Информация и связь. – 2013. – № 2. – С. 104–106.

13. Заалишвили В. Б. Сейсмическое микрорайонирование территории городов, населенных пунктов и больших строительных площадок / В. Б. Заалишвили ; отв. ред. А. В. Николаев // Центр геофизических исследований Владикавказского НЦ РАН. – Москва: Наука, 2009. – 350 с.

14. Руководство по безопасности № NS-G-3.6. Геотехнические аспекты оценки площадок и оснований АЭС. – Вена : МАГАТЭ, 2005. – 67 с.

15. Проведение комплексных инженерно-сейсмологических работ на площадке здания № 1 ХОЯТ ГХК : в 4 т. // Арх. № 5794 от 18.08.2006. – Москва : ИГЭ РАН, 2006. – Том 4: Сейсмическое районирование и разработка синтезированных акселерограмм с учетом характеристик грунтов в основании здания № 1 ХОЯТ. – 103 с.

16. Перетокин С. А. Инженерно-сейсмологические изыскания в рамках объекта «Создание опытно-демонстрационного центра по переработке отработавшего ядерного топлива на основе инновационных технологий федерального государственного унитарного предприятия "Горно-химический комбинат"» / С. А. Перетокин. – Красноярск : ЭЦ РОПР, 2016. – 217 с.

17. Бондарев В. И. Основы сейсморазведки / В. И. Бондарев. – Екатеринбург : УГГТА, 2003. – 332 с.

18. Гусев А. А. О принципах картирования сейсмоопасных регионов Российской Федерации и нормирования сейсмических нагрузок в терминах сейсмических ускорений. Ч. 1 / А. А. Гусев // Инженерные изыскания. – 2011. – № 10. – С. 20–29.

19. Гусев А. А. О принципах картирования сейсмоопасных регионов Российской Федерации и нормирования сейсмических нагрузок в терминах сейсмических ускорений. Ч. 2 / А. А. Гусев // Инженерные изыскания. – 2011. – № 11. – С. 66–77.

20. Уломов В. И. О программно-математическом обеспечении построения карт вероятностного сейсмического районирования по методологии ОСР-97 / В. И. Уломов // Геофизические исследования : сб. науч. тр. института физики Земли РАН. – Москва : ИФЗ РАН, 2007. – Вып. 7. – С. 29–52.

21. Уломов В. И. Комплект карт общего сейсмического районирования территории Российской Федерации – ОСР-97. Масштаб 1:8000000 / В. И. Уломов, Л. С. Шумилина // Объяснительная записка и список городов и населенных пунктов, расположенных в сейсмоопасных районах. – Москва : ОИФЗ, 1999. – 57 с.

22. Уломов В. И. Проблемы сейсмического районирования территории России / В. И. Уломов, Л. С. Шумилина. – Москва : ВНИИНТПИ Госстроя России, 1999. – 56 с.

23. Сейсмическое районирование территории Российской Федерации – ОСР-97. Карта на 4-х листах / под ред. В. Н. Страхова, В. И. Уломов. – Москва : Текарт, 2000.

24. Аптикаев Ф. Ф. Инструментальная шкала сейсмической интенсивности / Ф. Ф. Аптикаев. – Москва : Наука и образование, 2012. – 176 с.

25. Перетокин С. А. Некоторые аспекты вероятностной оценки сейсмической опасности с использованием эмпирических зависимостей / С. А. Перетокин // Инженерные изыскания. – 2016. – № 7. – С. 39–47.

26. Уломов В. И. Вероятностно-детерминарованная оценка сейсмических воздействий на основе карт ОСР-97 и сценарных землетрясений / В. И. Уломов // Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений. – 2005. – № 4. – С. 60–68.

27. Хафизов Р. Р. Расчетные сейсмические воздействия на ОИАЭ г. Железногорска / Р. Р. Хафизов, С. А. Перетокин, Н. Н. Панасенко, А. В. Синельщиков, П. В. Яковлев // Транспортные системы Сибири : сб. науч. трудов Межд. научно-практ. конф., 7–8 апреля 2016 г., г. Красноярск : в 2 ч. – Красноярск : Сиб. фед. ун-т, 2016. – Ч. 1. – С. 300–312.

28. Мацеля В. И. Вероятностно-статическая модель расчетного сейсмического воздействия на ОИАЭ г. Железногорска / В. И. Мацеля, И. Н. Сеелев, Е. С. Скурыдина, Р. Р. Хафизов, Н. Н. Панасенко, А. В. Синельщиков, П. В. Яковлев // Механики XXI веку : матер. XV науч.-техн. конф. – Братск : БрГУ, 2016. – № 15. – С. 263–277.

29. МР 1.5.2.05.999.0025-2011. Расчет и проектирование сейсмостойких атомных станций : методические рекомендации. – Москва : Концерн Росэнергоатом, 2011. – 92 с.

30. ИСО 6258-85. Атомные электростанции. Антисейсмическое проектирование. – Вена : Рег. № МАГАТЭ ИСО 6258-85. – 61 с.

31. НП-031-01. Нормы проектирования сейсмостойких атомных станций. – Утверждены Постановлением Госатомнадзора России от 19.10.2001 № 9. – Москва : Госатомнадзор РФ, 2002. – 27 с.

32. НП-032-01. Размещение атомных станций. Основные критерии и требования по обеспечению безопасности. – Утверждены Постановлением Госатомнадзора России от 8.11.2001 № 10. – Москва : Госатомнадзор РФ, 2002. – 9 с.

33. Калиберда И. В. Некоторые итоги обеспечения сейсмостойкости АЭС в России / И. В. Калиберда, Е. Г. Бугаев, В. Г. Бедняков, И. М. Лавров, Л. М. Фихиева // Вестник Госатомнадзора России. – 2004. – № 2. – С. 7–15.

34. РТМ 108.020.37-81. Оборудование атомных энергетических установок. Расчет на прочность при сейсмическом воздействии. – Утвержден указанием Министерства энергетического машиностроения от 04.06.81 № ЮК-002/4365. – Санкт-Петербург : Минэнергомаш, НПО ЦКТИ, 1981. – 37 с.

35. РД 24.090.83-87. Нормы расчета пространственных металлоконструкций грузоподъемных кранов атомных станций на эксплуатационные и сейсмические воздействия. – Утвержден указанием Министерства тяжелого и транспортного машиностроения от 27.03.1990 № В А-002-1-3279. – Москва : Минтяжмаш, 1988. – 264 с.

36. Idriss I. M. SHAKE 91 – A computer program for conduction equivalent linear seismic response analysis of horizontally layered soils / I. M. Idriss, J. I. Sun // CGM research report. – UC Davis, 1992.

37. The Global Seismic Hazard Assessment Program (GSHAP) 1992–1999 // Ann. di Geofis. – 1999. – Vol. 42, № 6. – P. 955–1230.

38. Boore D. M. SMSIM – Fortran Programs for Simulating Ground Motions from Earthquakes: version 2.0 – A Revision of OFR 96-80-A.U.S. Geological Survey Open-File Rep., 00-509, 2000. – Режим доступа: http://geopubs.wr.usgs.gov/open-fe/of00-509, свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус.

39. Хашащ Ю. М. А. DEEPSOIL 6.1, Руководство пользователя / Ю. М. А. Хашащ, М. И. Масгроув, Дж. А. Хармон, Д. Р. Гроховски, К. А. Филлипс, Д. Парк // Нелинейный и эквивалентный линейный анализ отклика грунта в одномерных грунтовых колонках. – Режим доступа: www.illinois.edu/~deepsoil, свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус.

40. Ставницер Л. Р. Сейсмостойкость оснований и фундаментов : монография / Л. Р. Ставницер. – Москва : Ассоциация строительных вузов, 2010. – 448 с.

References

1. Gusev A. A., Shumilina L. S. Nekotorye voprosy metodiki obshchego seysmicheskogo rayonirovaniya [Some questions of the technique of general seismic zoning]. *Seysmichnost i seysmicheskoe rayonirovanie Severnoy Yevrazii* [Seismicity and Seismic Zoning of Northern Eurasia], Moscow, Joint Institute of Earth Physics named O.Yu. Shmidt, Russian Academy of Sciences Publ. House, 1995, issue 2–3, pp. 289–300.

2. Ulomov V. I. Aktulizatsiya normativnogo seysmicheskogo rayonirovaniya s sostave Yedinoy informatsionnoy sistemy «Seysmobezopasnost Rossii» [Actualization of normative seismic zoning with the composition of the Unified Information System "Seismic safety of Russia"]. *Voprosy inzhe-nernoy seysmologii* [Problems of Engineering Seismology], 2012, vol. 39, no. 1, pp. 5–38.

3. Ulomov V. I. Obshchee seysmicheskoe rayonirovanie territorii Rossiyskoy Federatsii – OR-2012 [General seismic zoning of the territory of the Russian Federation – OP-2012]. *Voprosy inzhenernoy seysmologii* [Problems of Engineering Seismology], 2013, vol. 49, no. 4, pp. 5–20.

4. SNIP II-7-81 *. Construction in seismic regions. Approved by the Decree of the USSR State Committee on Construction of June 15, 1981 no. 94. Moscow, State Building of the Russian Federation Publ. House, 2000. 69 p.

5. SP 14.13330.2014. Construction in seismic regions. Actualized edition of SNiP II-7-81 *. Approved by the order of the Ministry of Construction and Housing and Communal Services of the Russian Federation dated February 18, 2014 no. 60 / pr. Moscow, Ministry of Regional Development of the Russian Federation Publ. House, 2014. 125 p.

6. Peretokin S. A. Ispolzovanie programmno-algoritmicheskogo apparata metodiki OSR-97 v zadachakh detalnogo seysmicheskogo rayonirovaniya [Use of the program-algorithmic algorithm of the OSR-97 technique in the tasks of detailed seismic zoning]. *Geologiya i geofizika Yuga Rossii* [Geology and Geophysics of the South of Russia], 2015, no. 1, pp. 61–64.

7. IR 031-01. The design standards of earthquake-resistant nuclear power plants. Approved by the Resolution of the GAN of the Russian Federation of October 10, 2001 no. 9. Moscow, State Nuclear Supervision of the Russian Federation Publ. House, 2001. 28 p.

8. RB 006-98. Determination of initial seismic ground motions for design bases. Approved by the Resolution of the GAN of the Russian Federation of 29.12.1998 no. 3. Moscow, State Nuclear Supervision of the Russian Federation Publ. House, 1998. 41p.

9. RB 019-2001. Estimation of seismic hazard of the sites of location of nuclear and radiation-hazardous objects on the basis of geodynamic data Approved by the Resolution of the GAN of the Russian Federation No. 16 of December 28, 2001. Moscow, State Nuclear Supervision of the Russian Federation Publ. House, 2001. 21 p.

10. Gusev A. A., Pavlov V. M., Shumilina L. S. Novyy podkhod k raschetam povtoryaemosti seysmicheskogo vozdeystviya s tselyu postroeniya kart seysmicheskogo rayonirovaniya [A new approach to calculating the repeatability of seismic effects for the purpose of constructing seismic zoning maps]. *Sovremennaya seysmologiya: dostizheniya i problemy : materialy nauchnoy konferentsii RFFI, NGK*

RF, NS RAN po problemam mezhdunarodnogo desyatiletiya po umensheniyu opas-nosti stikhiynykh bedstviy, g. Moskva, 7–9 oktyabrya 1998 g. [Modern Seismology: Achievements and Problems. Proceedings of the Scientific Conference of the RFBR, NGK RF, NS RAS on the Problems of the International Decade for Natural Disaster Reduction, Moscow, 7–9 October 1998], Moscow, 1998. 26 p.

11. Bodyakin Ye. V. Razrabotka elementov avtomatizatsii seysmicheskogo mikrorayonirovaniya s ispolzovaniem GIS tekhnologii [Development of elements of automation of seismic microzonation using GIS technology]. *Molodoy uchenyy* [Young Scientist], 2015, no. 11 (91), pp. 15–18.

12. Simonov K. V., Kabanov A. A., Burtsev A. A., Denisenko A. V. Monitoring geodinamicheskoy opasnosti territorii krupnykh GES [Monitoring of the geodynamic hazard of large hydropower plants]. *Informatsiya i svyaz* [Information and Communication], 2013, no. 2, pp. 104–106.

13. Zaalishvili V. B. Seysmicheskoe mikrorayonirovanie territorii gorodov, naselennykh punktov i bolshikh stroitelnykh ploshchadok [Seismic microzoning of the territory of cities, populated areas and large construction sites]. *Tsentr geofizicheskikh issledovaniy Vladikavkazskogo NTs RAN* [Center for Geophysical Research of the Vladikavkaz Scientific Center of the Russian Academy of Sciences], Moscow, Nauka Publ., 2009. 350 p.

14. *Rukovodstvo po bezopasnosti № NS-G-3.6. Geotekhnicheskie aspekty otsenki ploshchadok i osnovaniy AES* [Safety Guide no. NS-G-3.6. Geotechnical aspects of site evaluation and NPP grounds], Vienna, International Atomic Energy Agency House, 2005. 67 p.

15. Provedenie kompleksnykh inzhenerno-seysmologicheskikh rabot na ploshchadke zdaniya № 1 KhOYaT GKhK [Carrying out complex engineering seismological works on the site of the building No. 1 ISFSF GKhK]. *Arkh. № 5794 ot 18.08.2006* [Archive no. 5794 from 08.18.2006], Moscow, Sergeev Institute of Environmental Geoscience Russian Academy of Sciences, 2006, volume 4: Seismic Zoning and Development of Synthesized Accelerograms Taking into Account the Characteristics of the Soils at the Base of building no. 1 IS. 103 p.

16. Peretokin S. A. *Inzhenerno-seysmologicheskie izyskaniya v ramkakh obekta «Sozdanie opytno-demonstratsionnogo tsentra po pererabotke otrabotavshego yadernogo topliva na osnove innovatsionnykh tekhnologiy federalnogo gosudarstvennogo unitarnogo predpriyatiya «Gorno-khimicheskiy kombinat»* [Engineering seismological surveys within the framework of the project "Establishment of an experimental demonstration center for reprocessing spent nuclear fuel on the basis of innovative technologies of the federal state unitary enterprise "Mining and Chemical Combine"], Krasnoyarsk, Ecological center OF Rational Development OF Natural Resources Publishing House, 2016. 217 p.

17. Bondarev V. I. *Osnovy seysmorazvedki* [Basics of seismic exploration], Ekaterinburg, Ukhta State Technical University Publ. House, 2003. 332 p.

18. Gusev A. A. O printsipakh kartirovaniya seysmoopasnykh regionov Rossiyskoy Fede-ratsii i normirovaniya seysmicheskikh nagruzok v terminakh seysmicheskikh uskoreniy. Ch. 1 [On the principles of mapping seismically dangerous regions of the Russian Federation and the normalization of seismic loads in terms of seismic accelerations. Part 1]. *Inzhenernye izyskaniya* [Engineering Surveys], 2011, no. 10, pp. 20–29.

19. Gusev A. A. O printsipakh kartirovaniya seysmoopasnykh regionov Rossiyskoy Fede-ratsii i normirovaniya seysmicheskikh nagruzok v terminakh seysmicheskikh uskoreniy. Ch. 2 [On the principles of mapping seismically dangerous regions of the Russian Federation and the normalization of seismic loads in terms of seismic accelerations. In 2 parts. Part 2]. *Inzhenernye izyskaniya* [Engineering Surveys], 2011, no. 11, pp. 66–77.

20. Ulomov V. I. O programmno-matematicheskom obespechenii postroeniya kart veroyatnostnogo seysmicheskogo rayonirovaniya po metodologii OSR-97 [On software and mathematical support for the construction of maps of probabilistic seismic zoning according to OSR-97 methodology]. *Geofizicheskie issledovaniya : sb. nauch. tr. instituta fiziki Zemli RAN* [Geophysical Researches. Proceedings of the Institute of Physics of the Earth, Russian Academy of Sciences], Moscow, Schmidt Institute of Physics of the Earth of the Russian Academy of Sciences Publ. House, 2007, issue 7, pp. 29–52.

21. Ulomov V. I., Shumilina L. S. Komplekt kart obshchego seysmicheskogo rayonirovaniya territorii Rossiyskoy Federatsii – OSR-97. Masshtab 1:8000000 [A set of maps of the general seismic zoning of the territory of the Russian Federation – OSR-97. Scale 1: 8000000]. *Obyasnitelnaya zapiska i spisok gorodov i naselennykh punktov, raspolozhennykh v seysmoopasnykh rayonakh* [Explanatory Note and a List of Cities and Populated Areas Located in Seismically Dangerous Areas], Moscow, Joint Institute of Earth Physics named O.Yu. Shmidt, Russian Academy of Sciences Publ. House, 1999. 57 p.

22. Ulomov V. I., Shumilina L. S. Problemy seysmicheskogo rayonirovaniya territorii Rossii [Problems of seismic zoning of the territory of Russia], Moscow, All-Russian State Scientific Research Institute of the Problems of Scientific and Technical Progress and Information in Construction of the State Structure of Russia Publ. House, 1999. 56 p.

23. Strakhova V. N., Ulomova V. I. (ed.) *Seysmicheskoe rayonirovanie territorii Rossiyskoy Federatsii – OSR-97. Karta na 4-kh listakh* [Seismic zoning of the territory of the Russian Federation – OCP-97. Card on 4 sheets], Moscow, Tekart, Publ. 2000.

24. Aptikaev F. F. *Instrumentalnaya shkala seysmicheskoy intensivnosti* [Instrumental scale of seismic intensity], Moscow, Nauka i obrazovanie Publ., 2012. 176 p.

25. Peretokin S. A. Nekotorye aspekty veroyatnostnoy otsenki seysmicheskoy opasnosti s ispolzovaniem empiricheskikh zavisimostey [Some Aspects of Probabilistic Estimation of Seismic Hazards Using Empirical Dependencies]. *Inzhenernye izyskaniya* [Engineering Surveys], 2016, no. 7, pp. 39–47.

26. Ulomov V. I. Veroyatnostno-determinarovannaya otsenka seysmicheskikh vozdeystviy na osnove kart OSR-97 i stsenarnykh zemletryaseniy [Probabilistic and deterministic estimation of seismic impacts on the basis of OCP-97 maps and scenario earthquakes]. *Seysmostoykoe stroitelstvo. Bezopasnost sooruzheniy* [Seismic Construction. Safety of Buildings], 2005, no. 4, pp. 60–68.

27. Khafizov R. R., Peretokin S. A., N.N. Panasenko, Sinelshchikov A. V., Yakovlev P. V. Raschetnye seysmicheskie vozdeystviya na OIAE g. Zheleznogorska [Estimated seismic effects on the OIAE in Zheleznogorsk]. Transportnye sistemy Sibiri : sb. nauch. trudov Mezhd. nauchno-prakt. konf., 7–8 aprelya 2016 g., g. Krasnoyarsk [Transportation Systems of Siberia. Proceedings of the International Scientific and Practical Conference, April 7–8, 2016, Krasnoyarsk], Krasnoyarsk, Siberian Federal University Publ. House, 2016, part 1, pp. 300–312.

28. Matselya V. I., Seelev I. N., Skurydina Ye. S., Khafizov R. R., Panasenko N. N., Sinelshchikov A. V., Yakovlev P. V. Veroyatnostno-staticheskaya model raschetnogo seysmicheskogo vozdey-stviya na OIAE g. Zheleznogorska [Probabilistic and static model of the calculated seismic effect on the OIAE in Zheleznogorsk]. *Mekhaniki XXI veku : mater. XV nauch.-tekhn. konf.* [Mechanics of the XXI century. Proceedings of the XV Scientific and Technical Conferenc], 2016, Bratsk, Bratsk State University Publ. House, no. 15, pp. 263–277.

29. MR 1.5.2.05.999.0025-2011. Calculation and design of earthquake resistant nuclear power plants: Methodological recommendations. Moscow, Contsern Rosenergoatom Publ., 2011. 92 p.

30. ISO 6258-85. Nuclear power plants. Anti-seismic design. Vienna. Reg. no. IAEA ISO 6258-85 Publ. 61 p.

31. NP-031-01. The design standards of earthquake-resistant nuclear power plants. Approved by the Resolution of Gosatomnadzor of Russia of October 10, 2001 no. 9. Moscow, State Nuclear Supervision of the Russian Federation Publ. House, 2002. 27 p.

32. NP-032-01. Placement of nuclear power plants. The main criteria and requirements for security. Approved by Resolution of Gosatomnadzor of Russia of November 8, 2001 no. 10. Moscow, State Nuclear Supervision of the Russian Federation Publ. House, 2002. 9 p.

33. Kaliberda I. V., Bugaev Ye. G., Bednyakov V. G., Lavrov I. M., Fikhieva L. M. Nekotorye itogi obespecheniya seysmostoykosti AES v Rossii [Some results of ensuring the seismic stability of nuclear power plants in Russia]. *Vestnik Gosa-tomnadzora Rossii* [Bulletin of State Nuclear Supervision of Russia], 2004, no. 2, pp. 7–15.

34. RTM 108.020.37-81. Equipment of nuclear power installations. Calculation of strength under seismic action. Approved by Directive of the Ministry of Energy Engineering from 04.06.81 no. YuK-002/4365. Saint Petersburg, Ministry of Energy Mechanical Engineering of the USSR Publ. House, Research and Production Association for the Study and Design of Energy Equipment named I.I. Polzunov Publ. House, 1981. 37 p.

35. RD 24.090.83-87. Norms for calculating the spatial metal structures of cranes of nuclear power plants for operational and seismic impacts. Approved by the order of the Ministry of Heavy and Transport Engineering dated March 27, 1990 no. B A-002-1-3279. Moscow, Ministry of Heavy Machine Building, 1988. 264 p.

36. Idriss I. M., Sun J. I. SHAKE 91 – A computer program for conduction of an equivalent linear seismic response analysis of horizontally layered soils. *CGM research report*, UC Davis, 1992.

37. The Global Seismic Hazard Assessment Program (GSHAP) 1992–1999. *Ann. di Geofis.*, 1999, vol.42, no. 6, pp. 955–1230.

38. Boore D. M. *SMSIM – Fortran Programs for Simulating Ground: – Version 2.0 – A Revision of OFR 96-80-A.U.S. Geological Survey Open-File Rep., 00-509, 2000*. Available at: http://geopubs.wr.usgs.gov/open-fe/of 00-509.

39. Khashash Yu. M. A., Masgrove M. I., Harmon J. A., Grohowski D. R., Phillips K. A., Park D. DEEPSOIL 6.1, Rukovodstvo polzovatelya [DEEPSOIL 6.1, User's Manual]. *Nelineynyy i ekvivalentnyy lineynyy analiz otklika grunta v odnomernykh gruntovykh kolonkakh* [Nonlinear and equivalent linear analysis of soil response in one-dimensional soil columns]. Available at: www.illinois.edu/~deepsoil.

40. Stavnitser L. R. *Seysmostoykost osnovaniy i fundamentov* [Seismic stability of foundations and foundations], Moscow, Association of Construction Universities Publishing House, 2010. 448 p.

АННОТАЦИЯ

Внедрение солнечной энергетики в системы природобустройства южных регионов страны. Формирование ресурсов пресных подземных вод Централдьной Сахары. Мониторинг азотных загрязнений водных объектов Белгородского региона. Концептуальная модель воздействия эксплуатации геотермальных месторождений на окрцжающую среду. Геодинамическое районирование Урала. О возможных помехах при газометрической съемке на нефть и газ. Методы повышения разрешающей способности по данным сейсморазведки. Ресурсный потенциал нефти и природного газа Оренбургского региона: состояние, прогнозно-аналитическая оценка. Элементы концепции «интеллектуальная скважина» при разработке морских месторождений. Изучение флюидоупоров рифогенных залежей франско-фаменского возраста на территории Самарской области. Биостратиграфическое расчленение верхнемеловых отложений Приволжской возвышенности на территории Самарской области. Перспективы нефтегазоносности в связи с особенностями тектонического развития юрскомелового комплекса Северо-Западного Прикаспия. Постсоветская динамика и оптимизация структуры сельскохозяйственного землепользования в Северо-Казахстанской области. Карстовые провалы в районе озера Баскунчак. Постцелинная динамика сельскохозяйственного землепользования в Северо-Казахстанской области. Особенности районирования дельтовых ландшафтов. Влияние миграций на транформацию рынка труда: региональные аспекты. Геоэкологическая оценка состояния воздушной среды городских систем. Анализ логистической транспортной структуры территории ЮГРЫ. Геохимические особенности трансформации почвенного покрова при эксплуатации рудного месторождения. Геоэкологические исследования водоемов агломератов в условиях повышенного многопланового использования. Геоэкологический анализ распространения техногенных опасностей в аридных территориях. Геолого-экологическое прогнозирование селевых рисков Северо-Западного Кавказа. Экологические и геохимические особенности технологии переработки нефтей новых месторождений Каспийского моря. К вопросу проблем инженерной геологии населенных пунктов в Республике Калмыкия. Прогнозирование поведения опор буровых платформ на шельфе Северного Каспия. Сейсмомикрорайонирование строительной площадки города Железногорска.

Материалы представляют интерес для студентов и аспирантов, обучающихся по направлениям Науки о Земле, для преподавателей ВУЗов, а так же для работников производственных организаций топливно-энергетического комплекса, экологического направления, геологоразведочных предприятий.

ABSTRACT

Introducing of solar energy in systems of natural building of southern region’s country. Formation of fresh underground waters resources of the Central Sahara. Monitoring of nitric pollution of water objects of the Belgorod region. Conceptual model of the impact of geothermal field exploitation on the environment. Geodynamic division into districts of the Urals. Possible interference while gasometric surveying for oil and gas. Seismic survey resolution enhancement methods. Gas and oil resource potential of Orenburg region: condtion and analytics**.** Elements of the concept "Intelligent well" in sea field development**.** Study of

cap rock of fransnian-famenian reef deposits in the Samara region**.** Biostratigraphic partition of the upper cretaceous deposits of the Volga upland in the Samara region. Petroleum prospects in connection with the peculiarities of the tectonic development of the jurassic and cretaceous complex of the North-West Caspian. Post Soviet dynamics and optimization of agricultural land use in the North Kazakhstan region. Karst holes in Lake Baskunchak area. Post virgin dynamics of agricultural land use in the North Kazakhstan region. Features of division into districts of deltoid landscapes. Impact of migrations on transformation of the labour market: regional dimensions. Geoecological assessment of the state of city system air environment. Analysis of logistic transport structure of Yugra territory. Geochemical features of the transformation of the soil cover whe operating ore field. Geoecological analysis of water resources of the agglomerates under conditions of high multidimensional use. Geoecological analysis of the distribution of technological hazards in arid territories**.** Main geological and ecological forecasting river risks of the North-West Caucasus. Ecological and geochemical features of technology of processing of new fields of the Caspian Sea by neftya.On the problems of engineering geology of human settlements in the Republic of Kalmyky. Forecasting of behavior of drilling platform support on the shelf of the North Caspian Sea. Seismic mikroundering of the construction site of Zheleznogorsk city.

The materials are of interest to undergraduate and graduate students studying in the areas of Earth sciences for academics, as well as for employees of industrial organizations of the fuel and energy sector, environmental trends, exploration companies.

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ ЖУРНАЛА

Журнал публикует теоретические, обзорные (проблемного характера), а также экспериментально-исследовательские статьи по проблемам геологии, географии, истории становления этих наук, краткие сообщения и информацию о новых методах экспериментальных исследований, а также работы, освещающие современные технологии поиска и разработки полезных ископаемых и др.

Журнал публикует информацию о юбилейных датах, новых публикациях издательства университета по геологии и географии, информацию о предстоящих и о прошедших научных конференциях, симпозиумах, съездах.

В журнале издаются материалы, ранее не публиковавшиеся в других периодических изданиях.

Журнал **«Геология, география и глобальная энергия»** включен в Перечень рецензируемых научных журналов и изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени доктора и кандидата наук, по отрасли науки 25.00.00 «Науки о Земле».

Объем журнала – 8–10 п.л. Периодичность издания – 4 раза в год. Объем публикаций: обзорные статьи – до 1 п.л. (16 стр.), оригинальные статьи – до 0,5 п.л. (8–10 стр.), информацию о юбилейных датах, конференциях и т.д. – до 0,2 п.л.

Оформление статьи. Редактор Word Windows; шрифт Times New Roman, 14, межстрочный интервал – 1, бумага формата А4; поля: левое – 2,5 см, правое – 2,5 см, верхнее и нижнее – 2,5 см, красная строка – 1,27 см, нумерация страниц вверху справа. Возможна публикация на английском языке.

Оформление «шапки». Наверху по центру – название статьи (заглавные буквы, шрифт Times New Roman, 16). Через 1 интервал – полное имя, отчество, фамилия автора, научное звание, должность, название кафедры, учреждения (организации), телефон, электронный адрес (кегль 14).

Если авторов в статье несколько, то указанная информация представляется для каждого автора отдельно. Приводится краткая аннотация на русском и английском языках. Ниже приводятся ключевые слова на русском и английском языках.

Размерность всех величин – в размере СИ; название химического соединения – в соответствии с рекомендациями ИЮПАК.

Требования к оформлению таблиц. Шрифт Times New Roman, 9. Ширина таблицы – 13 см, книжный разворот.

- все таблицы в рукописи должны иметь сквозную нумерацию арабскими цифрами;
- номер таблицы начинается со слова «Таблица» (шрифт Times New Roman, выравнивание по правому краю), после которого через пробел следует порядковый номер;
- после номера на следующей строке (без пропуска) размещается заголовок таблицы в виде 1–2 строк текста, набираемого обычным стилем: шрифт Times New Roman, жирный, по центру, междустрочный интервал 1,0, запрет висячих строк, запрет переноса;
- тело таблицы размещается после заголовка по ширине поля;
- содержимое ячеек таблицы центрируется по горизонтали и вертикали границы – 0,5 пт;
- таблицы должны быть вмонтированы в текст в ближайшем месте от ссылки на них. Таблицы должны располагаться в пределах рабочего поля (не попадать в зону полей). При переносе таблицы на другую страницу следует переносить и шапку таблицы.

Требования к оформлению формул. Формулы должны быть выполнены с помощью средств WORD в редакторе формул Microsoft Equation (допускается в MathType).

Шрифты формул:

- для русских индексов – text прямой, нежирный;
- function (sin, tg, log) – прямой, нежирный;
- Variable (лат. переменные) – курсив, нежирный;
- Greek – прямой, нежирный;
- Symbol – прямой, нежирный;
- Matrix-vector – жирный (лат., греч., русск.), прямой;
- Number – прямой, нежирный.

Размер шрифтов в MS Equation:

- full & subsymbol – 10 пт.;
- subscript – 9 пт.;
- subsub – 8 пт.;
- symbol – 14 пт.

Требования к оформлению иллюстраций:

- ширина рисунков, фотографий, диаграмм, графиков, схем – не более 13 см;
- все обозначения на рисунках должны быть разъяснены в тексте или в подписи к иллюстрации;
- линии на рисунках: основная – 1,5, тонкая – 0,75;
- рисунки должны быть сгруппированы.
- подписи к рисункам исполняются обычным стилем и начинаются с обозначения «Рис.», затем после одного пробела следует номер рисунка арабскими цифрами (нумерация сквозная), после чего текст подписи. Шрифт: Times New Roman, 9, по центру, междустрочный интервал 1,0, запрет висячих строк, запрет переноса;
- рисунки должны быть центрированы по тексту.

Рисунки размещаются непосредственно в тексте исходя из логики изложения и сопровождаются подрисуночными подписями. Рисунки должны быть черно-белыми. Каждый рисунок представляется в формате lpeg или tiff.

Структура данных к статье в журнале состоит из 5 блоков:

блок 1: (на русском языке): название статьи, автор(ы), адресные данные авторов (организация(и), ее юридический адрес, электронная почта всех или одного из авторов), аннотация (содержащая от 100 до 250 слов), ключевые слова (не менее 10);

блок 2: (информация блока 1 в романском алфавите): транслитерация и перевод соответствующих данных в той же последовательности: название статьи (на английском языке); автор(ы) на латинице (транслитерация); адресные данные авторов (организация(и), ее юридический адрес, электронная почта всех или одного из авторов), аннотация (содержащая от 100 до 250 слов), ключевые слова (не менее 10) – на английском языке;

блок 3: полный текст статьи на языке оригинала;

блок 4: список литературы на русском языке (название «Список литературы», не «Библиографический список»);

блок 5: список литературы на латинице (транслитерация и перевод) (название "References").

Список литературы оформляется в соответствии с ГОСТом 7.1-2003 (шрифт Times New Roman, 10) в алфавитном порядке. Страницы указывать обязательно. Нумерация ссылок по тексту (в квадратных скобках).

В адрес редакции просим направлять: электронный и распечатанный текст статьи на русском языке; к статье приложить сопроводительное письмо руководителя автора с указанием полных имен, отчеств и фамилий авторов, научного звания, должности, названия кафедры, учреждения, а также электронного адреса, номеров контактных телефонов.

На основании приказа ректора АГУ № 08-01-01/193 от 25.03.2011 г. за размещение статей в журнале установлен следующий порядок оплаты:

• с иногородних и других авторов, не являющихся сотрудниками АГУ, взимать оплату за публикацию в размере 500 рублей за страницу;

• с авторов – сотрудников АГУ взимать оплату в размере 300 рублей за страницу;

• статьи аспирантов АГУ, равно как и любых других вузов и научных учреждений, в соответствии с требованиями ВАК публиковать бесплатно.

Авторам необходимо предоставить справку о проверке статьи в системе «Антиплагиат». При необходимости редколлегия журнала оставляет за собой право на дополнительную проверку текста статьи в системе «Антиплагиат». А также получить Заключение экспертной комиссии (государственная тайна) и Заключение внутривузовской комиссии экспортного контроля (ВКЭК) о возможности открытого публикования (пр. № 08-01-01/761 от 10.08.2016 г.) (тел. 61-09-73, Гурин В.Н.).

Реквизиты для оплаты публикаций.
ИНН 3016009269
КПП 301601001
УФК по Астраханской области (Астраханский государственный университет)
л/сч 20256Ц14780
р/сч 40501810400002000002
Банк: Отделение Астрахань г. Астрахань
БИК 041203001
код ОКОНХ 92110
код ОКПО 02079218
КБК 00000000000000000130
ОКТМО 12701000001
Код ТОФК:2500
Обязательно указывать назначение платежа: размещение статьи, Ф.И.О. автора, название и номер журнала, название статьи. К статье прикладывается чек-ордер оплаты.

Статьи направлять по адресу:
414000, г. Астрахань, пл. Шаумяна 1, Астраханский государственный университет, Естественный институт, Серебрякову Андрею Олеговичу, тел. (8512) 52-49-99, доп. 131 (раб.), 8-927-281-35-72 (моб.)
Электронный адрес редколлегии журнала: geologi2007@yandex.ru

ПРИМЕР ОФОРМЛЕНИЯ СТАТЬИ

ОСОБЕННОСТИ ЧИСЛЕННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДАТЧИКОВ НА ОСНОВЕ ПОВЕРХНОСТНЫХ АКУСТИЧЕСКИХ ВОЛН (ПАВ) МЕТОДОМ КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

***Лунин Леонид Сергеевич*,** профессор, доктор физико-математических наук

Южно-Российский государственный технический университет
(Новочеркасский политехнический институт)
346428, Российская Федерация, Ростовская обл., г. Новочеркасск,
ул. Просвещения, 132
E-mail: Lunin_ls@yandex.ru

Датчики на поверхностных акустических волнах служат для измерения физических и химических величин: давления, температуры, химического состава, магнитного поля и др. Принцип их работы основан на двух физических явлениях: ПАВ и пьезоэлектричестве. Рассмотренные в данной статье датчики на поверхностных акустических волнах – резонаторного типа. Описываемая конечно-элементная математическая модель и анализ частотной характеристики устройств на ПАВ отличаются от ранее разработанных тем, что моделирование электромеханических свойств датчика производится с минимальным числом допущений и приближений.

Ключевые слова: метод конечных элементов, поверхностные акустические волны, датчик, чувствительный элемент, уравнения Максвелла, метод Галеркина, «скайлайн-метод», термостабильный кварц, встречно-штырьевой преобразователь, резонансная частота, деформация

PECULIARITIES OF SURFACE ACOUSTIC WAVE (SAW) SENSORS NUMERICAL MODELING USING FINITE-ELEMENT METHOD

Lunin Leonid S.
Professor, D.Sc. in Physics & Mathematics
South Russian State Technical University (Novocherkassk Polytechnic Institute)
132 Prosvetsheniya st., Novocherkassk, Rostov reg., Russian Federation, 347360

E-mail: ikreuz@yandex.ru

Surface acoustic wave sensors serve for physical and chemical values measurement: pressure, temperatures, chemical properties, a magnetic field, etc. The principle of their operation is on 2 physical phenomena based: surface acoustic waves and piezoelectricity. Surface acoustic wave sensors, considered in this article, are resonator-type sensors. Finite-element mathematical model and the analysis of a surface acoustic wave devices frequency response differ from earlier developed subjects, that modeling of electromechanical properties of the sensor is produced with minimum number of assumptions and approximations.

Keywords: final elements method, superficial acoustic waves, the gauge, the sensitive element, maxwell's equations, galerkin's method, skyline-method, thermostable quartz, interdigital transducer, resonant frequency, deformation

ТЕКСТ СТАТЬИ (на русском языке)

Список литературы

1. Балышева О. Л. Материалы для акустоэлектронных устройств : уч. пос. / О. Л. Балышева. – СПб. : ГУАП, 2005. – 50 с.
2. Auld B. A. Acoustic Fields and Waves in Solids / B. A. Auld. – N.Y. : JohnWiley&Sons, 1973. – 300 с.

References

1. Balysheva O. L. *Materialy dlya akustoelektronnyh ustroistv* [Works for akustoelektronny devices], St.-Petersburg, 2005, 50 p.
2. Auld B.A. *Acoustic Fields and Waves in Solids*, N.Y., JohnWiley&Sons, 1973, 300 p.

RULES FOR THE AUTHORS OF THE JOURNAL

The journal publishes the theoretical, review (of problem nature) and experimental and research articles on geology, geography, history of formation of these sciences, short reports and information on the new methods of experimental researches, and also the works covering the up-to-date technologies of prospecting and developing minerals etc.

The journal publishes the information on jubilee dates, new publications of the University Publishing House on geology and geography, the information on forthcoming and held scientific conferences, symposiums, congresses.

The journal publishes the materials not been published earlier in other periodical editions.

The journal "Geology, Geography and Global Energy" is included in the List of the conducting reviewed scientific journals and editions in which the main scientific results of theses on competition of an academic degree of the doctor and candidate of science have to be published on the field of science 25.00.00 "Earth Science".

Publication frequency is 4 times a year. The volume of publications: review articles – up to 1 printed sheets (16 pages), original articles – up to 0.5 printed sheets (8–10 pages), information on jubilee dates, conferences etc. – up to 0.2 printed sheets.

Article design. Editor Word Windows, type Times New Roman, 14, interlinear interval – 1, paper format A4; margins: left one – 2.5 cm, right one – 2.5 cm, upper and lower ones – 2.5 cm, break line – 1.27 cm, pagination is overhead to the right.

The dimension of all units of measurement is in the size of SI; the names of chemical compounds are in accordance with the IUPAC recommendation.

Tables. Type Times New Roman, 10. The table width is 13 cm, a book turn. In the right corner there is word “Table” with serial number, through an interval – the title of the table (bold one, on centre, 10).

Formulae. Superlinear and interlinear indices – type Times New Roman, 11; mathematical symbols – type Times New Roman, 18; letters of the Greek alphabet – type Times New Roman, 14. The formulae should be typed without indention from the left edge.

Photos, figures, diagrams, graphs, schemes are only black-and-white. The width of photos, figures, diagrams, graphs, schemes is no more than 13 cm.

We ask to send to the address of the editorial board: electronic and printed text of the article; enclose with the article the accompanying letter of the author’s supervisor with indication of full names, patronymic names and last names of the authors, scientific rank, post, names of chair, institution and also e-mail, contact phone numbers.

Send the articles to e-mail: geologi2007@yandex.ru

ПОРЯДОК РЕЦЕНЗИРОВАНИЯ РУКОПИСЕЙ

1.Поступающая в редакцию статья рассматривается на предмет соответствия профилю журнала, требованиям к оформлению и регистрируется с присвоением ей индивидуального номера. Редакция в течение трех дней уведомляет авторов о получении рукописи статьи. Рукописи, оформленные не должным образом, не рассматриваются.

2.Рукописи всех статей, поступивших в редакцию журнала, подлежат обязательному рецензированию. К рецензированию привлекаются ученые, доктора наук, обладающие неоспоримым авторитетом в сфере научных знаний, которой соответствует рукопись статьи. Рецензентом не имеет права быть автор (или один из авторов) рецензируемой статьи. Рецензенты информируются о том, что рукописи статей являются частной собственностью их авторов и представляют собой сведения, исключающие их разглашение и копирование.

3.В случаях, когда редакция журнала не располагает возможностью привлечь к рецензированию эксперта подобающего уровня в сфере знаний, к которой имеет отношение рукопись, редакция обращается к автору с просьбой предоставить внешнюю рецензию. Внешняя рецензия предоставляется при подаче статьи (что, тем не менее, не исключает принятый порядок рецензирования). Рецензии обсуждаются редколлегией, являясь причиной для принятия или отклонения рукописей. Рукопись, адресуемая в редакцию, также может сопровождаться письмом из направляющей организации за подписью ее руководителя.

4.Рецензия должна беспристрастно давать оценку рукописи статьи и заключать в себе исчерпывающий разбор ее научных достоинств и недостатков. Рецензия составляется по предлагаемой редакцией форме или в произвольном виде и должна освещать следующие моменты: научную ценность результатов исследования, актуальность методов исследования и статистической обработки данных, уровень изучения научных источников по теме, соответствие объема рукописи статьи в общем и отдельных ее элементов в частности, т.е. текста, таблиц, иллюстраций, библиотечных ссылок. В завершающей части рецензии необходимо изложить аргументированные и конструктивные выводы о рукописи и дать ясную рекомендацию о необходимости либо публикации в журнале, либо переработки статьи (с перечислением допущенных автором неточностей и ошибок).

5.Если в рецензии на статью сделан вывод о необходимости ее доработки, то она направляется автору на доработку вместе с копией рецензии. При несогласии автора с выводами рецензента, автор вправе обратиться в редакцию с просьбой о повторном рецензировании или отозвать статью (в этом случае делается запись в журнале регистрации). Тогда новой датой поступления в редакцию журнала доработанной статьи считается дата ее возвращения. Доработанная статья направляется на повторное рецензирование тому же рецензенту. Редакция журнала оставляет за собой право отклонения рукописи статьи в случае неспособности или нежелания автора учесть пожелания рецензента.

6.Срок рецензирования между датами поступления рукописи статьи в редакцию и вынесения редколлегией решения в каждом отдельном случае определяется ответственным секретарем с учетом создания условий для мак-

симально оперативной публикации статьи, но не более двух месяцев со дня получения рукописи.

7.Рецензии на статьи предоставляются редакцией экспертным советам в ВАК по их запросам.

8.Редакция журнала не сохраняет рукописи статей, не принятые к публикации. Рукописи статей не возвращаются.

9.Редакция журнала не несет ответственности на достоверность информации.

10.Оригиналы рецензий хранятся в редколлегии в течение пяти лет.

Главный редактор: Серебряков О.И.

ORDER OF REVIEWING

1.The article submitted to the editorial staff is considered for conformity with the journal profile, the requirements for execution and is registered with the assignment the individual number to it. The editorial staff informs the authors of the receipt of the manuscript within 3 days. The manuscripts which are not formalized properly are not considered.

2.The manuscripts of all articles received by the editorial staff are subject to obligatory reviewing. The scientists, doctors of science who has an indisputable authority in the sphere of scientific knowledge, to which the manuscript corresponds, are engaged in reviewing. The author (or one of the authors) of the reviewing article has no right to be a reviewer. The reviewers are informed that the article manuscripts are a private property of their authors and represent the information not subject to disclosure and copying.

3.In cases when the editorial staff of the journal does not have the opportunity to bring to reviewing the expert of the corresponding level in the field of knowledge, to which the manuscript relates, the editorial staff appeals to the author to provide an external review. The external review is available when submitting the article (that, nevertheless, does not exclude the accepted order of reviewing). Being the reason for receipt or rejection of the manuscripts the reviews are discussed by the editorial board. The manuscript, addressed to the editorial staff, may be accompanied by a letter from the directing organization which is signed by its leader.

4.The review should impartially evaluate the manuscript and encompass an exhaustive analysis of its scientific merits and demerits. The review is compiled according to the form proposed by the editors or in any form and should cover the following points: the scientific value of the research results, the relevance of research methods and statistical data processing, the level of study of scientific literature on the subject, the accordance of the volume of the manuscript in general and its separate elements in particular that is the text, tables, illustrations, library references. In the final part of the review it is necessary to state the reasoned and constructive conclusions about the manuscript and give a clear recommendation on the need of publication in the journal or processing the article (listing the inaccuracies and errors admitted by the author).

5.If in a review article concluded the need for its revision, it is sent to the author for revision together with a copy of the review. In case of disagreement with the conclusions of the author of the reviewer, the author is entitled to apply to the editor with a request to reconsider or withdraw the paper reviewing (in this case, an entry is made in the log). Then the new date of admission to the journal articles modified is the date of her return. Modified article is sent for re- reviewing the same reviewer. Editorial Board reserves the right to reject the manuscript in case of inability or unwillingness to accommodate the wishes of the author of the reviewer.

6.Review period between the date of receipt of the manuscript to the editor and the editorial board of rendering decisions in each case determined by the executive secretary with the creation of conditions for the most rapid publication of articles, but not more than 2 months from the date of receipt of the manuscript.

7.Reviews of articles edited by expert advice provided in the WAC at their request.

8.Editorial Board does not keep the manuscript papers not accepted for publication. Manuscripts will not be returned.

9.Editorial Board is not responsible for the accuracy of the information.

Editor-in-Chief O.I. Serebryakov

Подписка на наши издания осуществляется
по Объединенному каталогу «Пресса России»

Журнал фундаментальных и прикладных исследований **«*Естественные науки*»**
Подписной индекс – 11108

Журнал публикует теоретические, обзорные (проблемного характера), а также экспериментально–исследовательские статьи по всему спектру естественнонаучных проблем химии, биологии, экологии, краткие сообщения и информацию о новых методах экспериментальных исследований, а также работы, освещающие современные технологии преподавания естественных наук.

Периодичность издания – 4 раза в год.
Ориентировочная стоимость одного номера – 2420 р.
Телефон: (8512) 48-53-47. E-mail: asupress@yandex.ru

Журнал фундаментальных и прикладных исследований **«*Гуманитарные исследования*»**
Подписной индекс – 11109

В журнале публикуются статьи по широкому спектру проблем гуманитарного знания. Ведущие направления публикаций отражены в следующих рубриках: «Язык. Коммуникации», «Проблемы художественного слова», «Воспитание. Образование. Школа», «Юридическая практика. Теория права».

Периодичность издания – 4 раза в год.
Ориентировочная стоимость одного номера – 2000 р.
Телефон: (8512) 48-53-47. E-mail: asupress@yandex.ru

Научно-технический журнал ***«Геология, география и глобальная энергия»***
Подписной индекс – 11173

Редколлегия журнала принимает к рассмотрению статьи по проблемам геологии, нефтегазоностности различных регионов, охватывающие важнейшие и крайне полезные для науки и производства, а также для обучения студентов естественного направления.

Периодичность издания – 4 раза в год.
Ориентировочная стоимость одного номера – 3930 р.
Телефон: (8512) 48-53-47. E-mail: asupress@yandex.ru

Научный журнал «***Каспийский регион: политика, экономика, культура»***
Подписной индекс – 11170

Профиль журнала – анализ проблем настоящего, прошлого и будущего Каспийского региона в их взаимосвязи с современным развитием мира.

Издание имеет многоплановый, междисциплинарный характер, знакомит читателя с исследованиями и дискуссиями во всех областях социальных и гуманитарных знаний по проблемам Каспийского региона.

Периодичность издания – 4 раза в год.
Ориентировочная стоимость одного номера – 2710 р.
Телефон: (8512) 48-53-47. E-mail: asupress@yandex.ru

Научно-технический журнал **«*Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии*»**
Подписной индекс – 73313

На страницах журнала представлены результаты исследований и новейшие разработки в области физических и технических наук.

Ведущие направления публикаций отражены в следующих рубриках: «Управление в социальных и экономических системах», «Математические и инструментальные методы экономики», «Системный анализ, управление и обработка информации», «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ», «Информационно-измерительные и управляющие системы».

Периодичность издания – 4 раза в год.
Ориентировочная стоимость одного номера – 4145 р.
Телефон: (8512) 48-53-47. E-mail: asupress@yandex.ru

Предлагаем всем желающим разместить в наших изданиях рекламу.
Адрес Издательского дома «Астраханский университет»:
414056, г. Астрахань, ул. Татищева, 20а;
тел. (8512) 24-64-95; тел./факс (8512) 24-68-37,
e-mail: asupress@yandex.ru

ГЕОЛОГИЯ, ГЕОГРАФИЯ И ГЛОБАЛЬНАЯ ЭНЕРГИЯ

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

2018. № 3 (70)

Свидетельство о регистрации средства массовой информации
Федеральной службы по надзору
в сфере связи и массовых коммуникаций
ПИ № ФС77-32762 от 08 августа 2008 г.

Учредитель

Астраханский государственный университет
Россия, 414056, г. Астрахань, ул. Татищева, 20а

Главный редактор О.И. Серебряков

Верстка, компьютерная правка *Ю.А. Ященко*
Редактирование *С.С. Кострыкиной*

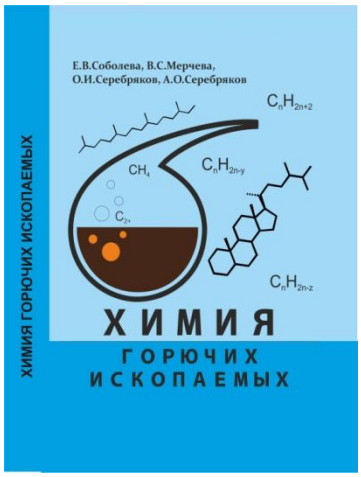
Адрес редакции: Россия, 414056, г. Астрахань, ул. Татищева, 20а

Дата выхода в свет 24.12.2018 г.

Цена свободная
Уч.-изд. л. 18,6. Усл.-печ. л. 26,1.
Заказ № 3899. Тираж 500 экз. (первый завод – 34 экз.).

Издательский дом «Астраханский университет»
414056, г. Астрахань, ул. Татищева, 20а
Тел. (8512) 24-64-95, тел./факс (8512) 24-68-37
E-mail: asupress@yandex.ru

Издательский дом «Астраханский университет»
предлагает следующие книги:



Е.В. Соболева, В.С. Мерчева, О.И. Серебряков, А.О. Серебряков. Химия горючих ископаемых : учебник.

Рассматриваются вопросы поэтапного исторического развития взглядов на состав и свойства горючих ископаемых. Основная часть материала посвящена составу, свойствам и классификации нефти, газового конденсата, природного газа и твердых горючих ископаемых, описанных на уровне современных достижений инструментального аналитического оборудования в соответствии с существующими теориями и гипотезами науки о Земле. Для облегчения процесса познания происхождения, формирования, состава и свойств природных горючих ископаемых предлагается глоссарий, являющийся одним из инструментов в достижении цели, поставленной высшим образованием в области подготовки студентов, бакалавров и магистрантов, обучающихся по направлению Геология.

Предназначен для студентов, бакалавров и магистрантов, обучающихся по направлению 020300 – Геология, специальности 020305 – Геология и геохимия горючих ископаемых, а также специалистов, работающих в области геологии, геохимии, добычи и переработки нефти, газа, газового конденсата, твердых горючих ископаемых на предприятиях ТЭК.



Л.Ф. Ушивцева, Т.С. Смирнова, О.И. Серебряков. Гидрогеология нефти и газа : учебник.

Рассмотрены вопросы курса «Гидрогеология нефти и газа», который читается студентам геологических специальностей: типы вод в минералах и горных породах, условия происхождения, залегания и движения; формирования химического, газового и бактериального составов. Приведены сведения по крупным гидрогеологическим провинциям и типы вод отдельных месторождений. Тематический материал сопровождается контрольными вопросами, практическими заданиями, задачами, рисунками.

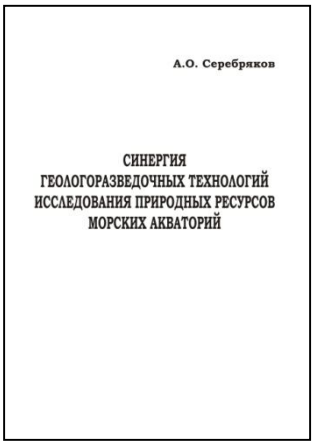
Учебник предназначен для студентов, преподавателей, магистрантов, обучающихся по специальности 05.03.01 «Геология», и аспирантов геологических и гидрогеологических и других специальностей, а также для работников ТЭК и производственных организаций.



О.А. Серебрякова. Методы морских геологических исследований : учебник.

Изложена методик морских рекогносцировочных и поисково-разведочных геологических исследований, геохимических, термодинамических, инженерно-геологических и лабораторных исследований при освоении сырьевых ресурсов морских акваторий. Приведена методика исследований свойств пластовых флюидов, изучены различные модели природного сырья и прогнозы при моделировании пластовых флюидов.

Предназначен для студентов специальностей 020305.65 Геология и геохимия горючих ископаемых, 020700.65 Геология и геохимия горючих ископаемых, 130802.65 Поиски и разведка подземных вод и инженерно-геологические изыскания, а также для аспирантов, преподавателей наук о Земле, работников ТЭК, производственных геологоразведочных и нефтегазодобывающих предприятий, научных и проектных организаций.



А.О. Серебряков. Синергия геологоразведочных технологий исследования природных ресурсов морских акваторий : монография.

Изложена методика буровых, геохимических, термодинамических, инженерно-геологических и лабораторных исследований при освоении сырьевых ресурсов морских акваторий. Приведены методика исследований свойств пластовых флюидов, изучены различные модели природного сырья и прогнозы при моделировании пластовых флюидов, изучены различные модели природного сырья и прогнозы при моделировании пластовых флюидов.

Работа предназначена для работников ТЭК, производственных геологоразведочных и нефтегазодобывающих предприятий, научных и проектных организаций, преподавателей наук о Земле, студентов, аспирантов специальностей «Геология», «Геохимия», «Гидрогеология», «Инженерная геология».