

Дискуссия

УДК 577.4:631.4

К ВОПРОСУ О ЕДИНОМ ЭКОЛОГИЧЕСКОМ ПРОСТРАНСТВЕ

Лев Георгиевич Богатырев¹, Мария Михайловна Воронина²,
Инна Игоревна Тюлюбаева³

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова,
119991, г. Москва, ГСП-1, Ленинские горы, д.1, корп.12; факультет почвоведения

¹ – кандидат биологических наук, доцент кафедры общего почвоведения;

² – аспирантка кафедры общего почвоведения;

³ – аспирантка кафедры общего почвоведения

В работе выдвигается тезис о возможности выделения новой структурной единицы – единого экологического пространства (ЕЭП), которое органично решает вопрос о континуальности и дискретности структурных единиц биосферы. Предложено определение ЕЭП и принципы выделения новых структурных единиц. Показано, что критерием выделения ЕЭП может быть единство структурно-функциональной или функциональной организации наземных или водных экосистем. Единство гармонии в системе макро- и микроразнообразия следует рассматривать как пример ЕЭП, чье функционирование обусловлено спецификой минеральной, органоминеральной, или органической матрицы, детерминирующей относительную стабильность системы.

Ключевые слова: экосистема, структурная единица, биогеохимические циклы, биосфера, единое экологическое пространство.

Введение. Развитие учения о структурно-функциональной организации биосферы, очевидно, нуждается не только в сохранении основополагающих идей, сформулированных В.И.Вернадским, но и в их последовательном совершенствовании [1]. Несомненно, что такое развитие должно быть органичным и при сохранении самой идеи биосферы вносить в него новые элементы. Ранее нами были высказаны частные соображения, которые на основе фундаментальных положений В.И.Вернадского предлагали методическую основу проведения границ биосферы на основе нескольких принципов [2]. Первый принцип, согласно В.И.Вернадскому, формально ограничивал вертикальную протяженность биосферы несколькими километрами, второй, названный нами структурным, требовал наличия всех компонентов биосферы. Третий подход постулировал необходимость круговорота вещества и энергии, как критерия биосферы. Это открывало совершенно уникальную возможность включения в биосферу не только живого, биогенного и биокосного вещества, но и частиц косного вещества, конечно, только той его части, в пределах которой осуществлялся биогенный круговорот элементов. Основанием этого утверждения для нас послужили слова В.И.Вернадского, который, называя непрерывный биогенный ток атомов основным механизмом существования биосферы, отмечал, что он осуществляется между живым веществом и косной материей [3]. Тем самым,

бесспорно не только решался вопрос об отнесении части косной материи, вовлеченной в круговорот, к биосфере, но и сформировался принцип выделения ее границ по наличию круговорота, что, несомненно, относится к функциональному подходу. Фактически круговорот в этом случае выступает как необходимое и достаточное основание для выделения границ биосферы.

Рассматривая пространственные границы биосферы, от наименьших единиц – биогеоценозов (БГЦ) до биосферы в целом, нетрудно заметить, что горизонтальные и вертикальные границы биосферных единиц далеко не всегда строго ограничены пространственными рамками. Внимательный анализ показывает, что во многих случаях границы выделяемых структурных единиц биосферы имеют скорее континуальный, нежели дискретный характер. С одной стороны, это закономерно вытекает из термодинамического открытого характера всех систем биосферы, и соответствует определению биосферы по В.А.Ковде [4, 5]. С другой стороны, интересно замечание В.И.Вернадского, согласно которому происходит постоянное давление жизни, сопровождающееся постоянным расширением пространства, захваченного живым веществом [1]. Вместе с тем, совершенно очевидно, что континуальный характер границ биосферы придает не только живое вещество, но и биогенное и биокосное. В условиях же постоянно растущего антропогенеза вмешательство человека далеко не всегда происходит в

рамках заранее выделенных естественных природных структурных ячеек биосферы. Последние в этих условиях не только не сохраняют своих естественных границ, но и подвергаются процессам конвергенции и/или дивергенции, и образуют совершенно новые территориальные единицы, объединяющиеся на совершенно новых принципах. Симптоматично, что в этом случае при выделении границ биосферы два последних принципа – структурный и функциональный, особенно последний, уже не несут в себе критерия строго ограниченного пространства. Отсюда напрашивается необходимость в обосновании определенных единиц, которые можно использовать в этих далеко не редких случаях. Таким понятием может служить единое экологическое пространство (ЕЭП).

В почвоведении понятие об экологическом пространстве (правда без использования слова единый) применялось И.А.Соколовым, для обозначения пространства, в рамках которого существует педосфера. Это пространство, по его мнению, образовано двумя переменными – климатом и породами и двумя постоянными – рельефом и временем [6].

Вопрос о едином экологическом пространстве возникает при обсуждении сущности биогеохимических циклов. Как было показано ранее, это понятие связано с двумя теоретическими подходами. Первый подход основывается на определении биогеохимического цикла по В.В.Снакину [7], который отражает характер взаимодействия биогеоценозов.

Заметим, что В.В.Снакин не обсуждает вопрос о границах пространства, охваченного взаимодействием биогеоценозов. Второй подход, также касающийся сущности биогеохимического круговорота, возникает при рассмотрении его параметров по Н.Ф.Глазовскому [8] или В.А.Ковде [4]. Рассматривая эти параметры, нетрудно заметить, что в обоих случаях речь идет о существенном и значительном расширении характеристик функционирования БГЦ, среди которых, кроме биологического круговорота, предлагается использовать не только характеристики почвы, но и учитывать особенности миграции и характер поступления элементов с различными потоками – от атмосферных до грунтовых и даже более глубоко залегающих вод. Но вопрос о том, что собой представляет эта пространственная единица, также никак не обсуждается. Можно только предположить, что речь идет о специфическом пространстве, не ограниченном рамками БГЦ, в пределах которого по Тимофееву-Ресовскому [9] не должна проходить ни одна граница. Замечательно, что мысль о едином пространстве заложена в концепции В.А.Ковды [10] о происхождении Рус-

ской равнины, которую он рассматривал с позиций единовременного последовательного переноса и дифференциации продуктов, сформировавшихся в послеледниковый период.

Близкая по смыслу позиция отчетливо прослеживалась в работах одного из известных географов В.И. Орлова [11], который рассматривал генезис различных отложений как результат поточковых процессов, (перемещения и дифференциации), тем самым фактически возводил процессы в детерминирующий механизм, создающий единое пространство. В данном контексте невозможно не упомянуть Н.М.Страхова с его единой схемой литогенеза [12]. Таким образом, в разных работах исподволь прослеживалась мысль о ЕЭП.

О принципах выделения единого экологического пространства (ЕЭП). Очевидно, что если речь идет о новой структурной единице, то следует дать ей определение. Под единым экологическим пространством предлагается понимать такую структурную единицу наземных или водных частей биосферы или их совокупности, которые однотипны в структурном, функциональном или структурно-функциональном отношении. При этом единую специфику поведения живых организмов или их совокупности определяют один или несколько факторов или специфических свойств иных важнейших компонентов биосферы. В таком качестве могут выступать биогенные, биокосные или косные тела природы, которые находятся в активном взаимодействии с живым веществом, включенным в процессы биогеохимического круговорота. В результате образуется такая вертикальная и/или горизонтальная протяженность, которая может выступать инвариантно относительно стандартных границ биогеоценоза, элементарного, геохимического или географического ландшафта.

Нельзя сказать, что идея континуального характера в природных объектах не обсуждалась. Хорошо известна концепция экотонов, выделяемых для переходных ландшафтов. В этом отношении убедительным примером могут быть районы северотаежной подзоны в пределах севера Западной Сибири, где на территории одного района можно найти элементы не только таежных экосистем, но и тундровых ландшафтов [13]. Но и в этом случае, было бы неверным проводить строгие границы между этими участками в силу их постоянного взаимодействия. В подразделении таких крупных территориальных единиц как географический ландшафт довольно успешно используется такая территориальная единица как лесостепь, которая в своих пределах содержит довольно контрастные пространства. Фактически же это реальное единое экологическое пространство и, несмотря на свою внутреннюю гетероген-

Схема выделения типов ЕЭП

Типы ЕЭП, характеризующиеся:	Основной критерий выделения ЕЭП
Однотипной структурно-функциональной организацией	Однотипный состав компонентов в сочетании с однотипным функционированием
Однотипной структурной организацией	Однотипный состав компонентов входящих в систему
Однотипной функциональной организацией	Однотипное инвариантное функционирование на фоне различной структурной организации
Однотипным характером влияния комплекса факторов	Однотипный кумулятивный эффект
Однотипными экологическими условиями при различных организациях: структурно-функциональной, структурной или функциональной	Однотипность основных экологических параметров
Однотипной гармонической составляющей в системе элементов	Однотипное соотношение макро- и микроэлементов, детерминируемое минеральной, органической или органоминеральной матрицей.
Однотипными характеристиками биологического круговорота	Единая типологическая принадлежность в рамках классификации биологического круговорота.
Однотипным механизмом формирования системы	Единство процессов или одного детерминирующего фактора

ность в отношении почвенного и растительного покрова, характеризуется единой историей происхождения. Это, пожалуй, один из ярких примеров формирования ЕЭП.

Предлагается различать следующие ЕЭП. Первая большая группа – это ЕЭП, чье единство основывается на тождестве и однотипности структурных компонентов, например растительности. Фактически это единство положено в основу выделения географических ландшафтов и биомов [14].

Вместе с тем существенным в рамках биогеохимических циклов является единство биохимического состава растительного опада. Наиболее ярким примером может служить выделение пространств, занятых хвойными группировками, которые независимо от принадлежности к природным зонам объединяет богатство лигноцеллюлозными соединениями при минимальной зольности. Согласно этому принципу представляется вероятным выделение единого экологического пространства, в пределах которого развиваются степные группировки, характеризующиеся низким содержанием лигноцеллюлозных соединений и высокой зольностью. Совершенно специфическое ЕЭП формируется в условиях широкого распространения моховых сообществ, с их низкой зольностью и наличием протолигниновых структур. Таким образом, основанием для выделения единого экологического пространства может служить однотипность растительности в сочетании с однотипностью ее состава. В этом случае каждый раз мы будем иметь дело с ЕЭП, в определенной степени инвариантным относительно других компонентов биосферы, в частно-

сти, относительно почвы, которая может изменяться в пределах тех же хвойных экосистем.

ЕЭП может быть сформировано функционированием одного вида животного, например, леммингов в тундровых ландшафтах. В этом случае общее ЕЭП, находящееся под влиянием этих животных, может охватывать различные биогеоценозы. Близким примером может быть ЕЭП, образованное под влиянием таких копытных как лоси в пределах заповедника им. В.В. Алехина, которые своим влиянием охватывают как степные участки, так и участки под дубравами.

Наиболее грандиозным является ЕЭП, сформированное при активном участии огромных стад северного дикого оленя на Таймыре, чье влияние охватывает различные ландшафты – от северо-таежных до арктических. Конечно, это общее ЕЭП может подразделяться в зависимости от временного цикла использования пастбищ – зимние, весенние и летние, где характер воздействия на экосистемы будет зависеть от особенностей сезонного питания животных.

Ближние ситуации характерны для водных экосистем, где ЕЭП образуются под влиянием представителей nekтона, характеризующегося особенно широкой экологической амплитудой. При этом специфика подобных ЕЭП такова, что они могут охватывать не только однотипные по характеру пространства, например, морские водоемы, но и включать в себя и пресные, если подразумевать под ЕЭП весь путь миграции лососевых рыб. Таким образом, влияние живых организмов может быть ограничено территориальным единством, или наоборот, быть довольно независимым от строго ограниченных пространств.

Временные единые экологические пространства, образуются преимущественно живыми организмами в их временном местобитании. К таким территориям следует отнести местобитания перелетных птиц, например, поселения гусей на Таймыре.

ЕЭП могут выделяться на разных уровнях организации биосферы – от уровня географического ландшафта – до его отдельных составляющих. Так, например, идею ЕЭП на мезоуровне предвосхитила Б.Р. Стриганова [15], когда подчеркивала, что основная черта наземного детрита – не столько и не только в его структурной составляющей, которая может быть определена его вещественной характеристикой, включая химический и биохимический состав, сколько в единстве с живым веществом. Несомненно, в этом случае речь идет о структурно-функциональном единстве наземных форм детрита, в частности, лесных подстилок, которые в этом случае выступают в качестве ЕЭП.

В некоторых случаях роль одного фактора может стать ведущей для функционирования экосистем, что позволяет также говорить о ЕЭП. Вероятно, это в определенной мере относится к почвам, формирующимся в условиях многолетне-мерзлых пород, часто разнообразных в фитоцено-тическом отношении, но чрезвычайно близких по своему функционированию [16].

Основанием для выделения ЕЭП может служить и однотипность функционирования. Понятно, что критерии однотипности функционирования могут быть различными. Так, например, единый уровень выделения углекислого газа может быть положен в основу выделения специфических структурных единиц, которые могут быть определены как ЕЭП. Другим примером для выделения ЕЭП является однотипность биологического круговорота в рамках классической классификации [17].

Рост антропогенного воздействия и серьезное расширение деятельности человека, возрастание техногенных нагрузок закономерно ведет к формированию территорий, чья близость обусловлена единством характера воздействия.

В этом случае в соответствующие ЕЭП правомерно объединяются все искусственно созданные сообщества, изначально принадлежащие различным типам. Вполне обоснованно будет разделение антропогенных ландшафтов, и здесь в особую категорию выделяются агроценозы – по типу основного выращиваемого продукта, например, зерновых, пропашных и т.д. [18]. Очевидно, что можно будет выделять ЕЭП, однотипные по совокупному характеру выращиваемых культур, т.е. территории с единым типом севооборота, в которых сохраняется специфика экологического

пространства. В эту же группу могут быть отнесены пастбища, предназначенные для сельскохозяйственных животных. В рамках оценки земель сельскохозяйственные земли давно объединяются как ЕЭП. Не случайно в оценке земель США, Канады, многих других стран, включая международную классификацию земель по ФАО, речь, в первую очередь, идет о факторах, ограничивающих продуктивность [19], которая принята в качестве одного из ведущих критериев группировки. Не это ли и есть ЕЭП, о котором идет речь в настоящей работе?

Особого выделения требуют пространства с однотипным уровнем загрязнения, например, вызванного разнообразными органическими соединениями, включая загрязнение нефтью [20], или пространства с однотипным загрязнением, вызванным определенным набором тяжелых металлов, радиоизотопов. Это могут быть различные территории, в том числе и так называемые полигоны, предназначенные для отходов промышленного и бытового происхождения.

Минеральная матрица является системообразующим фактором ЕЭП, что проявляется в следующем. Во-первых, установлена однотипность характера концентрирования и рассеивания элементов в пределах территорий принадлежащих одной минералогической провинции. Это подтверждается однохарактерными геохимическими спектрами, причем полученными для разнообразных по гранулометрическому составу почвообразующих пород – покровных суглинков, морен и флювиогляциальных отложений [21]. Причем эта гармония сохраняется на фоне существующих различий в абсолютном содержании элементов в разных типах пород. В соответствии с этим определяется устойчивость сформировавшихся БГЦ.

В определенной степени подобная гармония сохраняется не только для пород и почв в целом, но и на уровне отдельных гранулометрических фракций – песка, пыли, ила, что хорошо видно при пересчете данных по содержанию микроэлементов, приводимых А.И. Сысо для почв и пород Западной Сибири [22]. В этом контексте, идея о конвергенции продуктов выветривания, высказанная еще В.М. Фридландом, безусловно, является плодотворной, но, правда, несколько в другом контексте – не в отношении сближения содержания элементов в различных породах по мере выветривания, а в отношении однотипного характера соотношений элементов в разных породах при возможном сохранении уровней валового содержания [23]. Интересен вопрос о том, что служит механизмом, поддерживающим однотипный характер соотношений между элементами в почвах различных по гранулометрическому составу. В почвах легких по гранулометрическо-

му составу, особенно песчаных, существенная роль принадлежит, очевидно, группе устойчивых минералов, в том числе и акцессорным, которые на фоне преобладания кварца определяют основную картину, характеризующую типологию концентрирования и рассеивания элементов. Не случайно В.А.Ковда предполагал, что близкий состав акцессорных минералов в определенной степени свидетельствует о едином происхождении отложений.

Наиболее близко к понятию единого экологического пространства, очевидно, подходят в рамках теории экологического нормирования. Здесь как нигде, понятие о ЕЭП, вероятно, должно найти наибольшее использование. Высоко оценивая исследования в области разработок ПДК и ОДК, следует помнить, что для нормального функционирования наземных и водных экосистем необходимы не только важнейшие микро- и макроэлементы, в так называемых приемлемых концентрациях, что, безусловно, чрезвычайно важно, но и определенные соотношения в системе элементов. Сразу отметим, что гармония в соотношениях элементов – далеко не новое понятие. Достаточно вспомнить классические работы, в которых подчеркивается важность отношения кальция к фосфору и кальция к калию и магнию в кормах, что совершенно необходимо для нормальной жизнедеятельности крупного рогатого скота [24].

Существующая гармония в соотношениях элементов предопределяет возможности жизнедеятельности специфических видов растений и животных в пределах, ограниченных распространением определенной минеральной матрицы и обуславливает нормальное и однотипное функционирование биоценозов. Очевидно, отсутствие или быстрая смена гармонии в соотношениях элементов во времени может привести к нестабильности структурно-функциональной организации биоценозов и ограничению временного интервала, в пределах которого пришлось бы перестраиваться живым организмам. Можно полагать, что это тот самый механизм, который позволяет живым организмам длительное время существовать в определенных физико-географических условиях. Совершенно другая ситуация складывается в городских экосистемах, где эта гармония серьезно нарушена [21].

Представленный выше материал по ЕЭП заслуживает серьезного внимания и вполне способен занять свое место в системе экологического нормирования [25], тем самым обозначив новый вектор. Сложным пока представляется систематика ЕЭП, требующая разработки таксономии, номенклатуры и классификации.

Заключение. Время существования единого экологического пространства детерминировано

периодом функционирования определенных структур, сформированных минеральной матрицей и живым веществом. Следовательно, ЕЭП могут создаваться и исчезать и вновь появляться в том же состоянии или в другом. Они могут оставлять следы своего бывшего функционирования. Следы прошлых экологических пространств и сегодня диагностируются в виде палеоэкологических структур в почвенном покрове [26] как напоминание о былых тундровых экосистемах, существовавших в голоцене и, вероятно, функционировавших в то время с присущей им спецификой.

Таким образом, представляется, что концепция единого экологического пространства полезна в тех случаях, когда обычные критерии, используемые для выделения природных единиц, оказываются малоэффективными. С таким ситуациями мы будем сталкиваться все больше и больше по мере роста антропогенного влияния на биосферу.

Литература:

1. Вернадский В.И. Биосфера. – М.: Мысль, 1967. – 376 с.
2. Богатырев Л.Г., Макаров О.А., Матышак Г.В., Семенюк О.В. О некоторых тенденциях в изучении биосферы. // Экология. – 2004. – № 1. – С.1-10.
3. Вернадский В.И. Размышления натуралиста, кн. 1. – М.: Наука, 1975. – 173 с.
4. Ковда В.А. Управление продуктивностью экосистем. // Почвоведение. – 1980. – № 5. – С. 7-20.
5. Ковда В.А. Биогеохимический круговорот и почвообразование. // Биологический круговорот и процессы почвообразования. Изд. АН СССР, Пушкино, 1984. – С. 6-14.
6. Соколов И.А. Об основных закономерностях экологии почв // Почвоведение. – 2002. – № 7. – С. 778-788.
7. Снакин В.В. Биогенный круговорот химических элементов и подходы к его изучению / В кн. Биогеохимический круговорот веществ в биосфере. – М.: Наука, 1987. – С. 50-56.
8. Глазовский Н.Ф. Биогеохимический круговорот в различных природных зонах СССР / В кн.: Биогеохимический круговорот веществ в биосфере. – М.: Наука, 1987. – С. 56-64.
9. Тимофеев-Ресовский Н.В. Изб. труды: Генетика. Эволюция. Биосфера. М., Медицина, 1996. – 479 с.
10. Ковда В.А., Васильевская В.Д., Самойлова Е.М., Якушевская И.В. Схема дифференциации продуктов выветривания и почвообразования на Русской равнине. // Почвоведение. – 1968. – № 7. – С. 5-19.
11. Орлов В.И. Динамическая география. – М.: Научный мир, 2006. – 588 с.
12. Страхов Н.М. Основы теории литогенеза, т.1. – М.: Изд-во АН СССР, 1962. – 211 с.
13. Васильевская В.Д., Иванов В.В., Богатырев Л.Г. Почвы севера Западной Сибири. – М.: Изд-во МГУ,

1986. – 226 с.
14. Уиттекер Р. Сообщества и экосистемы. – М.: Прогресс, 1980. – 326 с.
15. Стриганова Б.Р. Питание почвенных сапрофагов. – М.: Наука, 1980. – 243 с.
16. Криогенные почвы и их рациональное использование. – М.: Наука, 1977. – 269 с.
17. Родин Л.Е., Базилиевич Н.И. Динамика органического вещества и биологический круговорот в основных типах растительности. – М.-Л.: Наука, 1965. – 254 с.
18. Минеев В.Г., Воронина Л.П. Развитие представлений об экологических функциях агрохимических средств в агроценозе. // Проблемы агрохимии и экологии. – 2008. – № 3. – С. 39-45.
19. Стржемский М.М. Бонитировка пахотных почв. – М.: Изд-во Наука, 1980. – 225 с.
20. Солнцева Н.П. Добыча нефти и геохимия природных ландшафтов. – М.: Изд-во МГУ, 1998. – 369 с.
21. Богатырев Л.Г., Ладонин Д.В., Семенюк О.В. Микроэлементный состав некоторых почв и почвообразующих пород южной тайги Русской равнины // Почвоведение. – 2003. – № 5. – С. 568-576.
22. Сысо А.И., Ильин В.Б. Микроэлементы и тяжелые металлы в почвах и растениях Новосибирской области. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2001. – 229 с.
23. Фридланд В.М. Проблемы географии, генезиса и классификации почв [под ред. И.П. Герасимова, В.О. Таргульяна]. – М.: Наука, 1986. – 243 с.
24. Пушкарев М.Ф. Влияние удобрений на баланс элементов в почве, растениях и организме животных. Обзор литературы. – М.: ВИНТИ, 1969. – 260 с.
25. Яковлев А.С., Гендугов В.М., Глазунов Г.П., Евдокимова М.В., Шулакова Е.А. Методика экологической оценки состояния почвы и нормирование ее качества // Почвоведение. – 2009. – № 8. – С. 984-995.
26. Величко А.А. Криогенный рельеф позднелейстоценовой перигляциальной зоны (криолитозоны) Восточной Европы / В кн.: Четвертичный период и его история. – М.: Наука, 1965. – С. 104-120.

Bogatyrev L.G., Voronina M.M., Tyulyubaeva I.I.

THE CONCEPT OF INTEGRATED ECOLOGICAL AREA

In the article the authors introduce the idea of integrated ecological area (IEA) as a structural unit of the Biosphere, influenced by one or several factors, which define integrated specific character of living organisms behavior and biosphere components properties. Several IEAs can be outlined, they arise, or they can disappear leaving the traces of their former existence.

Keywords: ecosystem, structural unit, geochemical cycles, biosphere, integrated ecological area.