

Б И О И Н Ф О Р М А Т И К А

УДК 502.2:581.5:582.682.2

КОНЦЕПЦИЯ ЦЕЛОСТНОГО РАСТИТЕЛЬНОГО СООБЩЕСТВА

© А.Н. Прилуцкий

*ФБУН Ботанический сад-институт ДВО РАН, Владивосток
e-mail: a.priluckiy@mail.ru*

Несовместимость представлений об однородности фитоценоза с системной парадигмой создала непреодолимое препятствие к вскрытию сущности явлений развития растительности. Поэтому дальнейший прогресс геоботаники связан с выделением и изучением сложно организованных надорганизменных структур, обладающих свойством целостности. Но выделить целостное сообщество и раскрыть его природу без организации взаимодействия представителей различных дисциплин невозможно. Наиболее эффективным средством интеграции исследований является системный метод. Переход к системному подходу требует обобщения законов, теорий и методов ряда естественных наук, развивающихся обособленно. В результате интеграции должен возникнуть унифицированный понятийно-концептуальный аппарат, позволяющий создавать междисциплинарные теоретические конструкции.

Ключевые слова: сообщество, фитоценоз, функциональная система, неоднородность, популяция, парадигма, самоорганизация.

Введение

Растительный покров Земли, представляющий собой своеобразный элемент ее природы, изучает геоботаника. Задача этой науки состоит в выяснении причин, обуславливающих закономерности группирования растений в пространстве и во времени, познание свойств и качеств образующихся группировок, и поиск путей управления ими (Тихомиров, 2006).

В нашей работе базовые понятия геоботаники – растительный покров, растительность и флора использованы в понимании А.В. Галанин (1989). Последний под флорой понимал таксономическое разнообразие растительного покрова, а под растительностью – ценотический аспект его организации.

В свое время стремление к углубленному пониманию природы растительного покрова привело к осознанию необходимости перехода от качественного подхода к его описанию к количественным методам изучения. Модернизация методологии происходила во второй половине XX века под сильным влиянием идей П. Грейг-Смита. Очерчивая круг задач, взаимосвязанных количественными методами, этот автор предупреждал, что зачастую из-за стремления «втиснуть геоботанические данные в формальные математические рамки» «цели исследования оттесняются на задний план» (Грейг-Смит, 1967: 303). Поэтому применение статистических методов не должно быть самоцелью, так как в этом случае исследователь решает не ботанические, а математические проблемы.

Разработав остроумные планы и методы изучения горизонтальной организации сообществ, П. Грейг-Смит тщательно проанализировал результаты собственных экспериментов. Вывод, к которому он пришел, на десятиле-

тия определил позицию геоботаники в вопросе о природе сообщества: «данные исследований по ординации все более определенно указывают на то, что «индивидуалистическая» точка зрения является более удовлетворительной» (Грейг-Смит, 1967: 314). И, тем не менее, в последнее время основным понятием геоботаники, и ее объектом, принято считать растительное сообщество – фитоценоз.

В истории развития фитоценологии можно выделить три этапа. На первом этапе на базе представления о сообществах вызревало понятие «основная единица» и собирались сведения о строении и разнообразии растительного покрова. На втором – разрабатывались методы описания сообществ и основы их классификации. Началом третьего (современного) этапа можно считать 30-е годы XX века, когда сообщество было предложено считать целостным объектом природы – фитоценозом. С этого времени исследователь, выделяющий и описывающий сообщество, стремится представить его в виде модели взаимодействия растительных организмов друг с другом и с окружающей средой.

Растительность, организованная в фитоценоз, не имеет статуса автономного объекта природы, а является частью экосистемы. Поэтому попытки введения целостной модели сообщества вызывают деградацию границ, отделяющих фитоценологию от смежных дисциплин. Именно на этом этапе математическая статистика, а затем и моделирование, начинают включаться в базовый раздел методологического аппарата исследования фитоценозов. Однако найти подход, позволяющий объединять разнообразные материалы в логически обоснованную систему доказанных представлений, раскрывающих принципы структурно-функциональной организации и развития сообщества в реальной среде, так и не удалось. Как в период становления и независимого развития геоботаники, так и на этапе интеграции со смежными дисциплинами, вместо новых теорий к уже собранным материалам добавляются только новые факты. До последнего времени любые обобщения заканчиваются выработкой локальных рабочих гипотез, а получаемые на их основе знания носят вероятностный характер. Бурное развитие науки о растительном покрове, происходившее в течение XX века, к концу столетия выдохлось, не достигнув конечной цели. Расходясь в оценке уровня развития отдельных разделов фитоценологии, специалисты единодушны в одном: современное состояние этой науки можно определить как застой (Ганнибал, 2011, 2015).

Уровень, стратегию и прогресс конкретной разработки определяет теоретический уровень научного направления, в рамках которого она выполняется. Что же каса-

ются научных направлений, то они развиваются только в случае, если положенные в их основу теории и подходы позволяют выработать собственную парадигму. В науке о растительном покрове обобщенные представления о структурно-функциональной организации растительности оформились еще в начале прошлого века. Принятая в то время парадигма дискретности послужила основой для появления идеи сообщества. Со временем эта идея развилась в гипотезу фитоценоза – объекта, обладающего свойством целостности. Совместимость гипотез фитоценоза и системной парадигмы наделила обе теории повышенной «жизнеспособностью». Поэтому смена дискретной модели растительного покрова непрерывной смогла только ослабить позиции фитоценологии. Вместе с тем, введение концепции растительного континуума посеяло семена кризиса. Преодолеть его удалось, признав наличие в организации растительного покрова сложного единства дискретности и континуальности. Но от этого синтеза теория растительного покрова приобрела противоречивый характер. Появилось основание предположить, что уровня, обеспечивающего возможность принятия окончательной парадигмы, теорией растительного покрова еще не достигнут. Ясность в этот вопрос может внести трактовка сложившейся ситуации с позиции науковедения, изучающего логику эволюции научного знания и принципы управления развитием наук.

Основу современного науковедения составляют воззрения Томаса Куна (Кун, 2009). Согласно Т. Куну, научное сообщество занято, главным образом, подтверждением существующих концепций. В роли эталонов выступают парадигмы – логически упорядоченные системы представлений и подходов, позволяющих проследить цепи связей внутри сложных явлений. Процесс развертывания утвердившихся концепций порождает проблему сохранения логической совместимости их составных частей с вновь открываемыми фактами и с концепциями смежных дисциплин. Выявление фактов, противоречащих принятой парадигме, ведет к ее банкротству. Возникновению новых теорий предшествует период резко выраженной профессиональной неуверенности. Осознание наличия аномалий в теории, которой руководствуется исследователь, побуждает его, используя иные инструменты, приступить к поиску новой гипотезы. В конечном итоге эффективность науки определяется не накоплением фактов, а темпом «возникновения и внедрения в научное сознание «концептуальных инноваций» в условиях их жесткой селекции посредством критики» (Поспелова, Янковская, 2012: 52).

Точка зрения О.В. Поспеловой и Е.А. Янковской бесспорна в своей первой части, касающейся решающего значения концептуальных инноваций. Ясно, что публикация фактов в поддержку уже утвердившихся концепций является информационным шумом. Необходимость же жесткой критики новых идей сомнительна. Нативные популяции находят выход из эволюционных тупиков в противоположных ситуациях: «...если тупик, узкая специализация, – результат острой конкуренции, то получается, что эволюционные шансы есть лишь у тех, кто каким-то образом оказался вне конкуренции» (Красилов, 1986: 40). Новую гипотезу подтверждают или опровергают только результаты ее применения к решению практических задач, т.е. путем эмпирической проверки развиваемых в ней представлений.

В настоящее время большинство геоботаников избегает глубокого и всестороннего анализа сложившейся ситуации. Пассивность специалистов можно объяснить растерянностью, порожденной продолжительным отсутстви-

ем прогресса в развитии фитоценологии. Иными словами, научное сообщество реагирует на кризис в полном согласии с теорией научных революций Т. Куна. Г.Н. Розенберг считает, что выход из тупика может обеспечить смена парадигм: «новые успехи фитоценологии следует ожидать не в разработке каких-то новых методов анализа растительности, а в выдвижении новых представлений о структуре и характере динамики растительных сообществ. Иными словами, должна произойти очередная смена парадигм» (Розенберг, 2007: 111). По Т.Куну, смену парадигмы, имеющую значение научной революции, инициирует накопление фактов, не вписывающихся в рамки общепринятой парадигмы. Поэтому процесс разрушения «нормальной» теории может осуществиться в результате прекращения, или ослабления, отбора материалов. В настоящее же время авторы, чтобы опубликовать результаты анализа растительности, вынуждены «откладывать» выявляемые ими аномалии в архив. Вследствие этого точка зрения Г.Н. Розенберга выглядит необоснованной, а задача поиска выхода из тупика – не актуальной.

Теория научных революций считает науку зрелой только тогда, когда на данный момент времени в ней существует не более одной общепринятой парадигмы. Между тем, в основе теории растительного покрова остаются две парадигмы: дискретности и континуальности растительности. Научное сообщество признает их поочередно или сообща. Но в возвращении к ранее отвергнутой парадигме, не связанном с коренной ломкой представлений, нет научной революции. Возможно, проблема геоботаники состоит не в полномасштабном кризисе идеи, заложенной в теорию растительного покрова, а в ее незрелости. Очевидно, на начальных этапах развития этой теории основоположникам не удалось создать средств познания (логических, материальных и математических), адекватных задачам. В связи с чем, нужна не смена, а акцентуация (уточнение и детализация) существующих парадигм. Не исключено, что в результате акцентуации появится парадигма структурного элемента растительного покрова – фитоценоза, сконцентрировавшая в себе квинтэссенцию конкурирующих парадигм.

Сегодня можно утверждать, что фитоценоз существует как сложная многовидовая система, функциональный императив которой ориентирован на интеграцию. Под сложностью системы понимается ее несводимость к простой сумме своих частей. Логика описания такого объекта должна отражать основные свойства биокibernетических систем: самоорганизацию, саморегуляцию и способность к самовоспроизведению (Коган и др., 1972). Иными словами, учитывать наличие у фитоценоза свойства целостности, допускающего применения системного подхода.

Подходы к выделению надорганизменных структур до настоящего времени связывают с анализом горизонтального строения сообществ. Однако надежды обнаружить на этом пути признаки целостности сообществ разрушаются близостью характера размещения особей к случайному закону. Наличие фликкер-шума в спектре сезонного развития сообществ свидетельствует о том, что сложность структуры фитоценоза создает согласованное во времени поведение большого числа растений (Прилуцкий и др., 2014).

Объективно фитоценоз является структурой, которая связана с определенной средой и обладает способностью обмениваться с ней веществом, энергией и информацией. Поэтому фитоценология может успешно развиваться только как отрасль биологии, проблемы которой невозможно уместить в рамки одной дисциплины. Иными словами, не-

обходим переход к системному подходу, который потребует обобщения законов, теорий и методов ряда естественных наук, развивающихся обособленно. Процесс интеграции, в ходе которого «геоботаники и флористы пытаются приспособиться к теоретическим разработкам других наук», уже начался (Камелин, 2007: 19). Практика показала, что в процесс объединения необходимо вовлечь концептуально-методологический аппарат геоботаники, флористики, геоморфологии, экологии, фенологии, теории популяций, палинологии, математики и др. В результате интеграции должен возникнуть унифицированный понятийно-концептуальный аппарат, позволяющий создавать междисциплинарные теоретические конструкции.

По Т. Куну новые теории возникают после нескольких неудачных попыток решения проблемы в рамках базовой парадигмы. При этом нормальная наука не ставит своей целью нахождение нового факта или теории. Новации создаются непреднамеренно, в результате применения традиционных подходов. Но для восприятия новизны изучаемого явления нужно увидеть его природу в ином свете. Новая гипотеза выводится посредством абдукции. Качество материалов, используемых в абдуктивных рассуждениях, не имеет значения. Наряду с давно известными фактами и общепризнанными концепциями в процесс формирования объяснительной гипотезы могут вовлекаться малоизвестные и новые факты, и даже спорные идеи.

Эффективным инструментом выявления отклонений от «навеянных парадигмой ожиданий» служит применение спекулятивных концепций и нестандартных процедур проверки результатов эксперимента. К примеру, определение соответствия данных изучения объекта структуре знания, сконцентрированного в изоморфной ему теории. В основе метода находится идея И.В. Кузнецова (1968), установившего связь структуры развитой научной теории со структурой той сферы материального мира, для познания которой она создана.

Когнитивный потенциал введения эквивалентных концепций в теорию фитоценоза

Научное исследование как один из видов процесса познания невозможно без умения использовать аналогии в функциях систем различной природы, общенаучной методологии и синтеза знаний, полученных разными науками. На современном этапе развития фитоценологии к акцентуации ее базовой парадигмы целесообразно привлечь концепции, составляющие теоретическую основу нескольких дисциплин.

Теория организации и самоорганизации неравновесных природных систем. Самоорганизация – это процесс эволюции от беспорядка к порядку. В настоящее время концепция самоорганизации становится парадигмой исследования обширного класса систем. Доказано, что любое повышение уровня организованности систем вызвано действием одного из двух фундаментальных процессов, различающихся по физическим принципам (Руденко, 1983; 1995). Приток энергии извне в сильно неравновесные системы вызывает *диссипативную самоорганизацию*, повышающую степень их неравновесия и организованности. Напротив, в равновесных и слабо неравновесных системах происходит равновесное упорядочение (*организация*), которое протекает с выделением энергии, и ведет к уменьшению степени неравновесия. Как организация, так и самоорганизация происходят самопроизвольно в силу имманентных свойств систем. Связь процессов самоорганизации (*антиэнтропийных*) и организации (*энтропийных*) объясняет существование сложных явлений, в кото-

рых эти процессы сочетаются в неразделенном виде. Рассматриваемая парадигма утверждает идею дуалистичности мира объектов с равновесной и неравновесной структурной организацией вещества, вовлеченного в пассивный и активный режимы упорядочения хаоса.

В основе механизмов организации (*равновесного упорядочения*) растительного покрова находится принцип экологического соответствия. Согласно этому принципу, для выживания и процветания организмы должны приводить свои жизненные процессы в соответствие с условиями среды. В реализации этого принципа решающая роль принадлежит естественному отбору. Управляя видовым составом и густотой сообществ, отбор заполняет местообитания только приспособленными растениями. «Сортируя» виды и особи по их экологическим нишам, отбор увеличивает неоднородность растительного покрова. Но, адаптируя видовое разнообразие к разнообразию условий среды, внутриландшафтная дифференциация видов протекает с убыванием неравновесности экосистемы. Иными словами, по мере приближения растительности к климаксу энтропия экосистемы возрастает.

В известных нам источниках нет сообщений о наличии в сообществах структур, порожденных *диссипативной самоорганизацией*. Считается, что из-за влияния множества случайных факторов на естественное возобновление и рост растений, расположение деревьев подчиняется случайному закону или близко к нему. Поэтому в качестве модели горизонтального сложения древостоев используют случайное точечное поле, динамику которого описывают точечным потоком Пуассона, или радиальной функцией (Matern, 1960; Ripley, 1981; Бузыкин и др., 1985; Секретенко, Грабарник, 2015; и др.). Обычно анализ данных размещения деревьев на площадках подтверждает случайный характер распределения, либо выявляет тенденцию к их правильному расположению или к сгущиванию. П. Грейг-Смит предостерегает от переоценки значения пуассоновских моделей древостоев в изучении растительности: «... анализ неслучайного распределения есть исходная точка дальнейшего исследования факторов, лежащих в его основе, а не самоцель. Непонимание этого обстоятельства привело к явной бессодержательности некоторых статистических работ в геоботанике» (Грейг-Смит, 1967: 92). Очевидно, пуассоновское распределение является первоначальной математической моделью сообщества. Подобные модели не могут служить матрицей для поиска новых идей. Во всяком случае, применение точечного потока Пуассона в целях описания растительности пока не породило ни одной продуктивной идеи. В данной ситуации строгость методов статистического анализа материала, обеспечивая видимую доказательность выводов, не гарантирует его глубокой интерпретации. Обычный для подобных работ вывод о наличии конкуренции между членами сообщества едва ли можно считать новым словом в биологической науке. Существующая концепция сложения сообщества явно нуждается в дальнейшем развитии. Углубление имманентной ей идеи логически связано с поиском механизмов зарождения порядка в горизонтальном сложении растительных группировок. То есть с выявлением признаков *диссипативной самоорганизации*.

До последнего времени проблема упорядочения сообществ путем *самоорганизации* рассматривается только с позиции общей теории систем. Предметом исследования выступают однородные участки растительного покрова, расчлененного *равновесным упорядочением* на ассоциации. Возможность появления сложно организованных (интегрированных) фитоценологических систем фаци-

ального уровня не допускают общепризнанные парадигмы. Но предположения о существовании самоорганизующихся систем на высоких уровнях иерархии теория не отвергает (Василевич, 1983).

Теоретически диссипативная самоорганизация возможна лишь в системах, образованных большим числом частиц. Дело в том, что самопроизвольное отклонение от статистического равновесия, – флуктуации, возможно только в системах с большим числом частиц. Возникновение структур происходит в случаях, когда нелинейные эффекты, обусловленные внешними воздействиями, становятся достаточными для разрастания флуктуаций.

Любое растительное сообщество можно представить в виде системы, образованной множеством растительных организмов. До недавнего времени казалось очевидным, что прикрепленный образ жизни сухопутных растений освобождает от необходимости изучать законы, управляющие временной динамикой сложения их сообществ. Считалось, что исчерпывающей характеристикой горизонтальной организации фитоценоза служат данные о взаимном положении особей в пространстве. Оригинальный подход к изучению строения древостоев дал результат, породивший сомнения в полноте утвердившихся представлений о принципе компоновки сообществ. В основу подхода положен опыт, демонстрирующий поведение ферромагнетиков в магнитном поле.

На лист бумаги равномерно напыляют железные опилки, а затем внизу, под листом, помещают постоянный магнит. Изменяя свое местоположение под воздействием магнитного поля, частицы железа «рисуют» на бумаге картину магнитных силовых линий.

В поведении ферромагнетиков в магнитном поле, с одной стороны, и растений в неоднородной среде, с другой стороны, имеется сходство. В опыте с магнитом железные опилки смещаются в зоны с повышенной интенсивностью поля. В неоднородной экологической среде отбор способствует выживанию растений на участках с более благоприятными условиями роста. Тезис о зависимости густоты растительности от качества условий роста носит аксиоматический характер. Проверка подтвердила его справедливость с непредсказуемым уточнением. На точечных планах насаждений, сформированных дубом монгольским, выявлены уплотнения в виде структур вихревого и линейно-протяженного типа (Кислов, 2012, Прилуцкий и др., 2015;).

Установлено, что спирально-волновая турбулентность лежит в основе сложной активности реальных возбудимых сред (Елькин, 2006; Лоскутов, Михайлов, 2007). Наличие структур вихревого и линейно-протяженного типа в сложении насаждений, занимающих неоднородный участок лесного ландшафта, служит признаком того, что экосистема, в состав которой входят изучавшиеся сообщества, представляет собой активную распределенную систему.

С точки зрения физики активные распределенные живые системы являются открытыми термодинамическими системами, далекими от термодинамического равновесия. Главная особенность активных сред – способность к *диссипативной самоорганизации*. В числе динамических явлений, характерных активным средам, большое значение имеет распространение самоподдерживающихся волн возбуждения – автоволн.

В шести из семи изучавшихся сообществ дуба признаки самоорганизации «проступают» на уровне тенденций, в основном, в виде структур спиральной формы. Как правило, для выявления последних необходимо применение специально разработанных методов усиления сла-

бых сигналов (Кислов и др., 2011; Кислов, Прилуцкий, 2012; Кислов и др., 2012). И только в одном из сообществ влажных мест обитания обнаружены ясно выраженные линейно-протяженные группы деревьев, легко выявляемые с применением обычного гармонического анализа периодических флуктуаций.

Уровень строгости методов, примененных в целях выявления волн возбуждения в растительном покрове, может показаться недостаточным. Однако выбран он сознательно. Авторы не считали возможным повышать этот уровень за счет отказа от наглядности. Тем более что отсутствие строгих доказательств не считается непростительным недостатком гипотезы. На начальных этапах развития идеи пунктуальность скорее мешает продвижению новых предположений. Во всяком случае, П. Грейг-Смит, очерчивая круг задач, разрешимых статистическими методами, указал на неразумность введения каких-либо ограничений на математизацию геоботаники. «Поскольку изучение факторов, то есть причин, определяющих распределение растений и растительности, является основной задачей геоботаники, любая методика, которая может способствовать их выявлению, очевидно, представляет ценность». (Грейг-Смит, 1967: 92).

Доктрина последовательности форм. Когнитивная система геоботаники одновременно использует два понятия континуума. В представлении Аристотеля континуум создает непрерывное движение – последовательность дискретных состояний объекта, разделенных границами (Гайдено, Смирнов, 1989). Поэтому до последнего времени у сторонников дискретности растительного покрова важнейшим критерием его организованности считается наличие (отсутствие) границ между сообществами.

Альтернативная доктрина, обосновывающая принцип непрерывного ряда, была выдвинута на рубеже XIII – XIV веков Годфри Фонтенским и развита Уолтером Бурлеем. В ее основу заложено представление о континууме как о непрерывности, создаваемой единообразием правила перехода от одного качества к другому.

Теория последовательности форм видит в явлении не одну акциденцию (преходящее, несущественное свойство предмета), а цепь акцидентий определенного вида, следующих одна за другой без перерыва. Качество каждой акцидентии определяется ее положением в ряду других качеств. Изучая явление, действия можно производить не с непрерывностью как таковой, а с дискретными последовательностями, сформированными посредством выделения в континууме дискретного упорядоченного множества частей. Отличия в этом случае можно объяснить как последовательное принятие объектом качественных состояний ряда – динамикой.

Выполняя аналитическое описание растительности, современный геоботаник зачастую не видит различия между понятиями «непрерывность» и «бесконечность». Отсюда отказ от признания наличия зон перехода от одного качественного состояния изучаемого объекта к другому. Непрерывность – это только предтеча бесконечности. В действительности в пространстве экосистемы могут существовать несколько разнокачественных, континуально организованных (сплошных) сред – относительно автономно функционирующих подсистем. Например, ценопопуляций.

Доктрина последовательности форм расчленяет непрерывность путем выделения акцидентий и установления существующих между ними взаимоотношений. Отсутствие внутренних границ между акцидентиями гарантирует совместимость доктрины с важнейшими положе-

ниями теории функциональных систем.

Теория функциональных систем П.К. Анохина (Анохин, 1935). Функциональные системы – это саморегулируемые динамические построения, составные компоненты которых объединяются и кооперативно взаимодействуют для достижения полезных для системы приспособительных результатов. Благоприятные условия для целенаправленных изменений в состоянии таких систем обеспечивает афферентный синтез циркулирующих в них сигналов. Механизм взаимодействия между компонентами таких систем ориентирован на освобождение от избыточных степеней свободы. То есть, на исключение артефактов, не нужных для получения приспособительного эффекта, и, наоборот, на поддержание процессов и компонентов, которые способствуют получению такого результата. В системе, в которой все компоненты связаны прямыми и обратными связями, причины смешаны с их основаниями, а действия – с их результатом (Бунге, 1962). Поэтому над формированием функциональной системы доминирует влияние результата приспособительного процесса (Анохин, 1978). Именно результат объединяет компоненты в систему. Обязательным условием успеха в понимании системной организации объекта является выявление системообразующего фактора, «который упорядочивает до того беспорядочное множество и делает последнее функционирующей системой» (Анохин, 1970). Поведение системы определяет достаточность или недостаточность системообразующего фактора. Недостаточность результата стимулирует механизмы смены активных компонентов. В итоге введения в действующую организацию новых степеней свободы система находит достаточный приспособительный эффект.

Попытки анализа растительного покрова с позиций общей теории систем, предпринимавшиеся в прошлом, к успеху не привели. Рассмотрев важнейшие признаки «органически-целостного» (однородного) фитоценоза, В.И. Василевич пришел к выводу, что «фитоценотические системы таковыми не являются» (Василевич, 1983, С. 104). Ссылаясь на отсутствие аппарата централизации функций в популяциях и в фитоценозах, еще раньше к такому же заключению пришли М.Ф. Веденов, В.И. Кремьянский и А.Т. Шаталов (1967). Неприменимость системного подхода к изучению сообществ, выделяемых по определению, принятому 3-м Международным ботаническим конгрессом, в обоих случаях обусловлена отсутствием у них важнейших признаков системной организации.

Отход от общей теории систем Л. фон Бергаланфи (1969) и попытка прямого введения в анализ теории функциональных систем П.К. Анохина (1935) не устраняет проблемы несовместимости фитоценотического (Ф) и системного (С) подходов. Как и в предшествующем случае, основное препятствие создает расхождение в представлениях о пространственном строении исследуемого объекта.

Ф. В фитоценологии главным свойством (и признаком) фитоценоза аксиоматически принято считать однородность растительности, произрастающей на однородной территории.

С. Согласно теории П.А. Анохина, функциональная система всегда гетерогенна.

Второе основание для отказа от системного подхода – отсутствие в надорганизменных структурах специального аппарата централизации функций, не актуально. В некоторых функциональных системах приспособительные сдвиги обеспечивают регуляторные эффекты прямых и обратных связей между компонентами системы. Наличие управ-

ляющих элементов в составе таких систем не обязательно.

Очевидно, в основу организации растительности заложен принцип функциональной системы. Указывает на это смысловое сходство ряда положений, сформулированных в фитоценологии, с принципами организации функциональных систем:

Ф. Фитоценоз – это конкретный сегмент растительности, в котором внутренние флористические различия меньше, чем, различия с окружающей растительностью (Баркман, 1989).

С. Абсолютная специфичность целостной функциональной системы определяется столь же абсолютной структурной специфичностью образующих ее компонентов.

Ф. Биотическое сообщество сохраняет видовой состав и функциональные особенности в силу саморегуляции или постоянного воздействия внешнего управляющего фактора.

С. Для функциональной системы характерно то, что вопрос, какой результат должен быть получен, решается внутри системы.

Согласно одному из положений общей теории систем, в интегрированном объекте распределение элементов может быть только дискретным. Между тем, распределение сообществ в реальном растительном покрове имеет двойственный характер. Одно из важных достоинств функциональной модели системы состоит в ее гибкости. Она допускает возможность описывать растительность как дискретным, так и непрерывным распределением:

Ф. При постепенном изменении среды растительные сообщества, как правило, переходят друг в друга постепенно.

С. Сложность и протяженность рабочего цикла функциональных систем не имеет границ во времени и пространстве.

Ф. В случае разрыва последовательности параметров прямодействующих факторов в пространстве, или наличия экологических групп в составе нативной растительности, распределение сообществ приобретает дискретный характер.

С. Поведение системы определяет достаточность или недостаточность системообразующего фактора.

Намерение привлечь к изучению фитоценозов методы, вытекающие из теории функциональных систем, объясняется низкой отдачей феноменологического подхода. Анализ данных простого наблюдения за развитием растительных группировок предоставляет возможность установить, как устроены сообщества. Но для разработки приемов управления растительными группировками необходимо проникнуть в природу внутренних взаимодействий в экосистемах. Решить эту задачу можно лишь вскрыв специфические закономерности, вытекающие из присущих сообществам свойств целостности.

Системообразующий фактор. Успех в понимании системной организации особо сложных объектов, включающих живые компоненты, П.К. Анохин ставит в зависимость от того, удастся ли установить, какой именно фактор упорядочивает беспорядочное множество в систему (Анохин, 1970). Поэтому обязательным положением всех направлений системного подхода он считает выявление системообразующего фактора.

Понятие биоценоза неотделимо от понятия биотоп, с которым сообщество живых существ объединяется в единое функциональное целое – экосистему. Однако общепри-

знанной оценки значимости ее биотического и абиотического компонентов в появлении организации не существует. Как правило, в случае фиксации внимания на биологических аспектах явления приоритет отдадут растительности, которая трансформирует экотоп в биотоп. Напротив, исследователи, анализирующие экосистемные связи с позиции биогеографии, постулируют, что живые компоненты ландшафта полностью подчиняются мертвым и развиваются под их ведущим воздействием. Очевидно, истинную роль биотического и абиотического компонентов природных экосистем может вскрыть только строго обоснованная концепция системообразующего фактора.

В качестве детерминанты процессов, протекающих в функциональной системе, П.К. Анохин рассматривает не прошлые события, а их приспособительный результат – будущее. Изучение функций отдельных частей организованной таким образом системы не может принести понимания ее приспособительной активности. Предметом исследования должна быть организация целостных взаимоотношений биотического и абиотического компонентов систем. Поэтому в процесс исследования нужно избирательно вовлекать только те компоненты, у которых взаимодействие приобретает характер взаимодействия, направленного на получение результата, полезного для всей системы.

Экосистема – это совокупность продуцентов, консументов и детритофагов, взаимодействующих с почвой, водой, воздухом и друг с другом посредством обмена веществом, энергией и информацией таким образом, что единая система сохраняет устойчивость. Иными словами, экосистему можно представить в виде смеси нескольких компонентов, находящихся в различных фазовых состояниях и разделенных четкими границами. Поэтому любую экосистему следует рассматривать как гетерогенную среду.

В составе гетерогенных сред обычно выделяют дисперсионную, или несущую, среду и дисперсную фазу, которую образуют включения (Скрипов, Степанова, 2013). Теоретически именно несущая среда, осуществляющая в синергетических системах функции параметра порядка, регулирует внутренние процессы. Поэтому суть проблемы выделения системообразующего фактора состоит в разделении компонентов природных экосистем на несущую среду и включения.

Модель экосистемы, которая фокусирует внимание на целостных аспектах функциональной организации, можно представить в виде грубодисперсной системы, которая состоит из абиотической среды и биотической среды. Абиотическую среду сухопутных экосистем образуют три фазы: твердая (почва), жидкая (вода) и газообразная (воздух). Биотическую среду принципиальной модели целостной экосистемы представляют продуценты.

Рассматривая особенности пространственной организации совокупности компонентов, включенных в рассматриваемую модель, роль несущей следует отвести абиотической среде. Биотическая среда присутствует в абиотической среде как включение. Но механическая совокупность разнородных компонентов не есть система. Системы возникают в результате появления взаимных связей. Взаимодействие как материальный процесс предполагает обмен материей, энергией или информацией. В природных объектах первичной формой установления связи является смешивание. Поэтому отношения взаимного содействия могут возникать только между теми элементами экосистемы, которые способны к смешиванию.

Под смешиваемостью подразумевается свойство веществ смешиваться во всех пропорциях, формируя гомогенное решение (Уэйлес, 1989). При ближайшем рассмо-

трении выясняется, что из четырех компонентов экосистемы, привлеченных к анализу, три (почва, воздух и тела растений-продуцентов) являются несмешивающимися средами.

Почва представляет собой деформируемое твердое тело. Обладая сыпучестью, она, тем не менее, не смешивается с биотическим компонентом природного комплекса – телами растений. Сообщества, в которых нет незаполненных экологических ниш, также можно описать моделью несмешивающихся сплошных сред – популяций разных видов, разделенных барьерами генетической совместимости. Воздух тоже не образует гомогенных смесей ни с почвой, ни с растительностью. В совокупности растительность, почва и воздух представляют собой бессвязный агрегат, состоящий из несмешивающихся (невзаимодействующих) сплошных сред.

Четвертый компонент природного комплекса – вода. Подобно почве, растительности и воздуху, вода обладает свойствами сплошной среды. Но, в отличие от твердых и газообразных тел, вода обладает повышенной способностью к смешиванию с другими средами. Гипотеза сплошности деформируемых сред означает не только сплошное заполнение какого-либо объема ее частицами. Она утверждает, что в деформируемой среде непрерывно продвигающиеся частицы не могут отделяться от окружающих ее частиц. В процессе взаимодействия молекул воды с почвой часть твердой фазы растворяется (смешивается с жидкой фазой). Поглощение почвенных растворов растениями, по существу, тоже представляет собой процесс смешивания. Но уже живого вещества с косной материей. Углекислый газ и кислород, участвующие в процессах фотосинтеза и дыхания, также поступают к местам потребления в виде водных растворов.

Таким образом, в природных комплексах роль несущей фазы выполняет вода. Прочие компоненты, в том числе тела живых организмов, представляют собой включения. В цепи причинных связей, запускающих механизмы взаимодействия живого вещества с косной материей, ключевая роль принадлежит особенностям кинематики воды. Объединяя абиотический и биотический компоненты природного комплекса в экосистему, она выполняет функцию системообразующего фактора. Поэтому для понимания процессов, протекающих в природных экосистемах любого уровня, необходимо глубокое изучение пространственно-временной динамики ее несущего компонента – воды.

Концепция физиологических градиентов Ч. Чайлда. Отказ от условно однородной единицы растительности ренанирует идею наличия в растительном покрове интегрированных надорганизменных структур. В русле этой концепции развитие фитоценоза можно рассматривать как морфогенез – образование новых структур или изменения их формы и динамики в процессе индивидуального развития живого тела. В итоге интеграционных процессов в растительном покрове возникает популяционная функциональная система поведенческого типа, способная достигнуть группового полезного результата.

Теория П.К. Анохина содержит положение об изоморфности свойств функциональных систем разных иерархических уровней. Аналогичную по смыслу точку зрения заложил в основу теории социальной информации Л. Вольперта (Wolpert, 1969). В создаваемых им моделях морфогенеза физиологические процессы, участвующие в генерации пространственно распределенной информации, считаются универсальными для всего животного и растительного мира.

Важным свойством функциональных систем является метаболический градиент – постепенное изменение какого-либо физиологического показателя в пространстве или времени. Согласно концепции физиологических градиентов, разработанной Ч. Чайлдсом (1948), пространственная локализация процессов морфогенеза определяется градиентами интенсивности обмена веществ. Возникновение градиентов, в свою очередь, обусловлено гетерогенностью внешней среды. Специфическая ориентация процессов под влиянием градиента приводит к возникновению полярности – морфофизиологических различий на противоположных плечах неравновесной структуры. Обычно в направлении от переднего полюса к заднему снижается интенсивность метаболизма. Полярность в том или ином виде Б. Гудвин признает почти универсальным свойством организмов (Гудвин, 1979).

Концепция Ч. Чайлдса получила развитие в теории позиционной информации Л. Вольперта и результатах изучения Б. Гудвином процессов клеточной дифференцировки (Wolpert, 1969; Гудвин, 1979). В основе модели эпидермального гомеостаза лежит представление о наличии градиента морфогена (системообразующего фактора) вдоль оси организации, которая перпендикулярна к базальной мембране. Иными словами ткань в направлении оси пространственной организации поляризована. В регулирующий ткани для установления оси, вдоль которой происходит дифференциация клеток, требуется: а) исходная точка, с которой начинается отсчет; б) направление для измерения вдоль этой оси; в) механизм регулирования масштаба, который может менять единицы измерения вдоль оси так, что общее число единиц остается инвариантным при изменении длины оси. «Что именно изменяется и как эта информация воздействует на состояние клеток – вопрос, который для большинства развивающихся систем составляет главный предмет исследования» (Гудвин, 1979: 153).

Изоморфность свойств функциональных систем разного уровня открывает возможность описывать динамику надорганизменных структур, фитоценозов, моделью морфогенеза структур клеточного уровня. В природных экосистемах, имеющих ось организации, отдельные части популяции располагают информацией, специфичной для их местоположения на этой оси. Адаптация каждой части популяции к локальным условиям протекает согласно некому «коду», интерпретирующему позиционную информацию. Регулирующийся растительный покров в направлении оси дифференцируется на сообщества различного видового и фенотипического состава, для которых характерна неодинаковая биологическая продуктивность.

Предпосылкой возникновения функциональных систем живой природы является структурная информация неживой природы. Объективно структурная информация внешней среды представлена в виде специфической каждому местообитанию периодичности экологических факторов. Адаптируясь к условиям среды, растительность извлекает из биотопов эту информацию, и включает ее в контур управления. Морфогенез надорганизменных структур, построенный по вольпертовской модели, позволяет интерпретировать монотонный градиент как мозаичную периодическую структуру, структуру с круговой симметрией или любой другой формы.

В ландшафтах со сложным рельефом системообразующим фактором является увлажнение. Следовательно, организующая ось надорганизменной системы направлена от влажных участков дна долин к сухим местоположениям водоразделов. В этом же направлении снижается интенсивность продукционного процесса в сообществах,

возникающих вдоль градиента увлажнения местообитаний. Следовательно, «ткань растительности», покрывающей склоны, поляризована в направлении от дна долин к водоразделам, причем передний полюс находится во влажных местоположениях, а задний – в сухих.

Сходство механизмов дифференциации растительности с морфогенезом клеточных структур и колоний одноклеточных организмов на этом не исчерпывается. В пространственном размещении одноклеточных организмов Б. Гудвин (1979) не обнаружил какой-либо пространственно-временной упорядоченности помимо той, которая может быть обусловлена пространственным распределением источника пищи или особенностями геометрии поверхности. Аналогичная закономерность свойственна и распределению растительности в пространственно-временных полях водосборов. В основе закономерности находится принцип экологического соответствия: существование организма всегда должно находиться в соответствии с условиями жизни.

Однако при определенных условиях поведение растительных организмов в сообществе усложняется. В результате изучения размещения деревьев в пространстве методом маркированного точечного поля в структуре растительных группировок выявлены тенденции к образованию вихревых структур, имитирующих вращающиеся автоволны. На участках, занятых древостоем, такие структуры имеют вид спиралей (Прилуцкий и др., 2015).

Автоволны возникают в самых различных средах физического, химического и биологического происхождения (Елькин, 2006). Способностью к проведению автоволн обладают активные среды, для которых характерно наличие внешних источников энергии. Очевидно, автоволновые структуры образуются в биологических множествах любого типа. К примеру, А. Дарстоном детально изучен процесс возникновения волн в виде окружностей и спиралей в первоначально дезорганизованной популяции амёб (Durstun, 1973). Местоположение вихрей в среде не связано с какой-либо неоднородностью, а определяется только эволюцией самой среды. Поэтому их существование считают признаком самоорганизации, ведущей к повышению организованности системы, в нашем случае – надорганизменной системы.

Рассматривая проблему самоорганизации биологических множеств, Б. Гудвин задается вопросом, не являются ли «вообще все развивающиеся системы возбудимыми в этом смысле, и каковы последствия таких свойств для их пространственной и временной организации» (Гудвин, 1979: 163). Полезным результатом положительного вывода может стать выработка единой точки зрения на морфогенез и построение общей теории, объясняющей происхождение полярной упорядоченности и периодических явлений в системах всех иерархических уровней.

Гипотеза морфогенетических полей (гипотеза формативной причинности). Спекулятивная гипотеза, в основе которой находится предположение о существовании неизвестных науке полей, формирующих и сохраняющих системы любой природы и любого уровня сложности. Автор гипотезы, доктор Р. Шелдрейк (2005), крупный специалист в области биохимии и биологии клетки, в центр внимания поместил проблему развития объекта. В современной биологии он выделяет три концептуальных подхода к ее решению: механицизм, витализм и органицизм.

Сторонники механистической теории считают, что морфогенез можно полностью объяснить на языке физики. Развитие объекта они изучают путем периодической зарисовки его изменяющейся формы. Ограниченность фи-

зического объяснения состоит в том, что сами по себе эти описания не приводят к пониманию причин развития. Виталистическая теория отрицает возможность дать полное объяснение явлению развития с помощью законов физики. Ссылаясь на способность части организма, сохранившейся после повреждения, восстанавливать полную структуру организма, ее сторонники признают возможность существования некоего непространственного причинного фактора, контролирующего поведение всей системы. В виталистической теории причинный фактор действует в локальном пространстве. И, наконец, организмическая теория морфогенеза считает регуляцию, регенерацию и репродукцию производными морфогенетических полей (Waddington, 1957; Шелдрейк, 2005). Теория не содержит представлений о том, что это за поля и как они работают. Предполагается, что развитие направляется в пространстве и времени чем-то, что само не принадлежит к месту событий.

Р. Шелдрейк полагает, что современная наука переоценивает значение материально-энергетических начал в описании и представлении различных объектов. Его гипотеза допускает существование некоего дополнительного к энергии структурообразующего фактора. Таким фактором является форма. Именно фактор формы индивидуализирует процесс формообразования. Неортодоксальная гипотеза Р. Шелдрейка, объясняющая феномен жизни не на редукционно-механистическом подходе, а основанная на признании существования в природе трансцендентального жизненного начала, произвела сенсацию. Вместе с тем, его идеи вызвали споры. Согласно представлениям Р. Шелдрейка, морфогенетические поля полностью абстрактны и не обладают какой-либо энергией. Из-за фантомной природы поля в некоторых естественно-научных кругах его идеи рассматриваются как псевдонаучные. Сомнения вызывает утверждение о том, что совершенно формальные и абстрактные морфогенные поля, не имеющие ни массы, ни энергии, каким-то образом влияют на массу и энергию в реальном мире и управляют ими. Между тем, согласно современным представлениям, «локальная формирующая причинность» (информация?) обязательно действует в пространстве и времени.

По мнению Е.А. Седова, теория информации, которую создали К. Шеннон и У. Уивер и пытались применять в биологии У. Винер и У. Эшби, оказалась полезной, но недостаточной (Седов, 2002). Остается неясным, как измерять информацию функциональных систем, особенно при их преобразованиях. В биологии области с такими задачами – это морфогенез и другие пространственно-временные изменения на всех уровнях, от третичных структур макромолекул до динамики экосистем.

В действительности метод измерения структурной информации, управляющей функциями природных экосистем, уже найден. В блоке рациональных идей, заложенных Р. Шелдрейком в основу своей гипотезы, возможность оценок содержания информации в динамике экосистем представляет третья концепция развития (организмическая теория).

В геоботанике проблему формирующей причинности породила неоднородность растительного покрова. В ходе развития синтаксономии в классификациях использовались три подхода: физиономический, флористический и тополого-экологический (или динамический) (Кузнецов, 2007).

Физиономический подход к выделению сообществ учитывает флористический состав, соотношение видов и доминирующие виды. Иными словами, пространственная динамика растительности описывается по самим призна-

кам растительности. По существу механистический, данный подход не объясняет причину дифференциации растительного покрова на сообщества.

Во флористических классификациях фитоценозы и ассоциации распределяются в координатной сетке, осями которой являются факторы среды, чаще всего влажность почв. Вода, поступающая в экосистему с осадками, и является тем *непространственным причинным фактором*, который контролирует поведение растительности. Причем, в полном согласии с виталистической теорией развития Р. Шелдрейка, вода осадков, запасенная почвой, взаимодействуют с растительностью в локальном пространстве.

В случаях применения третьего, динамического подхода, кроме пространственного аспекта в характеристику сообществ вводится временной аспект. Именно четырехмерная информационная модель сообщества открывает путь к вскрытию закономерностей, которым подчиняются процессы его возникновения и развития. В динамических классификациях классификационной единицей принят тип леса. В понятие тип леса в качестве важной составной части входит понятие тип условий местопроизрастания. Одинаковыми признаются условия участков, принадлежащих к сходным формам рельефа и характеризующихся качественно однородным режимом комплекса природных факторов, вызывающих однородный лесорастительный эффект (Колесников, 1956). Динамический подход к описанию сообщества ставит во главу угла не экологические факторы экосистемы, к которой оно принадлежит, а общие условия местности (форма рельефа, широта, особенности климата). Методология такого подхода согласуется с критериями, установленными Р. Шелдрейком для организмической теории морфогенеза. Ни климат, ни рельеф местности, ни широта не оказывают непосредственного влияния на рост и развитие растений. По отношению к конкретным экосистемам геофизические условия выступают в роли внешних регуляторов, определяющих параметры прямодействующих экологических факторов среды (*развитие направляется в пространстве и времени чем-то, что само не принадлежит к месту событий*). Причем внешние регуляторы дифференцируют растительный покров без движения массы и без затрат энергии. Своеобразие каждого из существующих сообществ обусловлено простым приспособлением биоты к экологическим условиям, сформированным геофизической средой. Геофизическая среда, формирующая экосистему, и выполняет функции ее морфогенетического поля. Хотя поле причинности, создаваемое геофизической средой абстрактно, оно не более мистично, чем обычные физические поля.

Предположение о наличии у морфических полей свойства сохранять информацию и обеспечивать ее распространение внутри вида входит в теорию Р. Шелдрейка особым разделом. В биологических макросистемах (сообществах) действуют три механизма обмена информацией. Во-первых, распространение генетической информации в популяциях посредством формирования пыльцевого облака. Во-вторых, обмен информацией о нормах реагирования участников сообщества посредством регулирования структурной информации среды обитания. Интегрированная информация среды формирует фенотипы экологически совместимых видов. В-третьих, конкурентное вытеснение как способ взаимовлияния нескрещивающихся видов на структуру видовых генофондов. Во всех случаях обмен осуществляется за счет функциональной активности самой биологической системы, приспособленной к определенным условиям среды. Причем в третьем случае механизм влияния нематериальный.

Из вышеизложенного следует, что формировании морфических полей активно участвует биота. Но основной матрицей, придающей сообществу определенную форму, является геофизическая среда. А поэтому гипотеза нематериального поля причинности, формирующего сообщества, в фитоценологии не представляется иррациональной.

Изучение эффектов действия формирующей причинности в растительном покрове, начатое еще в конце XIX века, к середине XX века привело к появлению вполне зрелых подходов к классификации сообществ. Современная концепция организации растительного покрова оказалась совместимой с рациональными основами организмической теории развития. Логическая совместимость представлений, возникших в разное время в разных отраслях биологии, доказывает изоморфность принципа, отраженного в гипотезе морфогенетических полей. Ввиду универсальности этого принципа понятие «формирующая причинность» может, вместе с понятием «системообразующий фактор», играть роль стержневого элемента системной парадигмы сообщества.

Сопряженность между видами и сегрегация. Рекомендации к изучению сопряженности (сегрегации) видов предостерегают от опасности включения в одну выборку образцов из ясно различающихся сообществ. «Если это произойдет, сопряженность обнаружится отчетливо – положительная между видами одного сообщества, и отрицательная между видами разных сообществ» (Грейг-Смит, 1967: 160). Для подхода, рассматривающего растительность с позиции теории функциональных систем, данное предостережение неактуально. Сложность и протяженность рабочего цикла таких систем не имеет границ во времени и пространстве. С отказом от однородной единицы изменение характера межвидовых взаимодействий в пространстве нужно признать организационной нормой. Иными словами, видеть в этом явлении одну из необходимостей интеграционного процесса. Данная оценка резко повышает когнитивный статус этого явления. Возникает вопрос о включении пространственной динамики сопряженности видов в число признаков растительности, подлежащих детальному изучению.

Изучая особенности неслучайного распределения видов в пространстве, исследователь редко ставит перед собой определенную цель. К примеру, выявление структур, способных содержать программу развития сообщества древесных растений. В лучшем случае, его планы ограничены задачей изучения законов естественного изреживания древостоев и построения имитационных моделей изменения их пространственной структуры в ходе возрастного развития. Дело в том, что теория растительного покрова не рассматривает возможности появления в растительном покрове организованных в пространстве и времени сложных структур. Согласно утвердившимся представлениям, растительный покров всегда существует в виде сплошной среды, образованной простым множеством растений.

Множество – это бесструктурное состояние равноправных элементов, объединенных между собой общим основанием и общим пространственно-временным континуумом с абсолютно равными связями между ними в любом направлении (Бугаев, 2010). В среде биологов протест против механицизма множественного подхода возник в виде системного подхода еще в начале прошлого века. В частности, геоботанике «...пришлось столкнуться с рядом проблем теории систем задолго до создания этой теории и, как мы сейчас хорошо понимаем, именно нерешенность общих вопросов организации сильно сдерживала развитие

науки о растительности» (Галанин, 1989: 6). Однако, несмотря на продолжительные поиски, системный подход к описанию растительности не найден до настоящего времени.

Альтернативой множества А.Ф. Бугаев считает систему. Множество преобразуется в систему в силу неустойчивости своего состояния путем возникновения генерирующего центра, вокруг которого группируются элементы самоорганизующегося множества. В ходе эволюции тип движения (связей) преобразуется из прямолинейной в криволинейную, спиралевидную. Каждая система имеет своеобразную структуру: но любая система – это поливихрь, сформированный вокруг центра генерации связей. Таким образом, система – это математическое понятие, обозначающее структурированное состояние дискретных разнородных элементов, объединенных единым генерирующим элементом, с иерархическими связями между собой. Если множество всегда бесструктурно, статично, равномерно, то система всегда динамична, неравновесна. Ее процессы всегда нелинейны, т.е. характеризуют турбулентно-вихревой тип движения.

В результате анализа спектральной плотности горизонтального сложения древостоев дуба в спектре частот выделены высокочастотная и низкочастотная области пульсаций. Высокочастотная область спектра аппроксимирована асимптотой Колмогорова, тождественной для вихрей инерционного интервала турбулентных процессов (Прилуцкий и др., 2015). Наличие вихревых структур во множестве, образованном совокупностью деревьев, служит серьезным аргументом в поддержку гипотезы систем-поливихрей, выдвинутой А.Ф. Бугаевым. Принятие этой концепции требует коррекции представлений о характере конкурентных взаимодействий в фитоценозах. В растительном континууме, описываемом моделью сплошной среды, взаимодействия могут быть только скалярной величиной. Но в сообществе, которое организовано в систему, воздействия наряду с модулем имеют и направление. Векторизация связей повышает уровень энтропийного баланса системы – состояния, по достижению которого процессы упорядочения и дезорганизации уравновешивают друг друга. Развивающейся системе характерна асимметрия перехода на качественно новый уровень организации. Согласовывая свою активность во времени, виды могут образовывать устойчивые структуры – ассоциации. Повышая свою упорядоченность, локальные ассоциации интегрируются в сообщество.

Выделение сообществ, изучение поведения видов в градиентах факторов среды и выяснение влияния видов друг на друга производят путем оценки встречаемости видов. Однако традиционные методы изучения сопряженности видов позволяют характеризовать процессы дифференциации растительности только с позиций суммативности. Для выявления интегративных свойств сообществ необходимы методы выделения и изучения поведения внутривидовых структур.

К настоящему времени разработаны статистические методы анализа пространственных распределений, чувствительные к наличию кольцевых и линейно-протяженных структур (Кислов и др., 2011; Кислов, Прилуцкий, 2012). В итоге многомерного обобщения вышеуказанных методов разработан оригинальный способ оценки сопряженности видов, позволяющий устанавливать характер их взаимодействий, как по модулю, так и по направлению (Кислов, 2012). С применением этих методов во внутренней структуре сообществ дуба обнаружены спиральные и плоские автоволны, характерные возбуж-

денным средам.

К настоящему времени доказана важная роль автоволн в функционировании живых систем. Установлено, что нарушение режима их распространения ведет к серьезным отклонениям процессов жизнедеятельности от нормы (Gray, Jalife, 1996). Но наибольший интерес представляет вопрос, может ли самоорганизация растительного покрова порождать сложные структуры, способные определять стратегию развития фитоценозов.

Функциональная структура целостного сообщества.

Среди теоретических работ, авторы которых пытались вывести спекулятивную модель самоорганизации социумов из теории общих систем, выделяется подход В.А. Лефевра (1965). В представлениях этого автора самоорганизующаяся система должна состоять из двух элементов. Один из них, элемент-организатор, выполняет функции проекта, который структурирует подчиненный ему элемент. В роли конструктора может выступать любой механизм, который реализует свой проект. Мерой организованности всей системы служит отклонение управляемой структуры от реализуемого проекта. Изучая самоорганизацию системы, исследователь должен выделить из системы ее проект и, сформировав на его основе систему своих средств, рассмотреть самоорганизацию «с точки зрения самой системы».

Сходная концепция эволюции сообщества предложена Ж. Делезом и Ф. Гваттари (2007). В качестве прототипа рассматривается социум, осуществляющий технологическую эволюцию. Авторы теории исходят из предположения, что в эволюционирующем сообществе решающую роль играют производственные отношения. Сообщество в их представлении существует в виде двухполюсной системы «сингулярность – агрегаты». Третьим (особым) компонентом системы являются деклассированные и маргинальные элементы. Главный смысл введения понятия «сингулярность» заключается в замене концепции субъекта безличным и доиндивидуальным полем. Сингулярность – это недифференцированное состояние объекта. Тело без органов. Яйцо, в котором существуют только градиенты, намечающее директорию для развития органов. Образуются роевые сообщества-множества, сингулярности противостоят упорядоченным структурам – агрегатам, управляемым по иерархическим, авторитарным законам. Структурированные сообщества-агрегаты подчиняют себе доиндивидуальное поле и управляют им. Однако множества, образующие это поле, подрывают и разрушают управляющие структуры. Упорядочивая в ходе эволюции свою структуру, они периодически проходят через сингулярность.

Положение об изоморфизме функциональных систем различных классов явлений подтверждается совпадением модели структурно-функциональной организации фитоценозов с принципами организации социумов, вскрытыми В.А. Лефевром, Ж. Делезом и Ф. Гваттари. Теоретически целостное сообщество можно рассматривать в виде самоорганизующейся информационной системы. На примере дубняков показано, что специфическим параметром порядка, определяющим поведение такой системы, является популяция ее эдификатора – дуба, эволюционирующая в градиенте увлажнения среды. В общих принципах пространственной организации популяции дуба найден ряд признаков, специфичных модульным системам. Ее дефинитивная структура состоит из трех подсистем: основной (управляемой) и двух факультативных (управляющей и маргинальной).

Региональным климатам Северного полушария характерно чередование прохладно-влажных и тепло-сухих периодов продолжительностью 35–45 лет (Шнитников,

1969). Колебания климатических условий вызывают периодические изменения физической среды в локальных экосистемах. Амплитуда флуктуаций достигает максимума во влажных местообитаниях межгорных прогибов. В возникающих там экосистемах климатогенные колебания экологических условий играют роль структурной информации абиотической среды. Части популяций, находящиеся в межгорных прогибах, функционируют как открытая подсистема, подпитываемая информацией за счет повышенной частоты мутаций в неустойчивой среде. Извлекая новую информацию из внешней среды, ценопопуляции влажных мест обитания превращают ее в генетическую информацию. Распространение мутаций и их отбор повышает генетическое разнообразие всей популяции, создавая предпосылки для эволюционного процесса. Следовательно, в системе элементарных популяций ценопопуляции влажных мест обитания играют роль управляющего элемента. С точки зрения закона необходимого разнообразия У.Р. Эшби, ценопопуляции влажных местообитаний «обладают полномочиями менеджера системы», генерирующего управляющие воздействия в качестве самоорганизующейся системы (Эшби, 1959). Сингулярную группу сообществ формируют ценопопуляции свежих и сухих мест обитания среднекрутых горных склонов. Местообитания, связанные с крутыми склонами и гребнями водоразделов, заполняет маргинальная ценопопуляция дуба, в составе которой накапливаются его формы, уклоняющиеся от нормы.

По всей вероятности, в поляризованной надорганизменной структуре, фитоценозе, происходит перенос информации от нижнего полюса в направлении к верхнему. В морфогенных полях, порождающих фитоценозы, реализуется два механизма ее переноса. Первый – это обмен генетической информацией между различными особями путем опыления. Процесс протекает в условиях действия множества случайных и неслучайных факторов и носит стохастический характер. Второй – изменение местоположения определенных признаков в пространстве в результате направленного изменения позиции их носителей в смене поколений (Прилуцкий и др., 2015). В этом случае перераспределение признаков в пространстве имеет характер детерминированного направленного процесса. Предположительно, динамику процесса определяют конкуренция и пространственная неоднородность условий среды. В механизме разделения и переноса признаков находятся эффекты, возникающие при взаимодействии подвижной (растений) и неподвижной (почвы) фазы (Яшин, 1976). По сравнению с продолжительностью жизни модальных фенотипов время жизни носителей мутаций уклоняющихся форм понижена. Поэтому уклоняющиеся формы, вытесняемые в местоположения с неблагоприятными условиями роста, меняют позиции чаще. Новая информация перемещается вдоль организующей оси системы от ценопопуляций влажных мест обитания к ценопопуляциям сухих. Часть информации, соответствующая принципам организации экосистемы, ассимилируется консервативным ядром популяции, занимающим свежие местообитания. Информация, противоречащая принципам организации экосистемы, переносится к верхнему полюсу фитоценоза. Там, за пределами экологического ареала дуба, в его маргинальных ценопопуляциях, формирующихся в экологической лакуне, она сохраняется в течение неопределенного времени.

Пространственная структура целостного сообщества. Климатическим условиям экосистем ландшафтного уровня характерна пространственная однородность. Вследствие этого функции формирующей причинности принадлежат только рельефу. Создавая пространственно-

временное разнообразие параметров системообразующего фактора – увлажнения, рельеф формирует морфогенетические (морфические) поля. По-видимому, морфические поля разграничены линиями водоразделов. Каждое морфическое поле представляет собой арену, на которой возникают и развиваются целостные сообщества – фитоценозы.

Внутреннюю структуру фитоценоза образуют акциденции, качества которых определяет пространственная структура морфического поля. На всех уровнях морфологической структуры ландшафтов свойства морфического поля, а, следовательно, и пространственную динамику растительности (как и популяций), определяют градиенты увлажнения среды.

Концепция непрерывной растительности поддерживается попытками описать живую надорганизменную систему двухмерной моделью. Непрерывные ряды растительности обозначают термином экоклин. В естественном растительном покрове экоклин выделяют посредством градиентного анализа (Раменский и др, 1956; Уиттекер, 1967). Для изучения и мониторинга непрерывных рядов растительности закладывают ленточные трансекты, внутри которых акциденции (фитоценоны) упорядочивают по оси ведущего фактора условий среды (прямая ординация). Иногда в качестве непрерывного ряда рассматривают дискретное множество подобранных эталонных участков растительности, искусственно упорядоченных вдоль оси градиента ведущего фактора среды (непрямая ординация). Экоклин, включающий все возможные акциденции исследуемого ряда сообществ, аксиоматически признается целостной структурой.

Но двухмерных живых систем не существует. Поэтому сообщества растений, как и другие биологические системы, следует описывать не двух-, а трех- или четырехмерными моделями. Объективно протяженность третьего измерения сообщества растений (высоты) определяется длиной отрезка, ограниченного снизу иллювиальным горизонтом, а сверху – плоскостью, лежащей на вершинах деревьев. В практике изучения вертикально-фракционной структуры сообществ высоту характеризуют вертикальной расчлененностью фитомассы (ярусностью). Однако при исследовании однородных основных единиц растительности данный подход неинформативен. Однородные в отношении флористического состава и пространственного сложения сообщества возникают на участках экосистем с одинаковыми во всех частях экологическими условиями. Но низкое разнообразие среды – это неотъемлемое свойство участков поверхности с неразвитым рельефом. Следовательно, при подборе объектов по принципу однородности не рассматривается локальное разнообразие системообразующего фактора – увлажнения. Как результат, в этом случае определяемые характеристики моделей растительности не включают параметров порядка, отражающих целостность изучаемой системы. Проблему снимает новый метод построения трехмерной модели неоднородного фитоценона, в которой положение оснований стволов деревьев в пространстве связано с формой подстилающей поверхности (Кислов, Прилуцкий, 2014).

Размер экологической ниши вида определяют параметры системообразующего фактора и конкуренция. Причем экологическая амплитуда вида тем шире, чем благоприятнее условия по другим факторам. Возможность непрерывного распределения в пределах очень широкой амплитуды условий обеспечивает пластичность, сопряженная с высоким фенотипическим разнообразием популяций. Приспосабливаясь к произрастанию в широком диапазоне усло-

вий, популяции пластичных видов расчленяются на подсистемы – классы фенотипов.

С точки зрения теории функциональных систем, пространственная дифференциация фенотипов происходит из-за неодинаковой обеспеченности системообразующим фактором. Теория самоорганизации видит причину обособления частей популяции в высоких градиентах системообразующего фактора. Концептуального противоречия между этими подходами нет. Применение любого из них позволяет убедиться, что моногенетические части популяции приурочены к участкам, на которых процессы денудации или аккумуляции протекают со сходной скоростью. Выступая в роли эдификатора сообщества, дифференцированная на модули популяция эдификатора формирует функциональную систему – фитоценоз.

Экологическая изоляция популяций и их частей. Временная организация событий имеет не меньшее значение, чем пространственная (Ашофф, 1984). С одной стороны, взаимосвязанные события должны быть хорошо подогнаны друг к другу не только в пространстве, но и во времени. С другой стороны, несовместимые явления, для прохождения которых требуются разные условия, разделяются во времени с таким же успехом, как и в пространстве.

Примером организованности сообщества во времени может служить стратегия поведения нижних ярусов сообществ лесного типа. Флора нижних ярусов представлена двумя экологическими группами видов. Первая группа – эфемероиды, для которых характерен короткий период вегетации. Вторая группа – тенелюбивое широколиственное. Особенности эндогенной программы развития эфемероидов позволяет им реализовать полный цикл развития в начале или в конце вегетационного периода. То есть в промежуток времени, когда из-за низких температур условия для вегетирования большинства других членов сообщества неблагоприятны. На период полного развития древесного полога синузид эфемероидов сменяет синузия тенелюбивого широколиственного. Во временной структуре сообществ эти группы видов образуют особые подсистемы.

Целостное нативное сообщество состоит из нескольких групп видов или их модификаций, отличающихся по ритму сезонного развития. Растения, входящие в состав этих групп, объединяются в функциональную систему посредством согласования процессов жизнедеятельности во времени.

Расчлененность множеств на части, развивающиеся с неодинаковой скоростью, обозначают термином «гетерохрония». Быстрое развитие одних частей системы и отставание в развитии других ее частей ведет к гетеробатмии – неодинаковому уровню специализации обособляющихся подсистем. Гетерохрония свойственна как видовому уровню надорганизменных систем, так и популяционному.

М.З. Моллаева выявила репродуктивную фенологическую изоляцию локальных ценопопуляций *Pinus sylvestris* L., связанную с эколого-географическими особенностями мест обитания (Моллаева, 2015). Более сложные формы временной организации популяции обнаружены в популяции дуба монгольского. Изучение пространственно-временной динамики его пыления показало, что сроки цветения разграничивают популяцию не только на ценопопуляции. Статистически достоверные различия дат пыления групп деревьев, выявленные внутри ценопопуляций дуба, свидетельствует о присутствии в их составе фенологических форм (Прилуцкий, Нарышкина, 2010).

Нарушая панмиксию, экологическая изоляция частей популяции вызывает диссипативную самоорганизацию (микроэволюцию), способствующую дифференциации

вида. Становится все более очевидным, что дальнейший прогресс в исследовании надорганизменных систем требует детального изучения их временной организации.

Согласованность процессов развития растений в составе фитоценоза. Обоснованность введения времени в уравнение эволюции как непрерывно и монотонно изменяющегося фактора часто подвергается сомнению. Более того, идея равномерно текущего времени входит в противоречие с феноменом существования живых систем – объектов, способных изменять темп внутреннего времени. К явлениям неравномерного течения времени в живых системах непосредственное отношение имеют биоритмы – особый класс периодических изменений характера и интенсивности процессов, протекающих в этих системах.

Перспективы выяснения принципов организации надорганизменных структур связаны с изучением собственных им ритмов сезонного развития. Изучая ритмы мозга, Н. Винер (1968) установил, что рассеянные кратковременные ритмические изменения активности протекающих в нем процессов спонтанно собираются в одно непрерывное. По мере интеграции между разрозненными движениями возникает согласованность. Интегрированные ритмические системы обладают повышенной устойчивостью в структурном плане и повышенной чувствительностью к информационно значимым для них внешним воздействиям. По всей вероятности, и в организмах растений, и в их сообществах, процесс превращения автоколебаний в биологические ритмы происходит по сходной модели. В динамичной среде внутренние ритмы согласовываются по времени с периодическими колебаниями внешних факторов. Совокупность всех эндогенных ритмических процессов образует временную организацию живой системы.

Временная организация сообщества возникает из совокупности ритмов сезонного развития образующих его видов растений. Видовой состав вырабатывает отбор. Последний сохраняет в группировках только приспособленные виды. Преимущество имеют растения, у которых сезонный ритм потребности в системообразующем факторе совпадает с сезонным ходом этого фактора (Прилуцкий, 2005). Расхождение между внутренним и внешним ритмами (информационная асимметрия экосистемы) ослабляет позиции вида в группировке.

Сезонную динамику условий роста растений определяет режим климатических факторов. Периоды, характеризующиеся благоприятными параметрами системообразующего фактора, играют роль аттракторов, притягивающих в свои фазовые пространства даты фазовых переходов вегетирующих растений (Прилуцкий и др., 2014). В интеграции видов в сообщество решающее значение принадлежит отбору. Участие вида в интегрированном сообществе определяется степенью соответствия дат его фазовых периодам существования аттракторов. Решающее значение принадлежит согласованности позиций репродуктивных фаз (цветение и созревание семян). Точное попадание этих фаз в фазовые пространства аттракторов превращает вид в эдификатора сообщества (Прилуцкий и др., 2015). Виды, сезонный ритм которых существенно отличается от сезонной динамики системообразующего фактора среды, подвергаются элиминации. От того, насколько точно особенности периодичности внешней среды отражены в организации внутреннего времени сообщества зависит его устойчивость. Именно поэтому многовидовые сообщества состоят из качественно-однородных, функционально заменимых видов.

Применение спектрального анализа случайных процессов к изучению сезонного ритма многовидового сообщ-

ества выявило во временной организации несколько независимых периодических процессов (Прилуцкий и др., 2014). Показано, что периоды некоторых гармоник совпадают с периодичностью, характерной для вариаций геомагнитного поля. В частности, основная гармоника изменяется с периодом 90,6 дня, соответствующим полугодовым колебаниям его интенсивности. Установлено также, что в ритме своего сезонного развития многовидовое сообщество на низких частотах генерирует фликкер-шум.

Шумами называют флуктуации измеряемых величин, связанные со стохастическими процессами. Примером стохастических процессов является турбулентность, развивающаяся в потоке жидкости или газа. Известно несколько видов шума (Пархомов, 2005). Множество независимых одиночных событий порождают флуктуации, называемые «белым шумом». Этот тип флуктуаций характерен системам с большим числом однородных простых элементов. Поэтому белый шум называют «сигналом от собрания индивидуалов».

Системы, состоящие из множества взаимосвязанных элементов, генерируют флуктуации называемые фликкер-шумом. Системы этого типа содержат огромное число разнообразных элементов, накапливающих энергию и высвобождающих ее по достижению некоего порогового уровня или в результате воздействия других элементов (Пархомов, 1989). Под энергией подразумевается все, что способно накапливаться и высвобождаться. В основе фликкер-шума находится медленное течение процессов, обусловленное большой инерцией, которая понимается как хорошая память. Предполагается, что системы с фликкер-шумом функционируют в режиме самоорганизованной критичности, поэтому они легко подстраиваются под ритмы внешних воздействий, даже очень слабых.

В биологических системах в режиме фликкер-шума флуктуирует число особей в популяциях и социальная активность (Арманд и др., 2000). Присутствие флуктуаций этого типа в низкочастотной области спектра сезонного развития многовидового сообщества опровергает индивидуалистическую гипотезу растительности.

Закключение

Базовое понятие ботанических дисциплин – растительный покров, в рамках устоявшихся представлений выглядит абстракцией. Исследователь, изучающий этот объект, в своей практической деятельности всегда имеет дело с совокупностью конкретных сообществ. Каждое из них возникает как устойчивое сочетание видов, сложившееся в результате приспособления к определенной среде в условиях постоянной борьбы за существование. Однако глубокого понимания природы сообществ не существует до настоящего времени. Не выработано и общепризнанной парадигмы этого объекта.

Соглашение положить в основу подхода к описанию растительного покрова флористически и физиономически однородные ассоциации растений оказалось чрезвычайно практичным. Долгое время дробление континуума на условно однородные фитоценозы с успехом используется в целях классификации и инвентаризации растительности, построения ее статических моделей. Однако описательный подход, по существу механистический, природы сообщества не раскрывает. Многие свойства подобных сложных объектов доступны для понимания только при рассмотрении их как единого целого, которое неразложимо на составляющие. К тому же, стратегия научного поиска требует, чтобы в итоговом представлении сложный объект был не только упорядоченным, но и отображен в фор-

ме теории или развернутого теоретического понятия.

Несовместимость концепции однородного сообщества с системной парадигмой создала непреодолимое препятствие к вскрытию сущности явлений развития растительности. Становится все более очевидным, что дальнейшее изучение растительного покрова с использованием традиционных подходов геоботаники не имеет перспективы. Прогресс фитоценологии связан с выделением и изучением сложно организованных надорганизменных структур. Поэтому неизбежен переход к исследованию гетерогенных сообществ, обладающих свойством целостности. Но выделить целостное сообщество и раскрыть его природу без организации взаимодействия представителей различных дисциплин невозможно. Междисциплинарный проект предполагает наличие рабочего принципа, который бы позволял связывать разнородные данные наблюдений с эмпирически найденными закономерностями, представляя их как логическую необходимость сложного процесса. Наиболее эффективным средством интеграции исследований является системный метод. Возможность системного подхода к изучению социальных систем, к числу которых относятся и растительные сообщества, прямо связана с выяснением их способности к самоорганизации.

В отличие от малоинформативных пуассоновских распределений, модели самоорганизации сообществ приносят в теорию растительного покрова ряд прорывных идей. С точки зрения теории сложных систем, растительность представляют собой определенное, бесструктурное множество. А.Ф. Бугаев (1998) утверждает, что в системах, возникающих в подобных объектах, всегда реализуется турбулентно-вихревой тип движений. В числе других свойств и функций систем такого типа он называет: разнородность элементов и полярность, направленность движения, спиралевидные и горизонтально-вертикальные связи, наличие программы развития.

Из перечисленных признаков системной организации множеств до последнего времени геоботаника изучает только горизонтально-вертикальные связи, характерные однородным растительным группировкам. Причем для характеристики третьего измерения (высоты), обычно избираются признаки, на которых влияние системообразующего фактора отражается слабо. Иными словами, эффективные подходы к изучению вертикальных связей не найдены и поэтому не применяются.

Процесс зарождения целостных сообществ связан с информационной асимметрией некоторых частей экосистем. Расхождение динамик ведущей популяции и абиотической среды, типичное зонам пессимума, устраняется путем упорядочения пространственно-временной организации растительности. Полезным результатом взаимной адаптации биоты и экотопа является расчленение экосистемы на когерентно функционирующие модули. В итоге приспособления популяций к пространственно-временной неоднородности условий внешней среды в растительном покрове возникают сложные пространственно-распределенные системы – фитоценозы.

Сообщество, обладающее свойством целостности, представляет собой *многовидовую сложную систему растительных организмов, связанных информационными взаимодействиями со средой и друг с другом, управляемую своим поляризованным компонентом – видо-эдификатором. Живые системы данного типа, фитоценозы, возникают в морфогенетических полях, обеспечивающих частичное генетико-эволюционное (информационное) единство внутривидовых групп особей. Функции фитоценоза состоят в извлечении структурной информации*

внешней среды, распределении ее между популяцией эдификатора и сопутствующими ему видами, и превращении части информации, соответствующей принципам организации конкретной экосистемы, из структурной в наследственную. Полезным результатом текущей деятельности, достигаемым фитоценозом во взаимодействии с абиотическим компонентом, является оптимизация уровня увлажненности своего управляющего компонента.

Предлагаемое понятие фитоценоза близко к концепции, органически вытекающей из теории популяций. Странники этой концепции утверждают, что границы фитоценоза совпадают с границами популяций большинства входящих в него видов (Тимофеев-Ресовский и др., 1973). В.И. Василевич подверг позицию популяционистов критике, указав, что границы популяций должны размываться панмиксией (Василевич, 1983). Факты же свидетельствуют о том, что «давление тех или иных форм изоляции» разделяет не только соседствующие популяции. Действие специфических изолирующих механизмов могут нарушать панмиксию даже внутри элементарных популяций.

Фитоценологический подход к изучению сообществ органически связан с изучением свойств и признаков, характерных самоорганизующимся множествам (пространственно-временной разнородности; спиральных связей, возникающих из цикличности сезонного развития гетерогенных сообществ; горизонтально-вертикальных связей; полярности, определяющей направление потока информации). Важная особенность подхода – необходимость описывать сообщество моделью системы, в которой целостность не относится к классу структурных свойств. В системах подобного типа целостность, присущая всему неоднородному объекту, не присуща его отдельным частям. В нашем случае – однородным сообществам.

Нетривиальным предметом фитоценологии должны стать морфические поля. В процессе взаимодействия эколого-гидрологических, термических и геомагнитных полей с растительностью в фазовых пространствах экосистем появляются притягивающие множества – аттракторы. Комплекс упорядоченных в пространстве и времени аттракторов содержат сценарий развития хаоса, играя роль программы развития фитоценоза.

Л И Т Е Р А Т У Р А

- Анохин П.К. Проблема центра и периферии в современной физиологии нервной деятельности // Проблема центра и периферии в нервной деятельности. – Горький, 1935. – С. 9–70.
- Анохин П.К. Теория функциональной системы // Успехи физиол. Наук. 1970. – Т. I. – № 1. – С. 19–54.
- Анохин П.К. Избранные труды: Философские аспекты теории функциональных систем. Принципиальные вопросы общей теории функциональных систем. – М.: Наука, 1978. – С. 49–106.
- Арманд Ф.В., Люри Д.И., Жерихин В.В. Анатомия кризисов. – М.: Наука, 2000. – 238 с.
- Ашофф Ю. Биологические ритмы. – Т. 1. Пер. с англ. – М.: Мир, 1984. – 414 с.
- Баркман Н. Современные представления о дискретности и непрерывности растительного покрова и природе растительных сообществ в фитосоциологической школе Браун-Бланке // Ботан. журн. 1989. – Т. 74. – №11. – 37 с.
- Берталанфи Л. фон. Общая теория систем – критический обзор // Исследования по общей теории систем. – М.: Прогресс, 1969. – С. 23–82.
- Бугаев А.Ф. Введение в единую теорию Мира. – М.: Белые альвы, 1998. – 320 с.
- Бугаев А.Ф. Глобальная экология: Концептуальные основы. – К.: Изд-во СПД Павлюченко, 2010. – 496 с.

- Бузыкин А.И., Гавриков В.Л., Секретенко О.П., Хлебоброс Р.Г. Анализ структуры древесных ценозов. – Новосибирск: Наука, 1985. – 94 с.
- Бунге М. Причинность: Место принципа причинности в современной науке. – М.: Изд-во иностранной литературы, 1962. – 512 с.
- Василевич В.И. Очерки теоретической фитоценологии. – Л.: Наука, 1983. – 347 с.
- Веденов М.Ф., Кремьянский В.И., Шаталов А.Т. Становление и конкретизация идеи структурных уровней в биологии // Структурные уровни биосистем. – М.: 1967. – С. 69–118.
- Винер Н. Кибернетика, или управление и связь в животном и машине. 2-е издание. – М.: Наука, 1983. – 344 с.
- Галанин А.В. Ценогическая организация растительного покрова. – Владивосток: ДВО АН СССР, 1989. – 164 с.
- Ганнибал Б.К. О внешнем кризисе, внутреннем застое, системном подходе и понятии синузия в геоботанике // Отечественная геоботаника: основные вехи и перспективы // Матер. Всероссийской научн. конфер. – Т. I. – СПб: Бостон-Спектр, 2011. – С. 439–442.
- Ганнибал Б.К. О фитоценозе (к юбилею термина) // V Всероссийская геоботаническая школа-конференция с международным участием. Санкт-Петербург, 4–9 октября 2015 г. – СПб: 2015. – С. 47.
- Гайденок В.П., Смирнов Г.А. Западноевропейская наука в средние века: Общие принципы и учение о движении. – М.: Наука, 1989. – 316 с.
- Грейг-Смит П. Количественная экология растений. Пер. Утехина В.Д. – М.: Мир, 1967. – 359 с.
- Гудвин Б. Аналитическая физиология клеток и развивающихся организмов. – Мир, 1979. – 288 с.
- Делез Ж. Гваттари Ф. Антиэдип: Капитализм и шизофрения. – Екатеринбург: У-Фактория, 2007. – 210 с.
- Елькин Ю.Е. Автоволновые процессы // Математическая биология и биоинформатика. 2006. – Т. I. – № 1. – С. 27–40. – [http://www.matbio.org/downloads/Elkin2006\(1_27\).pdf](http://www.matbio.org/downloads/Elkin2006(1_27).pdf)
- Камелин Р.В. Геоботаника и фитогеография: Сфера взаимодействия и проблемы развития // Актуальные проблемы геоботаники. – III Всероссийская школа-конференция. Лекции. – Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2007. – С. 8–21.
- Кислов Д.Е., Прилуцкий А.Н., Брижатая А.А. Локальный анализ пространственной динамики лесных сообществ // Бюлл. БСИ ДВО РАН [Электронный ресурс]: науч. журн./ Ботанический сад–институт ДВО РАН. – Владивосток, 2011. Вып. 8. – С. 69–78. – <http://botsad.ru/journal/number8/69-78/pdf>
- Кислов Д.Е., Прилуцкий А.Н. Критерий пространственно-возрастной организации древостоя. // Вестн. Сам. техн. ун.-та. Сер. Физ.-Мат. науки. 2012. – №1 (26). – С. 175–182.
- Кислов Д.Е. Статистический анализ пространственной динамики древостоя в многовидовых лесных сообществах // Бюлл. БСИ ДВО РАН [Электронный ресурс]: науч. журн./ Ботанический сад–институт ДВО РАН. – Владивосток, 2012. Вып. 9. – С. 55–58. – <http://botsad.ru/journal/number9/55-58/pdf>
- Кислов Д.Е., Прилуцкий А.Н., Фисенко М.И. Статистические методы исследования пространственных распределений в сообществах древесных растений // Бюлл. БСИ ДВО РАН [Электронный ресурс]: науч. журн./ Ботанический сад–институт ДВО РАН. – Владивосток, 2012. Вып. 9. – С. 45–49. – <http://botsad.ru/journal/number9/45-49/pdf>
- Кислов Д.Е., Прилуцкий А.Н. Статистические методы для комплексного анализа горизонтальной структуры древостоя // Проблемы устойчивого управления лесами Сибири и Дальнего Востока: материалы Всерос. конф. с международным участием. – Хабаровск, 2014. – С. 247–249.
- Коган А.Б., Наумов Н.П., Режабек В.Г., Чораян О.Г. Биологическая кибернетика. – Учебное пособие для университетов. – М.: Высшая школа, 1972. – 384 с.
- Колесников Б.П. Кедровые леса Дальнего Востока. – М.-Л. Тр. ДВФ СО АН СССР. Сер. бот. 1956. – Т. 11 (IV). – 262 с.
- Красилов В.А. Нерешенные проблемы теории эволюции. – Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1986. – 140 с.
- Кузнецов И.В. Структура научной теории и структура объекта. // Вопросы философии, 1968. – № 5. – С. 77.
- Кузнецов О.Л. Основные методы классификации растительности болот // Актуальные проблемы геоботаники. III Всесоюзная школа-конференция. Лекции. – Петрозаводск: Кр НЦ РАН, 2007. – С. 241–269.
- Кун Т. Структура научных революций. – М.: «АСТ», 2009. – 310 с.
- Лефевр В.А. О самоорганизующихся и саморефлективных системах и их исследовании // Проблемы исследования систем и структур. – М.: Изд-во АН СССР, 1965. – С. 61–68.
- Лоскутов А.Ю., Михайлов А.С. Основы теории сложных систем. – М.-Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2007. – 620 с.
- Моллаева М.З. Репродуктивная фенологическая изоляция разновысотных популяций сосны Коха на Центральном Кавказе (в условиях Баксанского ущелья) // Известия Самарского научного центра РАН, 2015. – Т. 17. – № 4(2). – С. 370–375.
- Пархомов А.Г. Низкочастотный шум – универсальный детектор слабых воздействий // Исследование проблем энергоинформационного обмена в Природе. СНИО СССР, 1989. – Т. I. – Часть I. – С.81–87.
- Пархомов А.Г. Ритмы и флуктуации: Три типа феноменов. Космо-земные и информационные взаимодействия // Физика сознания и жизни, космология и астрофизика, 2005. – №4. – С. 20–29.
- Поспелова О.В., Янковская В.А. Философия и методология науки. Учебник для вузов. – СПб: Питер, 2004. – 364 с.
- Прилуцкий А.Н. Явления самоорганизации в сообществах дуба монгольского // Комаровские чтения. – Владивосток: Дальнаука, 2005. – Вып. 52. – С.188–198.
- Прилуцкий А.Н., Нарышкина Н.Н. Динамика пыления популяции дуба монгольского // К 50-летию кафедры лесоводства Института лесного и лесопаркового хозяйства ФГОУ ВПО «Приморская ГСХА». – Уссурийск, 2010. – С. 192–207.
- Прилуцкий А.Н., Кислов Д.Е., Фисенко М.И. Механизм дифференциации видового состава высокоствольного дубняка // Бюлл. БСИ ДВО РАН [Электронный ресурс]: науч. журн./ Ботанический сад – институт ДВО РАН. – Владивосток, 2011. – Вып. 8. – С. 14–27. – <http://botsad.ru/journal/number8/14-27/pdf>
- Прилуцкий А., Фисенко М., Ефремкин М. Сезонное развитие чернопихтарников полуострова Муравьева-Амурского. – Saarbrücken: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2014. – 117 с.
- Прилуцкий А.Н., Кислов Д.Е., Фисенко М.И. Системная организация растительности: алгоритм выявления. – Saarbrücken: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2015. – 204 с.
- Раменский Л.Г., Цаценкин Н.А., Чижов О.Н., Антитин Н.А. Экологическая оценка кормовых угодий по растительному покрову. – М.: Сельхозгиз, 1956. – 472 с.
- Розенберг Г.С. Статистические методы в фитоценологии на рубеже тысячелетий // Актуальные проблемы геоботаники (Всерос. школа-конф.). Лекции. – Петрозаводск: Карел. НЦ АН, 2007. – С. 72–116.
- Руденко А.П. Пути и перспективы решения экологических проблем в связи с развитием эволюционной химии // Философские проблемы глобальной экологии. – М.: Наука, 1983. – С. 173–196.
- Руденко А.П. Самоорганизация и прогрессивная эволюция в природных процессах в аспекте концепции эволюционного катализа // Рос. хим. журн. 1995. – Т. 39. – № 2. – С. 55–71.
- Седов А.Е. Этюды био-логики. – М.: Изд. МГУ, 2002. – 420 с.
- Секретенко О.П., Грабарник П.Я. Анализ горизонтальной структуры древостоев методами случайных точечных полей // Сибирский лесн. журн. 2015. – С. 32–44.

- Скрипов Н.И., Степанова Т.П. Гетерогенные фазовые равновесия: учебное пособие. – Иркутск: Изд-во ИГУ, 2013. – 100 с.
- Тимофеев-Ресовский Н.В., Яблоков А.В., Глотов Н.В. Очерк учения о популяции. – М.: Наука, 1973. – 277с.
- Тихомиров В.Н. Геоботаника: курс лекций. – Минск: БГУ, 2006. – 188 с.
- Уиттекер Р. Сообщества и экосистемы. – М.: Прогресс, 1980. – 327 с.
- Уэйлес С. Фазовые равновесия в химической технологии. В 2-х ч. Ч. I. Пер. с англ. – М.: Мир, 1989. – 304 с.
- Чайлд Ч.М. Роль организаторов в процессах развития. – М.: Изд-во иностр. лит., 1948. – 146 с.
- Шелдрейк Р. Новая наука о жизни / Пер. с англ. Е.М. Егоровой. – М.: РИПОЛ классик, 2005. – 352 с.
- Шнитников А.В. Внутривековая изменчивость компонентов общей увлажненности. – Л.: Наука, 1969. – 244 с.
- Эшби У.Р. Введение в кибернетику. – М.: Изд-во. иностр. лит. 1959. – 433 с.
- Яшин Я.И. Физико-химические основы хроматографического разделения. – М.: Химия, 1976. – 215 с.
- Durstun A.J. Dictyostelium discoideum aggregation fields as excitable media. – J. theor. Biol. 1973. 42. P. 483–504.
- Gray R.A., Jalife J. Spiral waves and the heart // Int. J. Bifurcation and Chaos, 1996. – V.6. – № 3. – P. 415–435.
- Matérn B. Spatialvariation. Stochastic models and their application to some problems in forest surveys and other sampling investigations // Medd. Statens Skogsforskningsinst. 1960. – V.49. – № 5. – P. 1–144.
- Ripley B.D. Spatial Statistics. – N.Y.: Willey, 1981. – 252 p.
- Waddington C.H. The strategy of the Genes // Allen&Unwin. London, 1957. – 262 p.
- Wolpert L. Positional information and the spatial pattern of cellular differentiation // Journ. Theor. Biology. 1969. – V. 25. – P. 1–47.

Статья поступила в редакцию 19 июня 2016 г.

THE CONCEPT OF A COMPLETE PLANT COMMUNITY

Priluckiy A.N.

Botanical Garden-Institute FEB RAS, Vladivostok, Russia

The incompatibility of the views on the homogeneity of the Seaweeds from the system paradigm has created an insurmountable obstacle to uncover the essence of the phenomena of vegetation development. Therefore, the further progress of geobotany associated with selection and study hard to supraorganismal structures possessing the property of integrity. But a lot of holistic community and reveal his nature without interaction of representatives of various disciplines is impossible. The most effective means of integrating research is the systematic method. Move to a systemic approach would require generalization of laws, theories and methods of some natural sciences, developing separately. As a result of the integration must occur unified concepts and conceptual apparatus that enable you to create interdisciplinary theoretical constructions.

Keywords: community, phytocoenosis, functional system, heterogeneity, population, paradigm, self-organization

Bibl. 66.