

УДК 57.011:58.072

**Горелов А.М.***(г. Киев)*

## ФИТОГЕННОЕ ПОЛЕ И ЕГО СТРУКТУРА

*Аннотация.* Рассмотрено определение фитогенного поля (в понимании А. А. Уранова, [23]), указано на его поликомпонентную структуру. Предложено рассматривать проявление этого поля в вещественном, энергетическом и информационном аспектах. Выделены две группы факторов: трансформированных растением и создаваемых им. Вторая группа имеет сигнальный характер, что делает ее приоритетной в информационной составляющей фитогенного поля. Очевидно, что компонентный состав этого поля еще окончательно не определен и будет расширяться по мере развития наших знаний о растениях. Для определения пространственной неоднородности фитогенного поля мы предлагаем выделять четыре зоны и пять горизонтов. Такое зонирование позволяет достаточно полно описать экологические и ценотические проявления этого поля.

*Ключевые слова:* фитогенное поле, структура, вещество, энергия, информация, пространственное зонирование.

**A. Gorelov***(Kyiv)*

## PHYTOGENIC FIELD AND IT'S STRUCTURE

*Abstract.* The phytogenic field definition is examined, its complex structure is defined (in A. Uranov's understanding), its polycomponent structure is mentioned. The author offers to study the manifestation of such field in material, power-producing and informational aspects. Two groups are singled out: one is transformed by a plant, the other is produced by it. The second group has a signal nature, which makes it prior in the informational component of a phytogenic field. This field's component structure is still not defined and will broaden as the development of our knowledge about plants progresses. The author suggests that four zones and five horizons should be singled out to reveal the heterogeneity of a phytogenic field. Such zoning helps abundantly describe ecological and coenotic manifestations of this field.

*Key words:* phytogenic field, structure, substance, energy, information, space zoning.

Все стороны жизнедеятельности растения (рост, онтогенетическое и сезонное развитие, питание, размножение, реализация определенной стратегии выживания, адаптация к различным факторам внешней среды, взаимоотношения с другими организмами и т. д.) как открытой диссипативной системы так или иначе связаны с окружающим его

пространством. В свою очередь, само растение вызывает значительные изменения в прилегающей части пространства. Это явление получило название фитогенное поле (ФП) [23].

Под полем в наиболее распространенном естественнонаучном понимании подразумевается некоторая ограниченная часть какого-либо пространства с особыми, отличными от других областей свойствами [1; 13]. Понятие поля имеет двойственное значение – с одной стороны, это некоторая область, часть какого-либо пространства, чем-либо отличная от иных частей, с другой, это совокупность самих характерных свойств этой области, составляющих качественный аспект такого выделения. В полной мере такая двойственность относится и к ФП. Такой подход полностью согласуется с разделяемым нами определением этого поля А.А. Уранова как части пространства, в пределах которой среда приобретает отличительные свойства, определяемые присутствием в ней растения [23]. Применительно к ФП мы рассматриваем структуру в количественном и качественном аспектах. Если количественный аспект характеризует такие метрические особенности, как протяженность, пространственная неоднородность и напряженность, то качественный позволяет определить его компонентный состав (совокупность факторов различной природы, изменяемых или создаваемых растением).

Наиболее универсальным в биологии является определение структуры как системы – совокупности взаимодействующих элементов. Такой подход также отражает функциональный аспект структуры [15]. В полной мере сложность структуры характерна для биологических систем всех уровней. Так, уже на клеточном уровне четко определяется структурная и функциональная связь между элементами клетки. На организменном уровне имеет место соподчиненность всех органов и систем, определяющая его строение и функционирование как единого организма. На надорганизменном уровне (например, в фитоценозе) пространственная неоднородность наглядно проявляется в ярусности и мозаичности, а функциональная – в вещественных, энергетических и информационных связях между элементами и подсистемами растительного сообщества.

Широкое определение ФП А.А. Уранова [23] имеет свои методологические особенности, поскольку предполагает рассмотрение этого явления в различных аспектах структурной организации растений и их сообществ. Преобладавшее ранее объяснение функционирования биологических систем с учетом только вещественных и энергетических аспектов в середине XX столетия стало дополняться информационным. Это позволило перейти к рассмотрению структурных и функциональных

особенностей всех материальных явлений (включая ФП) как совокупности их вещественных, энергетических и информационных свойств.

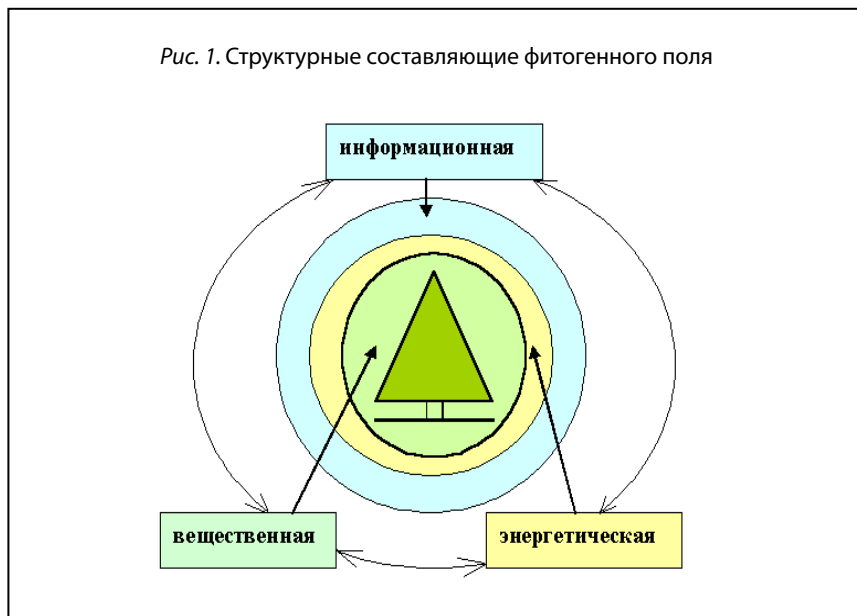
В самом общем случае все разнообразие проявлений ФП мы предлагаем рассматривать в трех аспектах – вещественном, энергетическом и информационном (рис. 1).

Такой методологический подход дает возможность получить более разностороннее и полное представление о ФП, его структурных и функциональных особенностях, значении в жизнедеятельности растений и растительных сообществ.

**Вещественная (субстратная)** компонента ФП выражена наиболее наглядно. Избирательная концентрация элементов из окружающей среды, круговорот веществ, связанных с жизнедеятельностью растения, составляет вещественную основу ФП.

Достаточно большая часть в вещественном круговороте приходится на опад. В растительных сообществах напочвенная подстилка, образующаяся из опавшей листвы, ветвей, плодов, семян и других частей живых и отмерших растений, может достигать значительной величины. Типичным для ненарушенных природных степных сообществ является образование т. н. растительного войлока, в лесных сообществах напочвенной подстилки, толщина которой может достигать 30 см и бо-

Рис. 1. Структурные составляющие фитогенного поля



лее. Опад является средой обитания бактериальной и грибной флоры, простейших, микро- и мезофауны и т. д., формирует особый химический, влажностный и температурный режим. Объемы его поступления зависят от типа растительного покрова, его обилия, особенностей видового состава и других факторов [3]. В значительной мере в пределах ФП претерпевает и влажностный режим. Так, в кроновом пространстве влажность воздуха по сравнению с открытыми пространствами может возрасти в полтора-два раза. Конденсация воздушной влаги, годичный объем которой может исчисляться сотнями миллиметров, также способствует повышению почвенной влажности.

В почвенной среде вещественная составляющая ФП определяется распространением корневой системы. В этой области растение воздействует на физические (сложение, состав почвы, ее вертикальную и горизонтальную структуру, капиллярность, влажность, электропроводимость, механические и другие свойства), химические (минеральный и органический состав, кислотность, буферность и др.) и биологические свойства (аллелопатические свойства, почвенная биота).

*Энергетическая* составляющая ФП проявляется в изменении энергетических параметров пространства в пределах этого поля. Наиболее существенные изменения в наземной части ФП претерпевают режимы освещения и температуры. Световой режим в естественных условиях характеризуется интенсивностью солнечной радиации, ее спектральным составом, временной и пространственной изменчивостью. Этот фактор включает не только видимую (в основном физиологически активную радиацию, при поглощении которой пигментами осуществляется фотосинтез и другие фотобиологические процессы), но и невидимую — ультрафиолетовые и инфракрасные лучи. Их роль велика в водно-тепловом режиме, морфогенетических процессах и ритмике жизнедеятельности растений [12].

В зависимости от интенсивности, длительности и спектральных особенностей естественного электромагнитного излучения наблюдаются существенные изменения в продолжительности этапов органогенеза, изменении числа метамеров вегетативной и генеративной сферы, интенсивности некоторых физиологических процессов (накопления пигментов, дыхания, баланса питательных веществ и т. д.), выраженности пола, морфологических и анатомических особенностях органов, появлении аномалий в их строении и других структурно-функциональных особенностях растений [17; 24].

Растительность трансформирует световой поток, влияя на интенсивность и спектральный состав отраженного, рассеянного и прошед-

шего сквозь полог света. В естественных условиях растения поглощают солнечную радиацию в области длины волны 400–720 нм до 80%, пропускают и отражают в среднем по 10%. В условиях древесных насаждений освещенность может варьировать от 100% на открытых местах до 1% под пологом. Также свет является одним из ведущих факторов в формировании пространственной и видовой структуры фитоценоза.

Если лучистая энергия является основной формой получения энергии растением, то тепловая форма в виде отраженного тепла и прогретого водяного пара в солнечные часы составляет основную часть энергетического обмена в системе «растение–среда». Ввиду того, что растения путем энергетического обмена отдают в окружающее пространство 95–98% поглощенной лучистой энергии, температура растений выступает как терморегулирующий фактор. Изменения температуры в пределах ФП определяется инфракрасной составляющей солнечной радиации, а также физиологическими процессами и физическими (в первую очередь оптическими) свойствами растительных тканей, движением воздушных масс и другими факторами [16]. Наиболее общими изменениями температурного режима можно назвать образование зон пониженной температуры в теневой области, уменьшение контрастности температурного режима внутри кронового пространства, достаточно быстрого достижения фоновых значений за пределами крон. Наши наблюдения показывают, что в приземном слое температура воздуха в пределах ФП может снижаться на 20–40%.

Влияя на световой, температурный и влажностный режим, растения выступают в роли существенного средообразующего фактора. В зависимости от состава, плотности и обилия растительности изменения климата могут проявляться на локальном или даже региональном уровне, формируя так называемый фитоклимат.

**Информационная** составляющая ФП на сегодня остается наименее исследованной. Этот компонент прослеживается в явлениях самой различной природы. «Вряд ли существуют природные, социальные или технические явления, в которых физические процессы переноса и преобразования информации не играли бы выдающейся роли. Более того, невозможно отличить – не только теоретически, но и практически энергетическое или корпускулярное воздействие от последствий получения информации, заключенной в этом воздействии», – указывает академик М.В. Волькенштейн [2, с. 7].

В отличие от предыдущих компонентов, эта составляющая выделяется по своему проявлению, а не по природе своего носителя, в качестве которого может выступать как вещественная, так и энергетическая составляющие ФП. Информация является необходимым компонентом

любого биологического объекта, связана с его организацией, количественно и качественно изменяясь в структурообразовательных, регуляторных и коммуникативных процессах. На организменном уровне ФП играет роль блока восприятия внешней информации и блока структурной организации отдельных частей и целостного организма. При этом реализуются функции запуска и управления процессами жизнедеятельности с учетом состояния внешней среды, регуляция роста, управления структурообразованием, выбора стратегий управления жизнедеятельностью на каждом этапе развития организма [19]. В этом контексте характеристики ФП следует рассматривать как информационные параметры состояния растения, отражающие динамику его жизненных процессов и обеспечивающие параметрическую зависимость структуры от баланса ресурсов среды и внешних воздействий, а также как информационный канал обратной связи, что особенно важно при взаимодействии растений в сообществе.

Одной из отличительных особенностей информационного воздействия является его «несиловой» характер. Это свойство определяется тем, что величина отклика существенно отличается от силы самого воздействия (сигнала). Ответная реакция может проявляться в морфологическом отклике, изменении скорости и ритмике жизненных процессов, сезонном или онтогенетическом развитии, на уровне растительных сообществ в изменении их видового состава, пространственной структуры и т. д. [1]. Данные ответные реакции возникают в результате совершенно малых в вещественном или энергетическом плане воздействий [4]. Кроме сигналов химической природы, распознавание соседних растений осуществляется и при помощи электромагнитных полей, имеющих волновую природу с колебаниями различной периодичности [12; 14; 20; 21; 22].

Другим аспектом информационной составляющей ФП является то, что некоторые ее носители пока нельзя обнаружить с помощью существующих физических приборов. Как замечает Ю.П. Кожевников, для этой компоненты ФП «...инструментальное обнаружение пока не дало результатов» [6, с. 358]. Вероятно, это можно объяснить отсутствием необходимых методик, сложностью работы с натурными объектами ввиду большого количества помех («шумов») в естественных условиях, очень низкой энергоемкостью информационной составляющей ФП, предположительной возможностью использования в коммуникативных процессах других, пока неизвестных каналов связи.

Высказано предположение, что информационная составляющая может иметь не только электромагнитную, но и, возможно, иную,

свойственную биологической форме существования материи природе [11; 18]. Так, все чаще появляющийся в научной литературе термин «биологическое поле» также трактуется по-разному. Здесь присутствует целый спектр мнений относительно того, что понимать под биологическим полем – от комплекса известных физических полей [5], до новых, пока не известных науке полевых форм существования материи [6; 12].

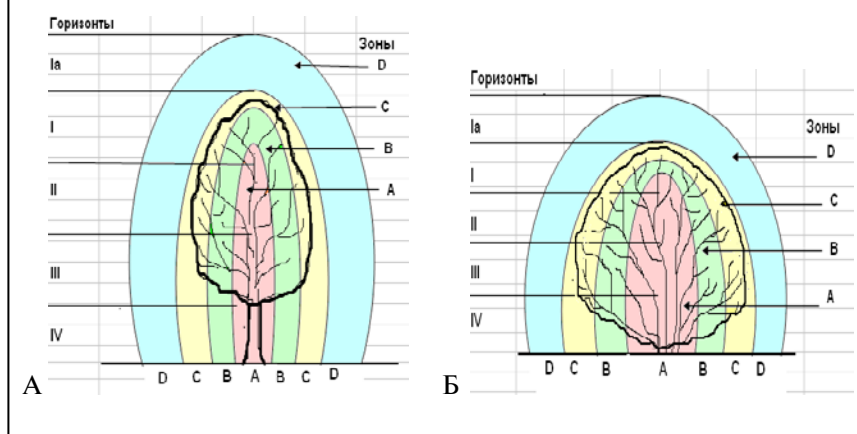
Мы разделяем мнение проф. И.С. Марченко, считавшего, что в содержание понятия «биологическое поле» следует вкладывать не простую «...сумму физических полей биологических объектов, а такую интеграцию известных современному естествознанию полей, и, вероятно, неизвестных еще науке, которая ответственна за феномен живое и которая реализует биологическую форму движения» [12, с. 5]. Как замечает Б.С. Кузин [9], в настоящее время мы пока, вероятно, далеки от раскрытия материального источника и природы биологических полей. Вопрос о компонентном составе полей биологических объектов, в том числе и растений, остается открытым.

Очевидно, что ФП неоднородно и пространственно. Так, А.А. Уранов указывает на наличие, как минимум, двух зон – внутренней и внешней. Внутренняя находится в пределах контура растения, внешняя выходит за его пределы. Граница ФП определяется областью, где влияние растения на внешнюю среду исчезает или воздействие других агентов превышает влияние растения [23]. Последующие исследования трансформации среды под влиянием растений и ценологических проявлений таких изменений позволили выявить более сложную пространственную структуру, где выделяется от трех до пяти горизонтальных зон [7; 8; 10].

Наши наблюдения показали, что представленное на рис. 2 зонирование ФП позволяет достаточно полно описать его экологические и ценологические особенности в надземной части древесных растений. Согласно такому разделению две зоны (приствольная и внутренняя, зоны А и В) находятся в пределах контура растения, третья (переходная, зона С) занимает сравнительно неширокую область периферийной части кроны, а четвертая (внешняя, зона D) располагается за пределами растения.

В вертикальной плоскости мы предлагаем выделить пять горизонтов (уровней), четыре из которых (I – IV) расположены в пределах надземного контура растения, пятый (Ia) находится над растением. Для древесных растений горизонты I – III равномерно делят объем кроны, а горизонт IV охватывает подкрановое пространство. Для куста весь

Рис. 2. Зонирование надземной части ФП древесных растений  
(1 – биоморфный тип дерева; 2 – биоморфный тип куста)



его объем надземной части равномерно делится на четыре горизонта. Горизонт Ia охватывает пространство за контуром растения, находясь в пределах его ФП. Такое зонирование пространства этого поля достаточно удобно при изучении влияния растений на климатические факторы, выявлении особенностей строения целого растения, его отдельных частей или органов, морфологических откликов на влияние соседних растений или иные воздействия, состав, строение и иные ценоотические особенности ФП.

Таким образом, все многообразие факторов ФП может быть разделено на две категории. К первой относятся факторы, уже существующие в окружающей среде, но измененные самим растением. Ко второй мы относим факторы, ранее отсутствующие и источником которых является само растение. Все многообразие влияния растений на окружающее пространство с методологических позиций может быть разделено на группы вещественных, энергетических и информационных факторов. Последняя группа имеет существенное значение в морфогенетических, регуляторных и коммуникативных процессах. Очевидно, что компонентный состав ФП еще окончательно не определен и будет расширяться по мере развития наших знаний о растениях.

В пространственном зонировании ФП, на наш взгляд, возможно выделение четырех концентрических зон и пяти горизонтов. Такое раз-



деление позволяет достаточно полно характеризовать экологические и ценогические особенности ФП.

#### Литература:

1. *Арманд А.Д.* Теория поля и проблема выделения геосистем // Вопросы географии. Сб. 98. – М.: Мысль, 1975. – С. 92-106.
2. *Волькенштейн М.В.* Физика и биология. – М.: Наука, 1980. – 152 с.
3. *Гончар М.Т.* Биоэкологические взаимосвязи древесных пород в лесу (результаты исследований взаимодействия сосны с дубом и березой в лесах западных районов УССР). – Львов: Вища школа, 1977. – 164 с.
4. *Гродзинский А.М.* Аллелопатия в жизни растений и их сообществ. – К.: Наук. думка, 1965. – 200 с.
5. *Гуляев Ю.В., Годик Э.Э.* Физические поля биологических объектов // Кибернетика живого: биология и информация. – М.: Наука, 1984. – С. 111-117.
6. *Кожевников Ю.П.* О концепции фитогенного поля // Известия АН РАН. Серия биологическая, 1998. – № 3. – С. 356-362.
7. *Карпачевский Л.О.* Пестрота почвенного покрова в лесном биогеоценозе. – М., 1977. – 312 с.
8. *Крышень А.М.* К методике изучения фитогенных полей деревьев // Бот. журн., 1998. – Т. 83. – № 10. – С. 133-142.
9. *Кузин Б.С.* О принципе поля в биологии // Вопр. философии, 1992. – № 5. – С. 148-164.
10. *Лащинский Н.Н.* Структура и динамика сосновых лесов Нижнего Приангарья. – Новосибирск, 1981. – 272 с.
11. *Лийв Э.Х.* Инфодинамика. Обобщенная энтропия и негэнтропия. – Таллин, 1998. – 200 с.
12. *Марченко И.С.* Биополе лесных экосистем. – Брянск: Придесенье, 1995. – 188 с.
13. Поля *физические* / БСЭ, М., 1955. – Т. 34. – С. 101-104.
14. *Пресман А.С.* Электромагнитная сигнализация в живой природе. – М., 1974. – 64 с.
15. *Прилуцкий А.Н.* Современная фитоценология: проблемы и решения // Бюлл. Дальневосточного ботанического сада-института ДВО РАН. – Вып. 1. – 2007. – С. 5-23.
16. *Радченко С.И.* Температурные градиенты среды и растения. – М. – Л.: «Наука», 1966. – 385 с.
17. Свет и морфогенез растений / Под ред Ф.М. Куперман и Е.И. Ржановой. – М.: Изд-во МГУ, 1978. – 188 с.
18. *Семенютин А.М.* Энтропийные потоки – основа несилового взаимодействия // Основы фізичної взаємодії: теорія і практика: матеріали I міжнародної науково-практичної конф., Київ, 20-21 березня 2008 р. – С. 315-326.
19. *Сикора Л.С., Мартиненко А.И., Драган Я.П.* Системный и информационно-ресурсный подход к анализу и синтезу САУ при проектировании структур управления. – Ереван, АРМТЕГ, 1991. – 21 с.

20. *Синохин А.М.* Суточные изменения электрофизиологических характеристик и управляющие биотоки // Докл. ТСХА, 1963. – Вып. 94. – С. 197-204.

21. *Титов Ю.В.* Системный подход в изучении взаимоотношений растений в сообществах // Биофизические и системные исследования в лесной биогеоценологии (тезисы докладов совещания). – Петрозаводск, 1976. – С. 58-60.

22. *Титов Ю.В.* Эффект группы у растений. – Л.: Наука, 1978. – 151 с.

23. *Уранов А.А.* Фитогенное поле // Проблемы современной ботаники, 1965. – Т. 1. – С. 251-254.

24. *Borchert R.* Simulation of rhythmic tree growth under constant conditions // *Physiol. plantarum*, 1973. – Vol. 29. – P. 171-180.