

## ПРИНЦИП ЗОНАЛЬНОСТИ СИСТЕМ ЖИВОЙ И НЕЖИВОЙ ПРИРОДЫ В ЭКОЛОГИЧЕСКОМ ОБРАЗОВАНИИ

© 2011 Г.В. Гераскина, Е.Ю. Раткевич

<sup>1</sup>Московский государственный областной университет

<sup>2</sup>Московский государственный областной университет

Поступила в редакцию 15.05.2011

Работа содержит обзорный материал по явлению зональности в системах живой и неживой природы. Приведена современная система классификации природных зон, показан причинно-следственный характер взаимосвязи зон биосферы и зон сфер жизнеобеспечения. Даны методические рекомендации по использованию данного материала в процессе экологического образования.

Ключевые слова: зональность, атмосфера, гидросфера, литосфера, эволюция, коэволюция

Современное экологическое образование ставит своей задачей сформировать у учащихся четкое представление об экологической картине мира как системе концепций, складывающейся в результате синтеза естественнонаучных знаний [1]. Экологические системы занимают определенное место в иерархическом ряду природных систем Земли и в соответствии с принципами иерархии и эмерджентности связаны с ними многочисленными природными связями. При изучении экологических систем необходимо особо акцентировать внимание на некоторых общих закономерностях в строении и функционировании различных природных систем. Одной из таких общих закономерностей является зональность организации биосферы и сфер жизнеобеспечения.

Основы учения о природной зональности были заложены В.В. Докучаевым [2], рассматривавшим зональность как всеобщий закон природы. Позднее физические основы формирования зональности земного шара были разработаны А.А. Григорьевым [3], назвавшим основными причинами зональности форму Земли и ее положение относительно Солнца. Форма Земли, ее вращение вокруг собственной оси и вокруг Солнца, наклон земной оси обуславливают неравномерное распределение солнечной энергии по поверхности планеты и чередование времен года. Это приводит к различию климатических условий и формированию открытых В.В. Докучаевым географических (природных) зон – целостных природных комплексов, т.е. значительных территорий с особыми типами климата, растительности, почв и животного мира. Такое разделение вызвано характерным распределением энергии Солнца по широтам и неравномерностью увлажнения. Широтное простираание имеют

целые географические пояса, которые распространяются по всей земной поверхности – на материки и океаны, а географические зоны выделяют внутри поясов, учитывая, помимо радиационных условий, характер увлажнения и соотношение тепла и влаги, поэтому географические зоны распространяются только на материки. Например, в умеренном географическом поясе выделяют такие географические зоны, как тайга, смешанные и широколиственные леса, лесостепи, степи, полупустыни и пустыни. Зональность проявляется и в гидрологических процессах (минерализация и глубина залегания подземных вод, коэффициент стока, водный режим рек), и в почвообразовании [4]. Огромное значение для изучения природных процессов имеет сформулированный А.А. Григорьевым и М.И. Будыко периодический закон географической зональности, согласно которому в различных природных поясах могут формироваться природные зоны, сходные по ряду существенных признаков – так называемые ландшафтные зоны, тип которых определяется величиной радиационного баланса. Здесь необходимо обратить внимание учащихся на то, что закон о периодическом повторении некоторых общих свойств аналогичных ландшафтных зон в физико-географических поясах Земли является одним из общих законов организации природных систем, постулирующих периодическое повторение свойств в рядах систем одного иерархического уровня (закон периодичности строения системных совокупностей или системо-периодический закон) [5].

Наряду с географической зональностью, имеющей горизонтальный характер, выделяют вертикальную зональность биосферы, которая проявляется в смене растительного и животного мира по мере подъема от уровня моря, а в гидросфере и литосфере – по мере опускания ниже уровня моря. Существование вертикальной зональности биосферы связано с зональным строением геосфер, которое, в свою очередь, определяется наличием градиентов температуры, давления,

Гераскина Галина Валентиновна, кандидат биологических наук, доцент кафедры основ экологии. E-mail: galvalger@mail.ru

Раткевич Елена Юрьевна, кандидат педагогических наук, доцент кафедры основ экологии. E-mail: lflame@mail.ru

гравитации, химических и электромагнитных сил и др. В соответствии с 3 физическими оболочками планеты в биосфере выделяют 3 подсферы – аэриобиосферу, населенную аэриобионтами, субстратом жизни которых служит влага воздуха и твердые частицы, поднимающиеся с поверхности земли; гидриобиосферу, населенную гидриобионтами; геобиосферу – верхнюю часть земной коры, населенную геобионтами [6]. Геобиосфера состоит из области жизни на поверхности суши – террабиосферы с террабионтами и литобиосферы – жизни в глубинах земли с литобионтами, живущими в порах горных пород. Террабиосфера, в свою очередь, подразделяется на фитосферу (от поверхности земли до верхушек деревьев), педосферу (почвы и лежащие под ними подпочвы) с педобионтами и так называемая эоловая зона – высотная часть террабиосферы с эолобионтами (членистоногими и некоторыми микроорганизмами). Литосфера – важнейшая фазовая (твердая) часть биосферы. На континентах выделяют такие твердые тела, как почвы, осадочные породы, метаморфическая оболочка, гранитный слой и базальты. В океанической области присутствуют такие твердые тела, как илы, осадочные породы и базальты. Постоянное взаимодействие таких твердых тел, как почвенные, подпочвенные и иловые, с живым веществом, а также с жидкой и газовой фазами (надземная тропосфера и наземная гидросфера) приводит к формированию так называемой верхней коры выветривания, для которой характерны аэробные условия. Нижняя кора выветривания охватывает остальную толщу литосферы в пределах биосферы и находится одновременно под влиянием глубинных процессов литосферы и биосферных процессов в условиях ниже кислородной поверхности [7]. В соответствии с этим литобиосфера подразделяется на гипотеррабиосферу – слой, где возможна жизнь аэробов, теллуриобиосферу – слой, где возможно обитание анаэробов (в основном в подземных водах) и гипобиосферу – на глубинах свыше 6-7 км, куда жизнь может проникнуть лишь случайно в неактивных формах.

Подобные слои существуют и в гидриобиосфере, но они связаны главным образом с интенсивностью света. В воде интенсивность света быстро убывает с глубиной (в среднем, на глубине 10 м для фотосинтеза доступно лишь 10% световой энергии, поступающей на поверхность воды, а на глубине 100 м – только 1%). По этому критерию выделяют верхнюю (на глубину до 200 м) и нижнюю (глубже 200 м) эвфотические зоны. Верхнюю, освещенную иногда еще подразделяют на фотосферу – относительно ярко освещенную и дисфотосферу – всегда сумеречную, получающую до 1% солнечной инсоляции. Нижняя, афотическая или афотосфера – это слой абсолютной темноты, где невозможен фотосинтез. Помимо светового режима в водной среде существенными являются такие абиотические факторы, как гидростатическое давление (на каждые 10 м глубины давление возрастает на 1 атм.),

температура, соленость, плотность, наличие биогенных элементов и др. Все эти факторы обуславливают существование вертикальной зональности распределения гидриобионтов. Прежде всего, выделяют пелагиаль (толщу воды) и бенталь (дно). В зависимости от глубины бенталь делится на литоральную (до 200 м), батинальную (до 2500 м), абиссальную (до 6000 м) и ультраабиссальную (глубже 6000 м) зоны, причем в литоральной (прибрежной) зоне выделяют, в зависимости от характера затопления, супралитораль, собственно литораль и sublитораль. В толще воды также выделяют вертикальные зоны, соответствующие по глубине зонам бентали [4].

В аэриобиосфере лимитирующим фактором развития жизни служит наличие капель воды и положительных температур. Тропиобиосфера (нижний слой аэриобиосферы) с тропобионтами образует слой от вершин деревьев до высоты расположения кучевых облаков, т.е. толщина его меньше, чем у атмосферной тропосферы. Выше тропобиосферы лежит альтобиосфера – слой, где обитает очень незначительное количество микроорганизмов (альтобионтов). Пространство над ней – парабиосфера (аналог гипобиосферы в литосфере). Между верхней границей гипобиосферы и нижней границей парабиосферы лежит собственно биосфера – эубиосфера. Таким образом, зоны биосферы выделяют в зависимости от их насыщенности живым веществом. «Поле существования жизни» (в особенно активном проявлении) ограничено высотой около 6 км над уровнем моря и дном океана до глубины около 11 км. С учетом того, что жизнь в литосфере фактически распространена до глубины 3-4 км, вертикальная мощность биосферы в океанической области Земли достигает более 17 км, а в континентальной – 12 км. Таким образом, ведущим средообразующим фактором в образовании подсфер является физическая фаза среды жизни: воздушно-водная в аэриобиосфере, водная (пресноводная и соленоводная) в гидриобиосфере, твердовоздушная в террабиосфере и твердоводная в литобиосфере.

На основании вышесказанного можно сделать вывод об универсальном характере принципа зональности, что проявляется в строении твердого тела планеты (зональное строение земной коры: осадочные породы, метаморфические оболочки, граниты, базальты; мантии: верхняя и нижняя мантии; ядра: внешнее ядро, переходная область, внутреннее ядро), в строении атмосферы (тропосфера, стратосфера, мезосфера, термосфера, экзосфера) и гидросферы (зоны материкового плато, материкового склона и ложа океана). В свою очередь, живое вещество планеты, эволюционируя и развиваясь в разнообразных условиях окружающей среды, образовало многочисленные зоны в поле жизни. При этом границы зон биосферы и зон геосфер практически никогда полностью не совпадают, что является следствием высокой степени пластичности живых организмов и способности расширять свое поле

жизни, включая в него участки планеты с экстремальными условиями. Целостность же биосферы обеспечивается пересечением незамкнутых глобальных, региональных и местных круговоротов веществ, образующих 8-9 уровней в пределах взаимосвязей семи основных веществено-энергетических и одного информационно-экологических компонентов [5].

Взаимное проникновение вещества био-, гео- и гидросфер в пограничные зоны приводит к их совместной эволюции (коэволюции), что подтверждается многочисленными геологическими и палеонтологическими данными. В ходе коэволюции живой и неживой природы кардинальные преобразования затрагивают все структурные уровни природных систем, а общий ход эволюции представляет собой последовательность актов самоорганизации, в ходе которых, согласно принципу подчинения Г. Хакена [8], управляющие сверхмедленные параметры верхнего мегауровня совместно с короткоживущими параметрами низшего уровня вызывают возникновение структурообразующих долгоживущих переменных макроуровня. К параметрам мегауровня современная наука относит не только закономерности планетарного уровня, но и космические факторы, подтверждающие идеи В.И. Вернадского о жизни как космическом явлении. При этом иерархичность организации всех природных систем приводит к тому, что развитие надсистемы определяет многие ограничения в развитии входящих в нее подсистем и тем самым позволяет,

соответствии с системогенетическим законом, прогнозировать их будущее развитие.

**Выводы:** учение о природной зональности может послужить, наряду с решением чисто экологических проблем, выводу на более высокий уровень обобщения, что будет способствовать формированию у учащихся современного научного мировоззрения.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Раткевич, Е.Ю.* Экологическая картина мира как очередной этап естественно-научной революции в биологии / *Е.Ю. Раткевич, Г.В. Гераскина* // 2-я Международная научно-практическая конференция «Актуальные проблемы биоэкологии». – М., МГОУ, 2010. С. 37.
2. *Докучаев, В.В.* К учению о зонах природы // Горизонтальные и вертикальные почвенные зоны. – СПб., 1899.
3. *Григорьев, А.А.* Закономерности строения и развития географической сферы. М.: Мысль, 1966. 382 с.
4. *Войткевич, Г.В.* Основы учения о биосфере / *Г.В. Войткевич, В.А. Вронский*. – Ростов-на Дону, 1996. 477 с.
5. *Реймерс, Н.Ф.* Экология (теории, законы, правила, принципы и гипотезы).-М.: Россия молодая, 1994. 394 с.
6. *Протасов, В.Ф.* Экология, здоровье и природопользование в России / *В.Ф. Протасов, А.В. Молчанов*. – М.: Финансы и статистика, 1995. 528 с.
7. *Шипунов, Ф.Я.* Организованность биосферы. – М.: Наука, 1980. 291 с.
8. *Пригожин, И.* Время, хаос, квант / *И. Пригожин, И. Стингерс*. – М.: Прогресс, 1999. 67 с.

## PRINCIPLE OF ZONAL DISTRIBUTION IN SYSTEMS OF LIVE AND LIFELESS NATURE IN ECOLOGICAL EDUCATION

© 2011 G.V. Geraskina, E.Yu. Ratkevich

<sup>1</sup> Moscow Oblast State University

<sup>2</sup> Moscow State Regional University

Work contains the survey material on zonal distribution phenomenon in systems of live and lifeless nature. The modern system of classification of natural zones is resulted, cause and effect the character of interrelation between zones of biosphere and zones of life-support spheres is shown. Methodical recommendations about use of the given material in the course of ecological education are made.

Key words: *zones distribution, atmosphere, hydrosphere, lithosphere, evolution, coevolution*

---

*Galina Geraskina, Candidate of Biology, Associate Professor at the Ecology Basis Department. E-mail: galvalger@mail.ru*  
*Elena Ratkevich, Candidate of Pedagogy, Associate Professor at the Ecology Basis Department. E-mail: lflame@mail.ru*