

Н.В. Каргаполов

Организация природных и антропогенных экосистем

Организация природных и антропогенных экосистем рассматривается как результат влияния солнечной, эндогенной и антропогенной энергии, а степень организованности и устойчивое развитие антропогенных экосистем определяется по особенностям потребления того или иного вида энергии.

Ключевые слова: организация экосистем, энергетические центры, организационный потенциал, антропогенная нагрузка, устойчивое развитие.

При организации и функционировании экосистем расходуется солнечная энергия, энергия недр Земли и антропогенная энергия. В первом случае формируются и стабильно развиваются зональные экосистемы, во втором азональные экосистемы гор и речных долин с выраженной цикличностью развития, в третьем локальные, быстро развивающиеся экосистемы городов, промышленных и сельскохозяйственных территорий.

Природные экосистемы повсеместны и эффективно используют незначительную часть поступающей энергии, надежно адаптируются в окружающей среде и подчиняются общим законам развития [4]. Антропогенные экосистемы как правило локальны, слабо адаптированы в окружающую среду и нестабильны, они расходуют большую часть получаемой энергии и не вполне подчиняются общим законам природы. Повышение их организационной и функциональной стабильности зависит от эффективности энергетических затрат.

Основой для изучения организации экосистем на земной поверхности служит мнение В.И. Вернадского об организованности биосферы, как неотъемлемом свойстве пространства, занятого живой и неживой материей. Согласно современным представлениям, функционирование экосистем и биосферы в целом идет с поглощением энергии, которая поступает из космического пространства и недр Земли. Неравномерное распределение энергии поступающей в экосистемы и особенности ее трансформации у поверхности Земли определяют главные черты организованности и эволюционной активности экосистем.

Космическая энергия, представленная солнечным излучением характеризуется солнечной постоянной и практически не меняется вне земной атмосферы на среднем расстоянии Земли от Солнца. Около 30% солнечной энергии отражается от поверхности Земли и составляет планетарное альbedo, которое на 80% определяется отражением облаков в атмосфере и менее чем на 20% -поверхностью Земли.

В целом атмосфера достаточно прозрачна для спектра солнечного излучения, особенно в области видимого света и ближних областей ультрафиолетового и инфракрасного излучения. Основную роль в поглощении лучистой энергии Солнца в атмосфере играют кислород и озон, поглощающие жесткое ультрафиолетовое излучение, а также водяной пар, диоксид углерода, метан и другие газы, имеющие полосы поглощения в инфракрасной области. В целом атмосферой поглощается около 25% от среднего потока солнечной энергии. [1].

Проходя через атмосферу, солнечная радиация отражается, рассеивается или проходит практически без изменений. Прямая и рассеянная солнечная радиация носит название суммарной радиации, которая отражается или поглощается земной поверхностью. Значения альbedo в зависимости от состава растительности, почв, пород, наличия снежного покрова и др. варьирует от 8 до 80%. Важно отметить, что альbedo в антропогенных экосистемах как правило уменьшается.

Альbedo экосистем определяется, главным образом наличием облаков и частиц пыли. Выброс огромного количества пылеватых частиц в атмосферу, который происходит при извержении вулканов или антропогенных процессов способен значительно снизить величину суммарной радиации, достигающей земной поверхности, и привести к понижению температуры. Расчеты выдающегося российского эколога Н.Н. Моисеева (1990) показали, что катастрофическое глобальное похолодание возможно и при массовом использовании ядерного оружия, которое помимо прочих негативных последствий приведет к поступлению гигантского количества пыли в атмосферу. Это гипотетический феномен получил название «ядерной зимы».

Поток коротковолновой, солнечной энергии, поглощаемой Землей, приводит к разогреву земной поверхности, что вызывает тепловое излучение Земли обратно в космическое пространство. Тепловое излучение Земли, которое измеряется за пределами атмосферы со спутников Земли, соответствует температуре -18°C , а приземная температура $+15^{\circ}\text{C}$ т.е. больше температуры излучения, покидающего верхние слои атмосферы. Это связано с тем, что вещества приземной атмосферы захватывают часть излучения земной поверхности и формируют парниковый эффект. Большая часть парникового эффекта определяется парами воды, а также газами CO_2 , CH_4 , N_2O и O_3 . Атмосфера Земли, создающая парниковый эффект, представляет собой многослойное образование, прозрачное для солнечного излучения и мало прозрачное для теплового.

Суммарная солнечная энергия поступающая на поверхность Земли состоит из прямой и рассеянной радиации, соотношение между которыми зависит от географического положения территории и времени года. Годичная солнечная радиация меняется от 3340 тыс. кДж/м² и менее в Арктике и Субарктике до 8360 тыс кДж/м² в центральных районах Сахары и Аравийского полуострова. Чем больше облачность, тем больше рассеянной радиации, и наоборот. Соотношение этих видов радиации оказывает влияние на экосистемы. В континентальных условиях, например, при низкой рассеянной и высокой прямой радиации наблюдаются резкие экспозиционные различия.

Около половины суммарной радиации составляет фото синтетически активная радиация (ФАР), с длиной волн от 390 до 740 нм. Солнечная энергия, которая затрачивается на процессы, протекающие в экосистеме, зависит от альbedo и может меняться в экосистемах от 5-8% до 85-90%. Она определяется подстилающей поверхностью, высотой солнца, скоростью ветра, влажностью и т.д.

Суммарная радиация и альbedo определяют радиационный баланс экосистемы. Годичные значения радиационного баланса меняются в широких пределах и составляет в год (тыс. кДж/м²): в арктических пустынях - 420, в тундрах - 840, в тайге - 1250, в широколиственных лесах умеренного пояса -1670, в субтропиках - 2090-2500, в тропиках - 2510-3340, асамый высокий - в экваториальной гилеи - 3760. Сравнивая распределение значений суммарной радиации и радиационного баланса, можно констатировать увеличение зонального контраста между ними в экосистемах с 2-3 в экваториальных широтах до 8-10 раз в приполярных [2].

Эндогенная энергия недр Земли обычно оценивается в экосистемах через потенциальную энергию рельефа поверхности, которая реализуется при восстановлении геодинамического равновесия, т.е. выравнивания рельефа. Зная массу вещества и расстояние, на которое оно переместилось можно посчитать гравитационную энергию в экосистеме.

Эндогенная энергия, поступающая в экосистему, характеризуется работой, производимой при перемещении массы в гравитационном поле различных экосистем.. Работа, производимая притягивающей массой Земли при перемещении масс экосистемы, равна потенциальной энергии поднятого над Землей тела и рассчитывается по формуле:

$$U = mg(h_2 - h_1)$$

За счет силы тяжести в экосистемах происходят процессы выпадение осадков, их фильтрация в почву, поверхностный и подземный сток, гравитационные потоки (обвалы,

оползни, осыпи) и др.

Сравнение энергии потраченной на работу в гравитационном поле с солнечной энергией показывает, что солнечная энергия много больше и от нее в большей степени зависит работа по организации экосистем.

Солнечная энергия, поступающая на поверхность Земли, способна накапливаться в органических соединениях и осадочных породах, увеличивая потенциальную энергию земной коры, а эндогенная энергия постоянно уменьшается.

Важным фактором организации и развития экосистем Земли являются процессы трансформации солнечной и эндогенной энергий происходящей в верхней мантии. В ней активно взаимодействует солнечная энергия, накопленная в осадочных породах и внутренняя энергия расплавленных пород. В результате этого взаимодействия, накопленная в осадочных породах энергия, выделяется и усиливает тектонические процессы, которые формируют рельеф поверхности Земли. Зоны активного накопления солнечной энергии, которые приурочены к местам максимального роста биоты, обычно совпадают с геосинклинальными зонами.

Постоянно усиливающиеся энергетические центры организации и развития экосистем Земли находятся в биосфере и в верхней мантии. Поступательное развитие экосистем в большей степени зависит от энергетических центров биосферы, а циклическое от энергетических центров верхней мантии.

Самыми крупными экосистемами Земли являются суша и океан, что обусловлено делением литосферы на материковые поднятия, где активно трансформируются солнечная и эндогенная энергии, и океанические впадины. Приподнятость материковых сегментов и их рост, в первую очередь, связаны с наличием в их составе относительно легких гранитно-метаморфического и осадочного слоев. а живое вещество, организующее экосистемы Земли, функционирует благодаря наличию прямых и обратных энергетических связей в системе «суша – океан».

Более подробное деление экосистем суши и океана связан с различиями по степени организованности процессов обусловленных энергией живого вещества (сгущениями жизни). Для океанов - это экосистемы шельфов, геосинклинальных окраин, рифтовых зон и др. Применительно к суше, где резко меняются соотношения тепла и влаги, это речные бассейны, пустыни, гляциально-нивальные территории.

Эту типизацию усложняет резко возросшая энергетическая активность участия человека в преобразовании экосистем, вызванная социальными законами. Она проявляется обычно в двух случаях, когда антропогенное воздействие принципиальным образом изменило свойства экосистем или когда человек создает новую экосистему, резко отличающуюся по затратам энергии от существовавшей.

Антропогенная организация экосистем тесно связана с численностью населения, энергией, направленной на освоение экосистемы и продолжительностью ее эксплуатации.

За время пастбищного скотоводства (около 15 тыс. лет) в южных степях, полупустынях и сухих саваннах вследствие их перегрузки поголовьем скота, пустыни увеличились более чем на треть. Под пастбища и посевы выжигались большие площади леса и сократили площадь организованных природными сгущениями жизни экосистем речных бассейнов более чем на половину.

В пустынных районах Ближнего Востока, Средней Азии, Индии и Китая земледелие основано на ирригации. В долинах крупных рек ирригационные экосистемы распространены сплошными массивами, а на возвышенных плато по понижениям в рельефе, где есть источники воды. На огромных территориях изменено соотношение тепла и влаги, активизировались энергетические процессы.

С 18 века, начинается резкий рост энергетического влияния на экосистемы с помощью сил пара, электричества, двигателей внутреннего сгорания. В 21 веке интенсивность воздействия на региональные экосистемы удваивается каждые 5-10

лет. Приход антропогенной энергии на единицу площади в ряде территорий достигает природных уровней, т.е. создается двойная энергетическая нагрузка на экосистемы. В то же время, бурно развивающееся производство усложняет учет отдаленных естественных последствий, но необходимость такого учета стала очевидной.

Энергетические нагрузки на антропогенные экосистемы, которые обычно рассматривают в пределах речных бассейнов, перераспределяют потоки вещества и энергии, увеличивают активность круговорота воды, приводят к необратимым изменениям или деградации отдельных экосистем.

Стабильное развитие природных и антропогенных экосистем Земли определяется энергетическими процессами, динамическая устойчивость которых контролируется биосферой. Энергетически активные антропогенные экосистемы, как правило, располагаются в речных бассейнах, а их энергетический потенциал меняется от истоков к устью [3].

Организационные возможности экосистем связаны с их способностью трансформировать поступающую энергию. Они в большей мере свойственны бассейнам малых рек, где существуют возможности радикального изменения рельефа. Устойчивость экосистем речных бассейнов растет от устья к истокам, а пластичность и возможности более глубокого преобразования экосистем - от истоков к устью.

Библиографический список

1. Глазачев С.Н., Косоножкин В.И., Каргаполов Н.В. Экология Аудиторный практикум. Часть 4. Глобальная экология. Геоэкология. М.МГОПУ-ТЭКОЦЕНТР-МГОУ. 2006.- 100 с.
2. Каргаполов Н.В. Геоэкология. М. РИЦ МГГУ им. М.А. Шолохова. 2010.-123 с.
3. Каргаполов Н.В. Природные и антропогенные экосистемы речных бассейнов/ Материалы Международной конференции «Экология человека: здоровье, культура и качество жизни» 26-27 октября 2011 г. Москва
4. Трофимов В.Т. Эколого-геологические системы, эколого-геологические условия и задачи их изучения/. Геология, геоэкология, эволюционная география. Т IX: Сб. науч. тр. /Под ред. Е.М.Нестерова.- СПб.: Изд-во «РГПУ им. А.И.Герцена, 2009.-С. 6-10.

N.V. Kargaplov

Organization natural and anthropogenic ecosystems

Organization natural and anthropogenic ecosystems is considered as a result of influence summer, endogen and anthropogenic energy, in the same time the degree of organization and sustainable development of anthropogenic ecosystems is determined by peculiarity of consumption different kind of energy.

Key words: organization of ecosystems, energy centers, organization potential, anthropogenic loading, sustainable development.