

ОХРАНА ТРУДА. ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ. ГЕОЭКОЛОГИЯ

УДК 574.2

С. Д. Галюжин, канд. техн. наук, доц., Д. С. Галюжин, канд. техн. наук, доц.,
О. М. Лобикова

ОСНОВНЫЕ ФАКТОРЫ СУЩЕСТВОВАНИЯ ЖИЗНИ НА ЗЕМЛЕ

Проведен анализ основных факторов, оказывающих наибольшее влияние на процессы функционирования живых организмов биосферы нашей планеты. Показано, что такими основополагающими факторами являются наличие солнечной энергии, воды и углерода.

Многим доводилось видеть результаты лесных пожаров: обуглившиеся остовы деревьев, выгоревшая трава, черная обгоревшая земля – ни малейших признаков жизни. Проходит год-два, и на пожарище появляются первые робкие ростки травы, затем мелкий кустарник, деревья. На земле уже копошатся насекомые, мелкие зверьки. Это означает, что на нашей планете есть условия, позволяющие восстановить жизнь.

Итак, что же нужно для существования жизни на планете? Очевидно, что, в первую очередь **источник энергии**, поскольку для обеспечения всех процессов в живом организме необходим приток энергии. Земля входит в планетную систему звезды спектрального класса G2 (желтый карлик) под названием Солнце, от которого к Земле ежесекундно поступает около $2 \cdot 10^{14}$ кДж энергии солнечного излучения [1, с. 114–119]. Для Земли это самый мощный источник энергии. Солнце излучает энергию в окружающее пространство в виде электромагнитных волн, образующихся в результате термоядерных реакций в недрах звезды. Но в таком виде потреблять энергию могут не все живые организмы.

Улавливание энергии Солнца происходит в тех клетках организмов, как правило, растений, которые содержат хлорофилл. Это основной источник энергии, обеспечивающий протекание сложных процессов на нашей планете, в том числе и биохимических.

В результате солнечная энергия преобразуется в энергию химических связей синтезированных веществ. Этот процесс называется **фотосинтезом**. Фотосинтез – это связующий мостик между живой и неживой материей. В дальнейшем эта энергия используется для жизнедеятельности как самих растений, так и других организмов, использующих растения в качестве пищи.

С этим фундаментальным вопросом ученые разобрались сравнительно недавно. Аристотель считал, что растения с помощью корневой системы добывают питание из почвы, в результате происходит их рост. Такое мнение просуществовало примерно 2 тыс. лет, пока в первой половине XVII в. голландский естествоиспытатель Ян Баптист Ван Гельмонт (1579–1644) не опроверг это суждение. Он выращивал иву в глиняном горшке и поливал ее только водой.

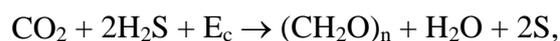
За 5 лет исследований масса ивы увеличилась на 74,4 кг, а масса почвы уменьшилась всего на 57 г. Исследователь предположил, что в дереве прирост вещества получается путем преобразования им воды [2, с. 50–53].

В конце XVIII в. английский ученый Джозеф Пристли (1733–1804) провел оригинальные опыты по влиянию земных растений на химический состав воздуха. Он установил, что в закрытом сосуде свеча через некоторое время гасла, но если туда помещалась веточка мяты, то свеча продолжала гореть более длительное время. Во время награждения за это открытие он сказал: «Растения произрастают не напрасно, а очищают и облагораживают нашу атмосферу». Опыты Пристли впервые позволили объяснить, почему химический состав воздуха на земле остается практически неизменным, несмотря на дыхание живых организмов, сжигание ископаемого топлива, древесины, извержение вулканов.

Первые шаги в исследовании процессов фотосинтеза проделаны голландским медиком Яном Ингенхаузом (1730–1799). Он установил, что воздух «очищается» только на солнечном свете и только зелеными элементами растений.

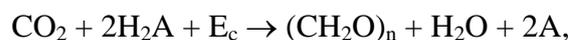
В результате дальнейших исследований было установлено, что при фотосинтезе образуются молекулы сахаров, причем в состав молекулы сахара входит молекула воды и атом углерода. В результате сахара получили название «углеводы». Тогда считалось, что углеводы образуются из углерода и воды, а кислород выделяется при расщеплении молекул углекислого газа.

В начале XX в. американский микробиолог Ван Ниль Корнелис Бернардус (1897–1985) в результате исследований фотосинтезирующих бактерий установил, что в результате фотосинтеза серные бактерии выделяют не кислород, а серу:



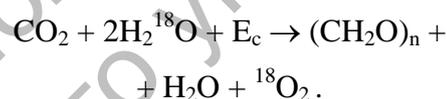
где E_c – энергия света.

Позже он высказал предположение, что при фотосинтезе разлагается вода, а не углекислый газ. Ван Ниль Корнелис Бернардус предложил общее уравнение фотосинтеза:

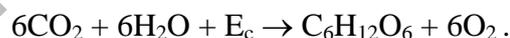


где А соответствует О – для водорослей и зеленых растений, для пурпурных серных бактерий – это S, а для других бактерий – это свободный водород или другой окисляемый элемент.

Выводы Корнелиса Бернардуса в 30-е гг. прошлого столетия были подтверждены экспериментально. При этом использовалась тяжелая вода (изотоп кислорода ^{18}O):



Окончательно для фотосинтезирующих растений уравнение фотосинтеза было записано в следующем виде:



Таким образом, в растениях при наличии хлорофилла из простых неорганических соединений образуются достаточно сложные органические соединения. Процесс фотосинтеза протекает следующим образом. Квант солнечной энергии выбивает из одного из атомов молекулы хлорофилла электрон, который, перемещаясь внутри хлоропласта зеленого листа, сообщает дополнительную энергию молекуле аденозиндифосфата (АДФ) (рис. 1). В результате молекула АДФ превращается в молекулу аденозинтрифосфата (АТФ), которая способствует образованию в живой клетке, содержащей воду и углекислый газ, молекул сахара и свободного кислорода. Молекула АТФ при этом утрачивает полученную энергию и превращается в исходную молекулу АДФ

[3, с. 50–51].

Наряду с зелеными растениями, процесс фотосинтеза осуществляют также и микроорганизмы-фотосинтетика. Бактерии и архебактерии для этого используют пигменты бактериохлорин и бактериородопсин и не выде-

ляют кислород в окружающую среду. Цианобактерии (сине-зеленые водоросли) содержат хлорофилл, а также пигменты фикоцианин и фикоэритрин. Поэтому цианобактерии при фотосинтезе могут выделять свободный кислород.

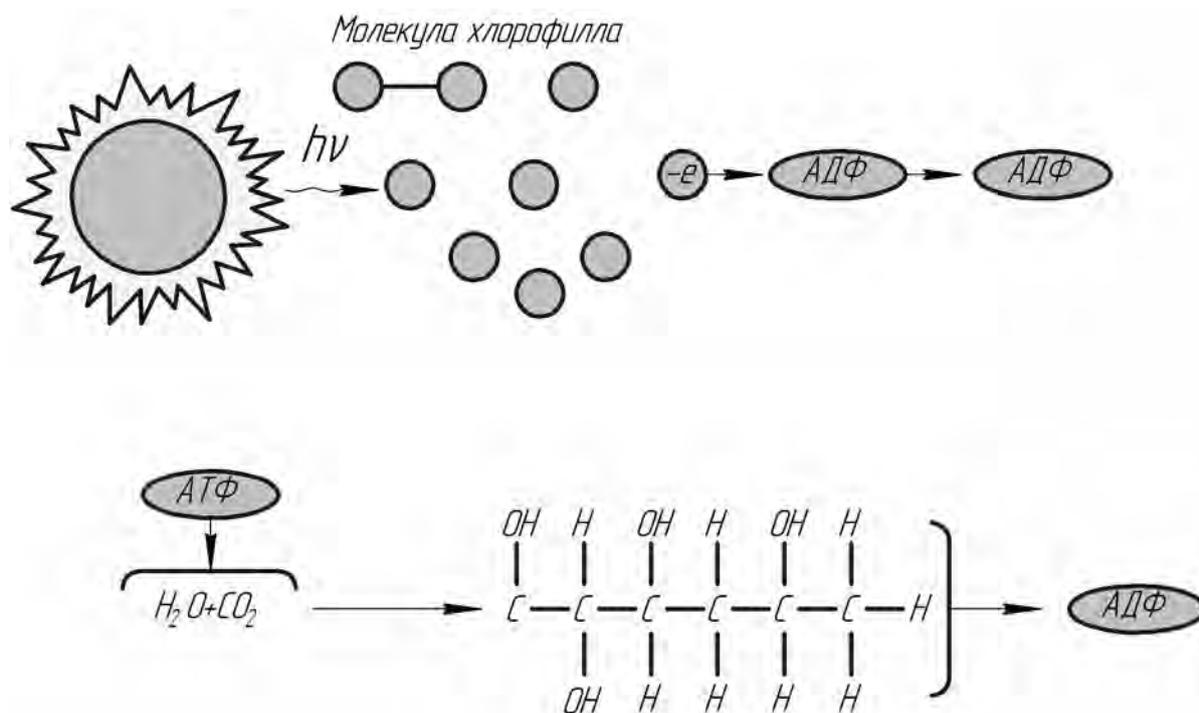


Рис. 1. Упрощенная схема процесса фотосинтеза

Фотосинтез – это превращение зелеными растениями и фотосинтезирующими микроорганизмами углекислого газа, воды и других минеральных элементов в сложные органические вещества под воздействием солнечной энергии и при участии поглощающих эту энергию пигментов.

Другие живые организмы для обеспечения процессов жизнедеятельности используют уже готовую органическую продукцию, синтезированную растениями.

Процесс разложения органических веществ происходит в клетках живого организма и называется **метаболизмом** (греч. *metabol* – изменение). Мета-

болизм невозможен без поступления в организм окислителя.

Совокупность процессов, обеспечивающих поступление в организм окислителя, использование его для метаболического разрушения органических веществ и удаление из организма углекислого газа и некоторых других соединений называется **дыханием**.

Дыхание может быть **аэробным** и **анаэробным**. **Аэробное дыхание** – биологическое окисление, при котором в качестве окислителя выступает кислород. В этом случае происходит биохимическая реакция, обратная фотосинтезу в хлорофиллоносных растениях.

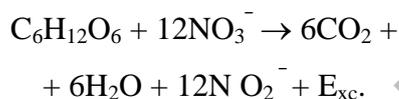
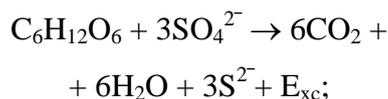
При этом происходит расщепление углеводов с выделением энергии:



где E_{xc} – энергия химических связей.

Выделившаяся энергия используется для поддержания теплового режима организма, а также запасается в молекулах АТФ для вторичного синтеза органических веществ в данном организме.

Анаэробное дыхание – биологическое окисление, которое протекает без участия свободного кислорода. Окислителем при этом служат другие неорганические вещества, например, ионы SO_4^{2-} и NO_3^- . В этом случае такое дыхание осуществляется сульфаторецирующими и денитрофицирующими бактериями:



Также бескислородное дыхание является основой жизнедеятельности дрожжей, плесневых грибов, простейших. Разновидностью бескислородного дыхания является брожение:



В этом случае образующийся спирт C_2H_5OH содержит некоторое количество энергии, которая может быть использована в дальнейшем:



Таким образом, при брожении

$$E_{xc} = E_2 + e_2.$$

Следует отметить, что в биосфере имеет место и абиотическое разложение органических веществ. Например, при горении (пожары, сжигание в топках) органических веществ в атмосферу вы-

деляется CO_2 и водяной пар:



где E_T – тепловая энергия, выделяющаяся во время горения, $E_T = E_{xc}$.

Получающаяся при этом зола – это минеральные вещества, находившиеся в тканях органических веществ. Там, где биохимические условия не обеспечивают своевременного разложения микроорганизмами органических остатков, сжигание является необходимым процессом в экосистемах.

Разложение органических веществ – жизненно важный процесс преобразования энергии и вещества внутри клеток живых организмов. При прекращении этих процессов в конечном итоге все биогенные элементы оказались бы связанными в сложных органических соединениях мертвых остатков и продолжение жизни стало бы невозможным.

Очевидно, что первичным источником энергии, или первым по значимости условием для жизнедеятельности организмов, является Солнце. Известно, что солнечные лучи достигают и других планет Солнечной системы, но жизнь в земных формах там не обнаружена. Значит, данного условия недостаточно для существования жизни.

Вторым по значимости условием является наличие на планете **воды** в жидком состоянии. Антуан де Сент-Экзюпери писал: «Вода! У тебя нет ни вкуса, ни цвета, ни запаха, тебя не опишешь, тобой наслаждаешься, не понимая, что ты такое. Ты не просто необходима для жизни, ты и есть жизнь». Существенное значение для жизнедеятельности клетки имеет вода, содержание которой составляет в них от 60 до 98 %. Без воды невозможен синтез углеводов земными растениями, она является средой, в которой происходят все биохимические реакции. Внутри живых организмов перенос питательных ве-

ществ осуществляется в виде водных растворов. Вода транспортирует и выносит из организма продукты распада сложных органических соединений. Она используется для поддержания температурного режима у животных, выделяясь в виде пота, который, испаряясь, понижает температуру поверхности кожного покрова.

Академик И. А. Шилов [4] отмечает, что водный обмен между живыми организмом и средой состоит из двух противоположных процессов: первый – поступление воды в организм, второй – отдача ее в окружающую среду.

У высших растений корневая система всасывает воду из почвы, которая подводится вместе с растительными веществами к отдельным органам и клеткам. Выводится вода в процессе *транспирации* – физиологического испарения воды листьями и другими частями растений. При этом в водном обмене растений около 5 % воды используется для фотосинтеза, а остальное – на компенсацию испарения и поддержания внутреннего гидростатического давления в клетках, уравнивающего внешнее давление среды: давление атмосферы, а также столба воды для водных растений.

Животные, в том числе и некоторые водные, получают воду в основном при питье. Выведение воды из организма происходит с мочой, экскрементами и путем испарения. Многие организмы, обитающие в водной среде, получают и отдают воду через покровы или специализированные участки тканей. Некоторые сухопутные обитатели (беспозвоночные животные, амфибии, многие растения) получают влагу из росы, тумана, дождя.

Важным источником воды для животных является пища. В первую очередь это вода в потребляемых пищевых тканях. Кроме того, при усиленном питании в организме накапливается жировой запас, который используется как

энергетический резерв, а также как источник воды. Как отмечалось выше, в процессе окисления органических веществ в организме образуется вода, называемая *метаболической*. Она и является дополнительным источником для организма.

Наиболее распространенный минерал на нашей планете – это вода. В. И. Вернадский писал, что нет другого минерала, кроме воды, который мог бы оказать такое влияние на ход основных геологических процессов. Все земные вещества содержат воду.

Чистая вода представляет собой бесцветную прозрачную жидкость. Это единственный минерал, встречающийся на Земле в естественных условиях в трех агрегатных состояниях: твердом, жидком и газообразном. При переходе из твердого состояния в жидкое, в отличие от других веществ, плотность воды вначале возрастает. Это происходит в диапазоне температур от 0 до 4 °С. Максимальная плотность воды имеет место при 4 °С и лишь при дальнейшем нагревании плотность воды уменьшается с увеличением температуры. При 0 °С и переходе из жидкого состояния в твердое плотность воды скачком уменьшается с 999,9 до 917,01 кг/м³, т. е. более чем на 9 %. Благодаря этому удивительному свойству при приближении зимы и охлаждении всей толщи воды до 4 °С перемещение ее слоев, вызываемое охлаждением, заканчивается. При дальнейшем понижении температуры окружающей среды вначале происходит охлаждение поверхностного слоя, плотность которого становится меньше, чем нижележащих слоев. Этот поверхностный слой замерзает и остается на поверхности, защищая тем самым нижележащие слои от дальнейшего охлаждения и замерзания [5, с. 197–203].

Если бы плотность воды изменялась так же, как это происходит практически у всех веществ при переходе из жидкого состояния в твердое, то при

приближении зимы поверхностные слои воды охлаждались бы до 0°C и опускались на дно, освобождая место более теплым слоям. Так происходило бы до тех пор, пока вся толща воды не охладилась до 0°C и не промерзла.

Благодаря этим свойствам водоемы не промерзают до дна, а лишь имеют ледяной покров. Атомы в кристалле льда расположены неравномерно. Из-за такой рыхлой структуры лед обладает низкой теплопроводностью и хорошо защищает нижележащие слои воды от охлаждения. Поэтому в водоемах средних и низких широт возможны разнообразные и многочисленные формы жизни.

Большое значение для обеспечения существования биосферы имеет и то, что вода обладает аномально высокой теплоемкостью при 0°C – $4,211 \text{ кДж}/(\text{кг}\cdot\text{K})$, а при 20°C – $4,183 \text{ кДж}/(\text{кг}\cdot\text{K})$. Для сравнения удельная теплоемкость речного сухого песка составляет всего $0,8 \text{ кДж}/(\text{кг}\cdot\text{K})$,

глины – $0,84 \text{ кДж}/(\text{кг}\cdot\text{K})$, глицерина – $2,43 \text{ кДж}/(\text{кг}\cdot\text{K})$. Поэтому при переходе от лета к зиме, а также в ночное время вода медленно остывает, отдавая накопленную ранее энергию. Также в утреннее время и при переходе от зимы к лету вода медленно прогревается. Этим обеспечивается сглаживание амплитуды колебаний среднесуточной и среднегодовой температур.

Свойства воды существенно отличаются от свойств водородных соединений, близких к ней по составу (табл. 1).

Как видно из табл. 1, свойства воды существенно отличаются от свойств других соединений водородной группы. Аномальность характеристик воды обусловлена строением ее молекул. Она имеет угловое строение: входящие в ее состав ядра атомов кислорода и водорода образуют равнобедренный треугольник, в основании которого находятся два протона – ядра атомов водорода, а в вершине – ядро атома кислорода.

Табл. 1. Основные свойства водородных соединений элементов главной подгруппы VI группы периодической системы

Основное свойство	Соединение			
	Теллуриводород H_2Te	Селеноводород H_2Se	Сероводород H_2S	Вода H_2O
Температура плавления, $^{\circ}\text{C}$	-51	-65,72	-85,54	0,0
Температура кипения, $^{\circ}\text{C}$	-4	-41,5	-60,35	100
Теплота испарения, кДж/моль	23,88	19,9	18,7	40,71
Поверхностное натяжение, Н/м ²	3,0	2,89	2,87	5,89
Воздействие на организмы	Ядовит	Ядовит	Ядовит	Крайне необходим
ПДК, мг/м ³	0,01	0,2	10	–

Межъядерные расстояния О–Н в молекуле воды составляют около $0,1 \text{ нм}$, а расстояния между ядрами атомов водорода – примерно $0,15 \text{ нм}$ (рис. 2). Внешний электронный слой атома кислорода в молекуле H_2O составляют восемь электронов. Две электронные пары образуют связи О–Н, а остальные четы-

ре электрона представляют собой две неподеленные электронные пары. Электроны, образующие ковалентные связи О–Н, смещены к более электроотрицательному атому кислорода, поэтому атомы водорода приобретают положительные заряды, хотя в целом молекула воды является электрически нейтраль-

ной. Неподделенные электронные пары смещены относительно ядра атома кислорода и создают два отрицательных полюса, т. е. молекула является дипольной [6, с. 46–50].

Молекулярная масса парообразной воды равна 18 и соответствует ее простейшей формуле. Молекулярная масса жидкой воды несколько выше. Это связано с тем, что в жидкой воде из-за дипольности молекул происходит ассоциация молекул, т. е. соединение их в более сложные агрегаты. При этом между молекулами происходит образование водородных связей, причем длина водородной связи примерно в два раза

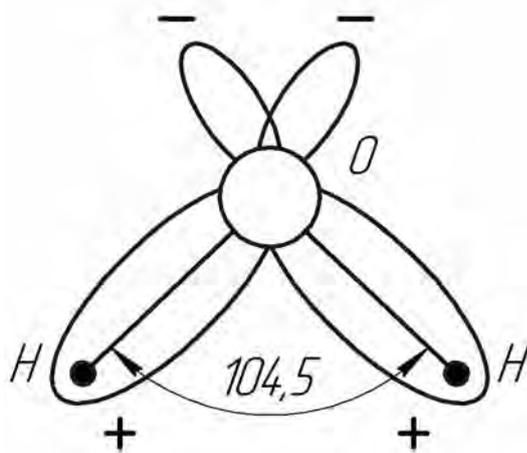


Рис. 2. Строение молекулы воды

При плавлении льда часть водородных связей разрушается. При температурах, близких к 0°C , образуются как бы «обломки» структуры льда, состоящие как из определенного количества связанных молекул воды, так и из отдельных молекул. В отличие от льда, такие объединения молекул неустойчивы и время их существования незначительно. Пустоты «ледяных» объединений молекул заполняются отдельными молекулами. Очевидно, что плотность

больше, чем длина ковалентной связи O–H в молекуле воды.

Рассмотрим воду в твердом состоянии. Здесь атом кислорода каждой молекулы образует две водородные связи с соседними молекулами воды, причем две соседние молекулы соприкасаются друг с другом разноименными полюсами (рис. 3). В твердом состоянии молекула связана с тремя соседними молекулами и с одной молекулой в соседнем слое. Из-за этого наблюдается рыхлая структура льда. В нем существуют пустоты, размеры которых превышают размеры молекул воды.

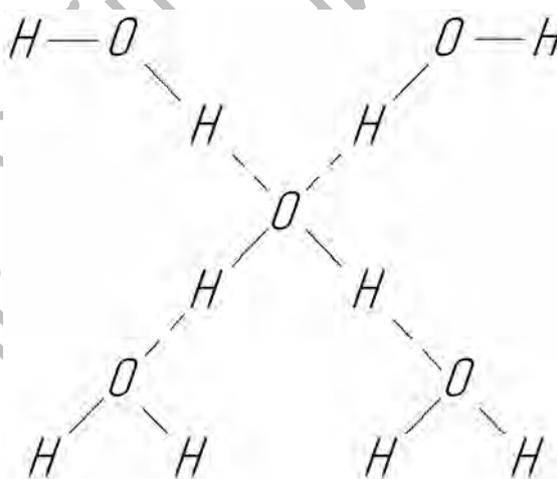


Рис. 3. Ассоциация молекул воды: – ковалентные связи, --- водородные связи

воды при этом возрастает.

Дальнейшее нагревание воды приводит к уменьшению числа объединений молекул, соответствующих структуре льда. При этом плотность воды возрастает вплоть до температуры воды, равной 4°C . При дальнейшем повышении температуры воды этот эффект снижается, преобладающим становится тепловое расширение и плотность воды начинает уменьшаться.

Для разрыва водородных связей

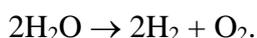
необходимы затраты энергии (около 20 кДж/моль). Поэтому вода и обладает такой высокой теплоемкостью. При замерзании водородные связи восстанавливаются, а энергия, затраченная на их разрыв, выделяется в окружающую среду в виде теплоты.

Только при переходе в газообразное состояние водородные связи между молекулами воды полностью разрушаются. Если бы водородные связи отсутствовали, то вода кипела бы при температуре, близкой к $-66\text{ }^{\circ}\text{C}$, но она кипит при $+100\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Водородные связи играют большую роль и в биохимических процессах, происходящих в живых организмах. Они обуславливают спиральные конфигурации в молекулах ДНК. К настоящему времени известно более ста разновидностей структурированных ассоциаций молекул воды. Многие ученые склоняются к выводу, что с этим связан механизм памяти в живых организмах.

На этом удивительные свойства воды не исчерпываются. Благодаря дипольности молекул вода обладает высокой диэлектрической проницаемостью и способностью быть хорошим растворителем. При растворении веществ с ионной структурой молекулы воды удерживаются около иона силами электростатического притяжения. В этом случае ионы растворенного вещества выступают в качестве акцепторов, а молекулы воды – в качестве доноров электронных пар.

Диссоциация (распад) молекул воды в обычных условиях практически не происходит. При температурах свыше $1000\text{ }^{\circ}\text{C}$ водяной пар начинает разлагаться на водород и кислород, т. е. происходит термическая диссоциация:



Однако даже при $2000\text{ }^{\circ}\text{C}$ степень термической диссоциации воды не превышает 2 %.

На каждую молекулу воды со сто-

роны окружающих молекул действуют силы притяжения. Поэтому результирующие силы поверхностного слоя оказывают на воду давление, называемое молекулярным. Наличием этого давления объясняется явление **капиллярности**. Сущность его в том, что если в жидкость поместить одним концом открытую в атмосферу трубку малого диаметра (капилляр), то в ней устанавливается уровень жидкости, отличный от исходного. Если поверхность трубки смачивается водой, то образуется вогнутый мениск и вода поднимается на высоту до нескольких метров. Свойство капиллярности позволяет воде циркулировать в горных породах и почвах, обеспечивает кровообращение у животных и движение соков вверх внутри стволов и стеблей растений.

Кроме того, вода играет неопределимую роль по созданию благоприятной среды обитания для живых организмов. Примерно 44 % солнечной энергии, поступающей к верхней границе атмосферы Земли, поглощается поверхностью суши и океана, которые разогреваются и генерируют инфракрасное излучение. Большая часть этого инфракрасного излучения поглощается водяными парами и некоторыми парниковыми газами, а остальная – уходит в космос. Из-за парникового эффекта на нашей планете среднегодовая температура приземного слоя воздуха составляет примерно $14,6\text{ }^{\circ}\text{C}$. По этой причине, по данным К. Я. Кондратьева [7], приращение температуры в приземном слое ΔT равно $33,2\text{ }^{\circ}\text{C}$, причем вклад паров воды является определяющим и равным $20,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ (62,05 %).

В биосфере Земли огромную роль играют буферные возможности океана. Мировой океан является крупнейшим накопителем и перераспределителем преобразованной в тепловую солнечной энергии. При этом стабилизируются многие экологические факторы, например, климат, температура, влажность воздуха. На 1 м^2 суши нашей планеты

приходится более 8000 м^3 воды Мирового океана.

Происхождение воды на нашей планете до сих пор не объяснено. Вместе с тем, очевидно, что для образования молекулы воды необходимо два атома водорода и один атом кислорода. Поэтому многие ученые считают, что вода образовалась в результате синтеза водорода и кислорода на первых этапах формирования Земли из газопылевого облака. Эта гипотеза довольно логично объясняет возникновение воды на нашей планете.

Если первичная атмосфера Земли сохранила исходный состав среды, из которой образовалась, то она была водородно-гелиевой и водорода было достаточно для синтеза воды. Скорее всего кислород выделялся из недр Земли, где происходил его синтез, т. к. до сих пор при извержении вулканов в атмосферу выделяется большое количество CO_2 .

Часть молекул и атомов в верхних слоях атмосферы, где ее плотность низка, двигаются со скоростью, превышающей вторую космическую, и беспрепятственно уходят за пределы планеты. Этот процесс называется *диссипацией*. Для образования на планете достаточно большого количества воды необходимо, чтобы существенная часть водорода, находящаяся в первичной атмосфере, не успела диссипировать, а соединилась с кислородом. Это накладывает довольно жесткие условия на массу планеты, ее радиус и расстояние до звезды.

Существует также гипотеза, что вода попала на Землю из космического пространства при ее формировании. Наш взгляд эта гипотеза значительно слабее первой, т. к. возникает вопрос: почему эта вода не попала на другие планеты Солнечной системы?

Итак, для существования жизни на Земле необходимо два ключевых условия: **наличие источника световой энергии и воды**. Как уже отмечалось, таким

источником энергии является Солнце и, по данным астрофизиков, оно будет существовать в почти неизменном виде еще несколько миллиардов лет. Здесь человечество что-нибудь предпринять пока не в состоянии. Вода находится на Земле и зачастую используется людьми крайне нерационально. Поэтому важнейшей задачей для человечества является сберечь этот драгоценный минерал для будущих поколений.

Как отмечалось выше, при фотосинтезе образуются углеводы, т. е. вещества, содержащие углерод. Таким образом, без углерода невозможно создание первичной органической продукции фотосинтезирующими организмами.

Углерод находится в природе, как в свободном состоянии, так и в виде многочисленных соединений. Он является важнейшим биогенным элементом, структурной составляющей органических соединений, участвующих в построении живых организмов. В первую очередь это высокомолекулярные соединения: белки, аминокислоты, жиры, ДНК и т. п., а также низкомолекулярные вещества: витамины, гормоны и др.

Особая роль углерода в живых организмах обусловлена совокупностью его уникальных свойств. Такими свойствами не обладает ни один элемент периодической системы Д. И. Менделеева. Между атомами углерода образуются прочные связи трех типов: одинарные, двойные и тройные. Одинарные связи образуются за счет одной пары электронов, двойные – двух пар электронов, тройные – трех пар электронов. Для углерода характерно образование четырех ковалентных связей, что позволяет создавать углеродные скелеты различных типов: линейные, разветвленные и циклические (рис. 4). Этим обеспечивается большое разнообразие углеродных соединений. Например, в настоящее время известно примерно 1 млн неорганических соединений, в то время как органических соединений – более 5 млн.

Между атомами углерода и атомами других элементов связи довольно прочные. Поэтому для их разрыва в неживой природе необходимы значительные затраты энергии. В живых организмах из-

за наличия ферментов-катализаторов разрыв этих связей происходит в достаточно мягких физиологических условиях при незначительных затратах энергии.

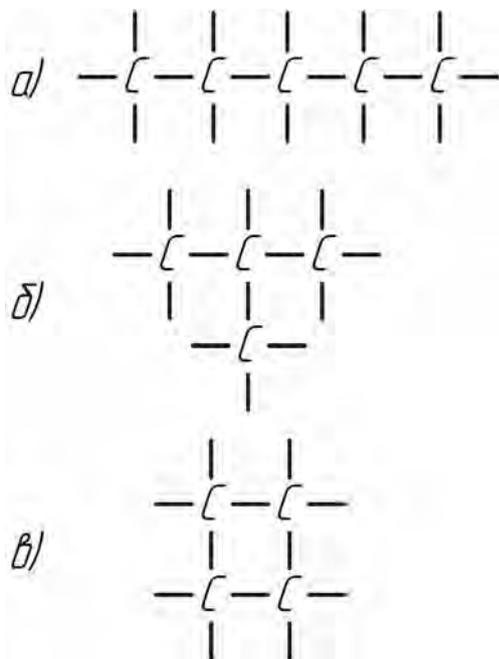


Рис. 4. Элементы углеродных скелетов: а – линейных; б – разветвленных; в – циклических

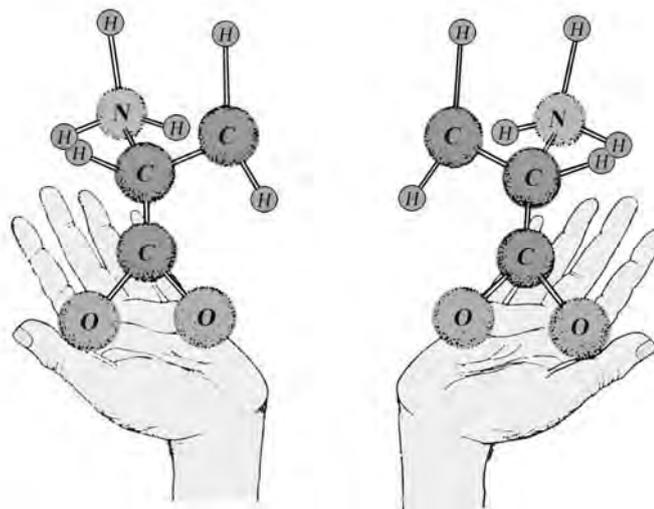


Рис. 5. Органические молекулы с «левой» и «правой» асимметрией

Выше отмечалась огромная роль воды для жизнедеятельности организмов, состоящей всего из двух элементов: водорода и кислорода. Третьим по значимости элементом (а может и первым) является углерод. Три этих элемента составляют 98 % от общей массы живых организмов. Доля остальных элементов всего 2 %, хотя их роль достаточно значима. Этим объясняется рациональность построения молекул живых организмов: при практически бесчисленном разнообразии углеродных соединений число типов химических связей невелико и, соответственно, для разрыва этих связей при биохимических реакциях необходимо небольшое число ферментов-катализаторов.

Уникальность строения атома углерода лежит в основе *изомерии* орга-

нических соединений. *Изомерия* – это явление, заключающееся в существовании соединений, одинаковых по химическому составу и молекулярной массе, но различающихся по строению и расположению атомов в пространстве и, в результате этого, по свойствам. В живых организмах это свойство проявляется следующим образом: молекулы живых организмов имеют только левую асимметрию (рис. 5).

Содержание углерода в живых организмах в расчете на сухое вещество составляет: у водных животных и растений – 34,5...40 %, у наземных растений и животных – 45,4...46,5 %, у микроорганизмов – 54 %.

Как отмечалось ранее, в процессе фотосинтеза участвует углекислый газ, молекула которого «достраивается» до

сложной молекулы сахара. В процессе жизнедеятельности организмов происходит распад органических соединений с выделением в окружающую среду CO_2 . После гибели растений и животных с помощью микроорганизмов происходит минерализация органических остатков также с выделением CO_2 . При большом избытке отмершей органической продукции микроорганизмы не успевают ее перерабатывать и происходит минерализация углерода. В результате образуются каменные и бурые угли, известняки, нефть. Растворенный в водах и биологических жидкостях CO_2 обеспечивает оптимальную для процессов жизнедеятельности кислотность среды. В составе CaCO_3 углерод участвует в образовании наружных скелетов беспозвоночных, содержится в кораллах, яичной скорлупе птиц.

Углерод – один из достаточно распространенных элементов на Земле. В земной коре его массовое содержание

составляет около 0,1 %, в воздухе – около 0,0001 %. Несмотря на такое незначительное содержание, как отмечалось выше, углерод играет ключевую роль в функционировании биосферы. Следует отметить, что для функционирования механизма биосферы необходим не углерод в чистом виде, а его соединение – CO_2 . Только при таком соединении возможно дальнейшее использование углерода для образования первичных органических соединений.

Два основных соединения CO_2 и H_2O и световая энергия поступают из неживой природы к живым фотосинтезирующим организмам, в которых происходит синтез и накопление первичной органической продукции. Это своеобразный мостик из неживой природы в живую (рис. 6). Органическая продукция последовательно используется другими живыми организмами вплоть до полной минерализации и возвращения в неживую природу.

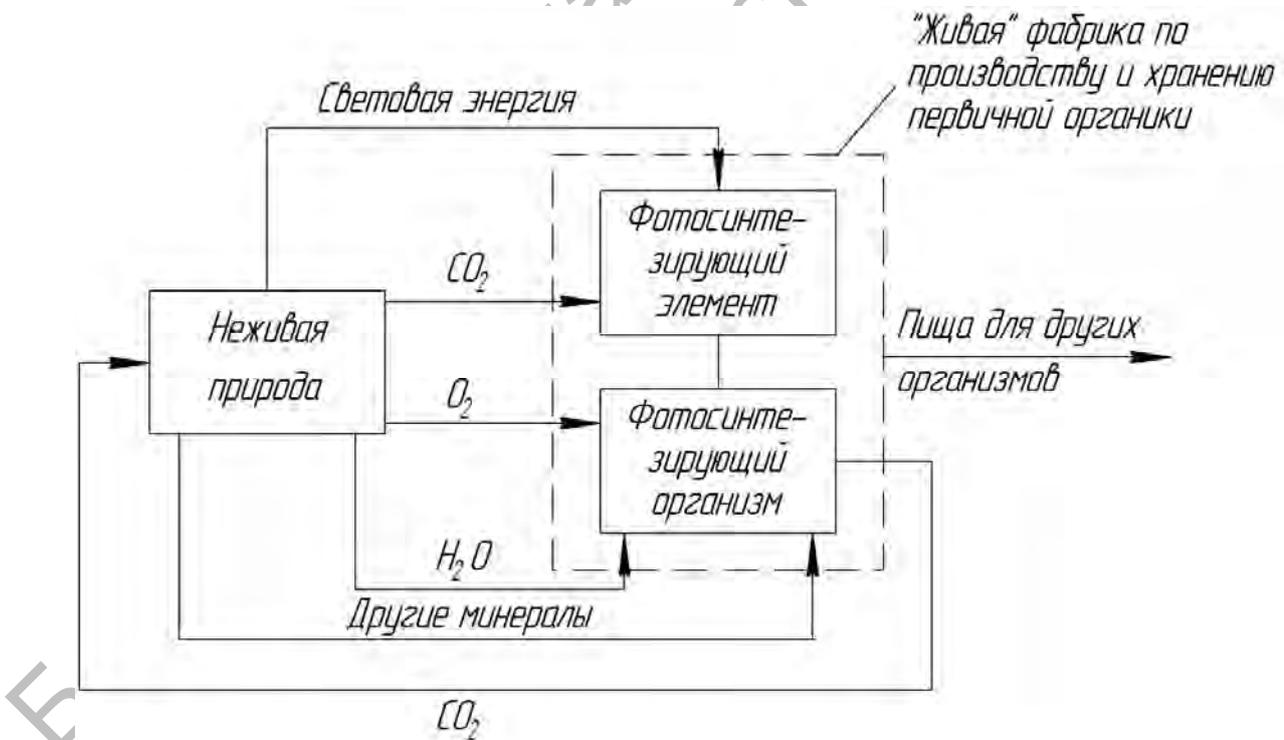


Рис. 6. Связь между живой и неживой природой

Таким образом, обыкновенный зеленый листок дерева, травинки – удивительные создания – являются связующим звеном между неживой и живой природой. Без них невозможно существование биосферы.

Следует отметить, что для функционирования живых организмов необходимы и другие химические элементы, например, хлор для хлоропласта зеленого листа. Но, на наш взгляд, они играют все-таки вспомогательную роль, поскольку для подавляющего числа живых организмов по сравнению с углеродом, водородом и кислородом они нужны в ничтожно малых количествах.

Таким образом, жизнь на нашей планете невозможна без наличия воды и притока солнечной энергии. Если излучение энергии Солнцем не зависит от человечества, то бережное отношение к воде – прямая обязанность каждого жителя Земли.

**S. D. Haliuzhyn, D. S. Haliuzhyn,
O. M. Lobikova**
**Fundamental factors of the existence
of life on the earth**

The analysis of major factors exerting the greatest influence on the processes of functioning of living organisms of the global biosphere is given. It is shown that these fundamental factors are the availability of solar energy, water and carbon.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Шкловский, И. С.** Вселенная, жизнь, разум / И. С. Шкловский ; под ред. Н. С. Кардашева и В. И. Мороза. – М. : Наука, 1987. – 320 с.
2. **Цветкова, Л. И.** Экология : учебник для технических вузов / Л. И. Цветкова, М. И. Алексеев ; под ред. Л. И. Цветковой. – М. : АСВ ; СПб. : Химиздат, 1999. – 488 с.
3. **Общая и прикладная экология дорожно-транспортного комплекса : учеб. пособие для студентов вузов / А. В. Бусел [и др.] ; под ред. Е. В. Кашевской. – Могилев : Белорус.-Рос. ун-т, 2004. – 392 с.**
4. **Шилов, И. А.** Экология : учебник для биологических и медицинских специальностей вузов / И. А. Шилов. – М. : Высш. шк., 2000. – 512 с.
5. **Глинка, Н. Л.** Общая химия : учеб. пособие для вузов / Н. Л. Глинка ; под ред. В. А. Рабиновича. – Л. : Химия, 1983. – 704 с.
6. **Леше, К.** Физика молекул : пер. с нем. / А. Леше. – М. : Мир, 1987. – 232 с.
7. **Кондратьев, К. Я.** Глобальный климат / К. Я. Кондратьев. – СПб. : Наука, 1992. – 358 с.

Белорусско-Российский университет
Материал поступил 07.01.2010