

# ГЕОГРАФІЯ

УДК 911.2:502.1

**М. Г. Ясовеев,**

доктор геолого-минералогических наук,  
заведующий кафедрой экономической географии и охраны природы БГПУ;

**М. И. Сняк,**

магистрант кафедры экономической географии и охраны природы БГПУ;

**А. Д. Талако,**

магистрант кафедры экономической географии и охраны природы БГПУ

## ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ И ОГРАНИЧЕНИЯ ВЫЖИВАНИЯ НОМО SAPIENS

**Введение.** Во второй части монографии В. И. Вернадского «Биосфера» помимо введения в научную терминологию основополагающих понятий и определений, выдающийся ученый предложил обстоятельную концепцию «поля жизни», под которой он понимал условия выживания живого организма в целом и человека в частности. Пределы существования биосферы обусловлены, прежде всего, полем существования жизни. Жизнь может проявляться только в определенной среде, которая отвечает условиям биосферы [1]. Очевидно, что с понятием «биосфера» большинство исследователей (В. И. Вернадский, А. И. Перельман, А. А. Григорьев, С. В. Калесник, А. Г. Исаченко др.) связывали условия выживания всего биокосного вещества в природе [2–7].

Интенсивное развитие геоэкологической науки, происходящее в настоящее время, требует прежде всего определения границ существования и выживания человека как биологического вида [8–9]. Целью работы явилось обобщение материалов по физико-химической характеристике окружающей среды, благоприятной для жизнедеятельности человека (*Homo sapiens*).

**Основной метод исследования – геоэкологический анализ.** Важнейшими среди параметров, обуславливающих и ограничивающих существование человека, являются температура, свет, состав и давление атмосферы, состояние гидросферы, радиоактивность и некоторые другие. Ниже приведем характеристику этих параметров.

**Температурный режим.** Температурные пределы активной жизнедеятельности связаны с энергетикой биохимических реакций, скорость которых зависит от некоторых температурных оптимумов. Верхним пределом жизни,

согласно таблице 1, являются температуры 50–60 °С, при которых разрушаются ферменты и свертываются белки [5].

**Таблица 1 – Температурный диапазон активной жизни на Земле, °С**

Среда жизни	Максимум	Минимум	Амплитуда
Суша	55 °С	-70 °С	125 °С
Океан	35,6 °С	-3,3 °С	~ 40 °С
Пресные воды	90 °С	0 °С	90 °С

Население мира обитает в районах, где средняя годовая температура колеблется между 0 и 30 °С. Именно с этим интервалом температур связаны оптимальные условия для жизнедеятельности не только человека, но и домашних животных, растительности и в том числе сельскохозяйственных культур. Следует полагать, что этими же температурами характеризуются территории на поверхности Земли, где в оптимальном соотношении находятся запасы пресной воды, влажность, распределение осадков, качество почв, запасы энергии, высота и рельеф местности и т. д.

**Освещенность.** Видимые лучи составляют примерно половину всей поступающей на Землю лучистой энергии Солнца. Остальные 50 % приходятся на долю невидимых инфракрасных (49 %) и ультрафиолетовых (около 1 %) лучей. Инфракрасное, или тепловое, излучение используется всеми организмами. Ультрафиолетовое излучение воздействует по-другому: лучи с длиной волны 0,25–0,30 мкм стимулируют образование в организме животных витамина D, с длиной волны 0,30–0,38 мкм губительны для микроорганизмов, а с дли-

ной 0,38–0,40 мкм обладают способностью к фотосинтезу [11].

Часть видимого человеческим глазом электромагнитного спектра, которую мы называем светом, находится в пределах длин волн 380–760 мкм. Внутри этого диапазона заключен также диапазон зрения и ориентации человека и животных, чувствительность растений к свету, а также фотосинтез всех типов. Нижний и верхний пределы фотосинтеза примерно составляют 0,02 и 30 люмен/см<sup>2</sup>, самые высокие темпы роста земных растений соответствуют промежуточным уровням освещенности. Человек может ориентироваться при освещенности 10<sup>-9</sup> люмен/см<sup>2</sup>, непереносимой для него является освещенность около 50 люмен/см<sup>2</sup> [9].

**Гравитация.** Многочисленными экспериментами установлено, что оптимальные условия для жизнедеятельности на Земле связаны с интервалом 1–1,5 г. Большие и меньшие значения вызывают дискомфорт передвижения и нарушают работу органов равновесия.

**Состав и давление атмосферы.** Общие данные о составе атмосферы приведены в таблице 2.

Вблизи земной поверхности полное барометрическое давление составляет 760 мм рт. ст. Особенную опасность для человека представляют резкие понижения (до 700 мм рт. ст.) и повышения (до 800 мм. рт. ст.) давления, которые кардинально влияют на функционирование сосудов мозга и кровеносную систему в целом.

**Таблица 2 – Состав атмосферного воздуха**

Газ	Содержание	
	% по объему	% по массе
N <sub>2</sub>	78,09	75,50
O <sub>2</sub>	20,95	23,10
Ar	0,932	1,286
CO <sub>2</sub>	0,030	0,046
Ne	1,8 · 10 <sup>-3</sup>	1,3 · 10 <sup>-3</sup>
He	4,6 · 10 <sup>-4</sup>	7,2 · 10 <sup>-5</sup>
Kr	1,1 · 10 <sup>-4</sup>	2,94 · 10 <sup>-4</sup>
H <sub>2</sub>	5 · 10 <sup>-5</sup>	3,5 · 10 <sup>-6</sup>
N <sub>2</sub> O	5 · 10 <sup>-5</sup>	7,6 · 10 <sup>-5</sup>
Xe	8 · 10 <sup>-6</sup>	3,61 · 10 <sup>-6</sup>
O <sub>3</sub>	2 · 10 <sup>-6</sup>	3,3 · 10 <sup>-6</sup>
Rn	6 · 10 <sup>-18</sup>	4,5 · 10 <sup>-17</sup>

Парциальное давление вдыхаемого кислорода заключено между крайними значениями: предел, ниже которого наступает гипоксия, –

кислородное голодание (pO<sub>2</sub>=60 мм рт. ст.), и верхний, выше которого наступает кислородное отравление (pO<sub>2</sub>=400 мм рт. ст.). На уровне моря pO<sub>2</sub>=149 мм рт. ст.

**Вода и живое вещество.** Определенное и постоянное содержание воды в живом организме – необходимое условие его существования. Суточная потребность в воде для взрослого человека 35–40 г на 1 кг массы тела, с питьем и пищей потребляется 2,5–3 дм<sup>3</sup> воды в сутки (0,9–1,1 м<sup>3</sup> в год, 64–77 м<sup>3</sup> за 70 лет жизни). Ежедневно взрослый человек теряет 2–2,5 дм<sup>3</sup> воды с выделениями и регулярно восполняет эти потери с питьем и пищей [14].

Весьма остро ощущаются нарушения водного баланса в организме: с потерей 1–1,5 л влаги появляется жажда, при обезвоживании на 6–8 % человек впадает в полубморочное состояние. При дефиците воды 10–12 % и более наступает летальный исход в связи с общим нарушением обмена веществ, сгущением крови (в составе крови 92 % воды) и остановкой сердца.

Соленость воды, пригодной для питья, обычно не превышает 500–1500 мг/дм<sup>3</sup>, растения погибают при наличии в поливной воде солей более 2500–4000 мг/дм<sup>3</sup>.

Для обитателей водных бассейнов кроме температуры и освещенности чрезвычайно важен химический и газовый состав воды, обобщенным показателем которых в общем случае может рассматриваться рН водных растворов. Пресноводные бассейны с рН 3,7–4,7 считаются кислыми, 6,95–7,3 – нейтральными, с рН > 7,8 – щелочными. При рН < 5 наблюдается массовая гибель рыб, при рН > 10 погибает все живое. Пределы этого параметра для человека 6...8 рН [11].

Требования к температуре, свету, составу атмосферы и гидросферы являются главными при характеристике условий жизни для человека, но существует еще множество других требований. Так, наряду с человеком и другими высшими формами жизни должны сосуществовать иные формы, поскольку именно с ними, в конечном счете, связано питание людей, продуцирование и существование кислорода в атмосфере.

**Радиоактивность,** или ионизирующая радиация, из генетических соображений должна быть в пределах умеренной интенсивности. Желательно, чтобы доза фонового стационарного облучения не превышала 1 рентген/год, или приблизительно 0,02 бэр (биологический эквивалент рентгена) в неделю. Заметим, что средняя интенсивность естественной фоновой радиации на поверхности Земли составляет примерно 0,03 бэр [14].

Таблица 3 – Сводка жизненно необходимых условий и ограничений

Параметр среды обитания	Переносимый диапазон
Температура, °C среднегодовая среднесуточная	0 – +30 – 10 – +40
Освещенность, люмен/см <sup>2</sup>	0,2–30
Сила тяжести, g	1,0–1,5
Состав атмосферы (парциальное давление на входе, мм рт. ст.): кислород; углекислый газ; ядовитые газы	60–400 0,05–7 незначительное количество
Другие характеристики: открытые водоемы; местные формы жизни; допустимые скорости ветра; уровень запыленности; естественная радиоактивность; выпадение метеоритов; вулканическая деятельность	желательны желательны менее 20 м/сек 1,8 · 10 <sup>8</sup> –1,8 · 10 <sup>9</sup> частиц/м <sup>3</sup> желательно менее 1 рентген/год (0,02 бэр/неделю) умеренное умеренная

Обобщенная сводка некоторых жизненно необходимых для человека условий приведена в таблице 3.

**Система стандартов качества окружающей среды.** Предельно допустимые значения воздействия параметров окружающей среды на состояние здоровья человека установлены на основе проведенных научных исследований по оценке состояния компонентов географической оболочки [10–12], а также учитывают техногенную нагрузку на последнюю [13].

В соответствии со ст. 20 и 21 Закона Республики Беларусь «Об охране окружающей среды» определены нормативы качества, которые позволяют оценить состояние окружающей среды в целях сохранения состояния здоровья человека и обеспечения условий его жизнедеятельности. Нормативы качества окружающей среды являются едиными для всей территории Республики Беларусь.

Критерии безопасности для человека компонентов окружающей среды: воды, атмосферного воздуха, почвы, продуктов питания и т. д. – оцениваются с помощью понятия «предельно допустимая концентрация» (ПДК).

**Нормативы качества воздуха.** По критерию токсикологической опасности для состояния здоровья населения вещества-загрязнители подразделяются на 4 класса: 1-й – чрезвычайно опасные, 2-й – высокоопасные, 3-й – умеренно опасные, 4-й – малоопасные. Норматив класса опасности вещества определяется в результате расчета интегрального показателя опасности вещества, значение которого варьирует в пределах от 0 до 1. При интегральном показателе больше 0,72 вещества

относятся к первому классу опасности, от 0,72 до 0,55 – к второму, от 0,55 до 0,38 – к третьему, и менее 0,38 – к 4 классу опасности [13].

Предельно допустимые концентрации некоторых газов в воздухе приводятся в таблице 4.

Таблица 4 – Предельно допустимые концентрации некоторых газов в воздухе

Газ, формула состава	Пороговые пределы (в миллионных долях объема при давлении 1 атм)
Аммиак, NH <sub>3</sub>	100
Оксид углерода, CO	100
Хлор, Cl <sub>2</sub>	1
Фтор, F <sub>2</sub>	0,1
Формальдегид, HCHO	10
Хлористый водород, HCl	5
Сероводород, H <sub>2</sub> S	20
Цианистый водород, HCN	10
Метан, CH <sub>4</sub>	50000
Диоксид озота, 2NO <sub>2</sub> = N <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	25
Оксид озота, N <sub>2</sub> O	24000
Озон, O <sub>3</sub>	0,1
Диоксид серы, SO <sub>2</sub>	5

**Качество воды.** В основу требований к качеству воды положен гигиенический критерий, определяющий состояние здоровья человека и условия его жизни. Это связано с тем, что вода играет двоякую роль, так как кроме обеспечения жизненных процессов она может выступать как источник или фактор передачи целого ряда заболеваний. В связи с этим

гигиенический критерий учитывает три группы признаков вредного действия веществ: общесанитарный, токсикологический, органолептический. В таблице 5 приводятся нормативы качества питьевой воды.

*Качество почвы* определяется ее санитарным состоянием, под которым понимается совокупность физико-химических и биологических свойств почвы, безопасных для человека. Загрязнение почвы – это уровень содержания в ней химических веществ и биологических составляющих, который становится опасным для здоровья как при непосредственном контакте человека с почвой, так и при их миграции по пищевым цепям: «почва–вода–человек»; «почва–воздух–человек» и др. Критерии оценки степени загрязнения почв приводятся в таблице 6.

*Качество пищевых продуктов.* В состав пищевых продуктов входят основные группы соединений: нутриенты – белки, жиры, угле-

воды, минеральные вещества и витамины, которые являются для организма источниками энергии и в то же время обеспечивают процессы пищеварения и метаболизма, а также неалиментарные компоненты – соединения, формирующие определенные свойства пищевого продукта. Среди последних различают вещества, препятствующие перевариванию или утилизации нутриентов; вредные химические вещества природного происхождения; ксенобиотики – токсичные, потенциально опасные вещества органической или неорганической природы.

Особая группа ксенобиотиков называется чужеродными веществами. К ним относятся соединения, которые не присущи натуральному продукту, но могут быть в него добавлены с целью совершенствования технологии сохранения или улучшения его качества и пищевых свойств. В таблице 7 приводится перечень чужеродных веществ в продуктах питания [14].

**Таблица 5 – Нормативы качества пресной питьевой воды**

Показатель	Единица измерения	Норматив
<i>Органолептические</i>		
Запах	баллы	не более 2–3
Привкус	баллы	не более 2–3
Цветность	градусы	не более 30
<i>Химические</i>		
Водородный показатель	pH	6,0–8,0
Жесткость общая	мг-экв./дм <sup>3</sup>	7–10
Нитраты (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	мг/дм <sup>3</sup>	не более 45
Общая минерализация (сухой остаток)	мг/дм <sup>3</sup>	1000–1500
Сульфаты (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	мг/дм <sup>3</sup>	не более 500
Хлориды (Cl <sup>-</sup> )	мг/дм <sup>3</sup>	не более 350
Химические вещества неорганической и органической природы	мг/дм <sup>3</sup>	ПДК
<i>Микробиологические</i>		
Общие колиформные бактерии	число бактерий в 100 см <sup>3</sup>	отсутствие
Общее микробное число	число образующих колонии микробов в 1 см <sup>3</sup>	100
Термотолерантные колиформные бактерии и колифаги	число бактерий и колифагов в 100 см <sup>3</sup>	отсутствие

**Таблица 6 – Критерии оценки опасности загрязнения почв**

Содержание в почве, мг/кг	Класс опасности			
	1-й	2-й	3-й	4-й
от 1 до 2 ПДК	опасная	умеренно опасная	допустимая	допустимая
от 2 до 5 ПДК	чрезвычайно опасная	опасная	умеренно опасная	умеренно опасная
более 5 ПДК	чрезвычайно опасная	чрезвычайно опасная	опасная	опасная

Таблица 7 – Чужеродные вещества в продуктах питания

Группа чужеродных веществ	Компоненты
Пищевые добавки	Консерванты, антиокислители, эмульгаторы и стабилизаторы, кислоты, щелочи, соле- и сахарозаменители, ароматизаторы, красители, ферментные препараты
Металлы и другие микроэлементы	Алюминий, кадмий, медь, мышьяк, никель, олово, ртуть, свинец, селен, сурьма, фтор, хром, цинк
Канцерогенные вещества	Бензол, винилхлорид, нитросоединения, пестициды, мышьяк, кадмий, бериллий, никель и др.
Нитрозосоединения	Нитрозамины: нитрозодиметиламин, нитрозодиэтил, нитрозодифениламин
Токсиканты, используемые в сельском хозяйстве	Нитраты, нитриты, металлы, азотосодержащие соединения, пестициды, ртутьорганические пестициды и др.
Радиоактивные изотопы	Свинец, технеций, полоний, радон, йод, цезий, стронций
Вещества, поступающие при контакте с полимерными и другими материалами	Медь, цинк, свинец, поливинилацетат, полистиролы, ионообменные смолы
Лекарственные препараты	Антибиотики, сульфамиламидные препараты, нитрофураны, гормоны

**Заключение.** В результате проведения геоэкологического анализа физико-химических параметров, характеризующих жизненно необходимые условия и ограничения выживания человека как биологического вида (*Homo sapiens*) установлено, что пределы его существования весьма и весьма ограничены. Интервал значений существования белковой жизни даже на поверхности Земли весьма мал. Так, амплитуда температур составляет 125 °С, комфортнее всего 18–20 °С; состав атмосферного воздуха, определяющий биохимию человеческого организма, может изменяться лишь в очень узких пределах. Такие же требования к составу пресной питьевой воды (500–1500 мг/дм), содержанию в ней макро- и микрокомпонентов и растворимых солей и т. д. В хрупкой и взаимосвязанной системе, каковой является биосфера, любое техногенное воздействие смещает процессы динамического равновесия и приводит к необратимым для человека последствиям.

Решать проблему выживания человека (населения страны) в значительной степени облегчает принятая в Беларуси государственная система стандартов качества окружающей среды. Установлены нормативы качества атмосферного воздуха, пресной питьевой воды и почв, а также качества пищевых продуктов. Кроме этих стандартов и нормативов в стране успешно функционирует система Национального мониторинга состояния окружающей среды (НСМОС РБ).

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Вернадский, В. И. Биосфера / В. И. Вернадский. – Л. : Научн. хим.-тех. изд-во, 1926. – 146 с.

2. Вернадский, В. И. Очерки геохимии / В. И. Вернадский. – М.-Л. : Грозный-Новосибирск, Госгеолнефтеиздат, 1934. – 380 с.
3. Григорьев, А. А. Закономерности строения и развития географической среды / А. А. Григорьев. – М. : Мысль, 1966. – 416 с.
4. Исаченко, А. Г. Развитие географических идей / А. Г. Исаченко. – М. : Мысль, 1971. – 416 с.
5. Калесник, С. В. Общие географические закономерности Земли / С. В. Калесник. – М. : Мысль, 1970. – 283 с.
6. Одум, Ю. Основы экологии / Ю. Одум. – М. : Мир, 1975. – 740 с.
7. Ратцен Ф. Земля и жизнь / Ф. Ратцен. – СПб. : Просвещение, 1906. – 736 с.
8. Яблоков, А. В. Эволюционное учение / А. В. Яблоков, А. Г. Юсупов. – М. : Высш. шк., 1976. – 335 с.
9. Дювиньо, П. Биосфера и место в ней человека / П. Дювиньо. – М. : Наука, 1968. – 256 с.
10. Геоэкология Беларуси / М. Г. Ясовеев [и др.]. – Минск : ИПИПРЭ НАН Беларуси, 2006. – 366 с.
11. Ясовеев, М. Г. Основы инженерной экологии / М. Г. Ясовеев, О. В. Шершнев, А. И. Андрухович. – Минск : Новое знание, 2013. – 352 с.
12. Ясовеев, М. Г. Методика геоэкологических исследований / М. Г. Ясовеев, Н. Л. Стреха, Н. С. Шевцова. – М. : ИНФРА-М, 2014. – 292 с.
13. Промышленная экология / М. Г. Ясовеев [и др.]. – М. : ИНФРА-М, 2013. – 292 с.
14. Стандарты качества окружающей среды / М. Г. Ясовеев [и др.]. – М. : ИНФРА-М, 2014. – 156 с.

#### SUMMARY

The article discusses environmental conditions and limitations of human survival as a biological species, in terms of the planet Earth. In the conditions of intensive technogenic pressure on all components of the environment (air, soil, hydrosphere) ecological condition of the biosphere inspires serious concern and fear for the safety of modern civilization. Environmental constraints of comfortable human existence as a species is considered.

Поступила в редакцию 09.12.2014 г.