

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Таскаев Сергей Валерьевич
Должность: Ректор
Дата подписания: 17.09.2025 10:55:57
Уникальный программный ключ:
04c19ed8bfb98f3b6cb77a486b9a8788b8322323



МИНОВНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)

Фонд оценочных средств по дисциплине «Учение о биосфере» по направлению подготовки
06.04.01 Биология ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

стр. 1

Фонд оценочных средств промежуточной аттестации

по дисциплине

Учение о биосфере

Направление подготовки (специальность)

06.04.01 Биология

Направленность (профили)

Медико-биологические науки, Микробиология и
вирусология, Генетика, Радиационная биология,
Гистология, Биотехнология

Присваиваемая квалификация

Магистр

Форма обучения

Очная

Челябинск, 2025

1. ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Направление подготовки: 06.04.01 «Биология»

Направленность: «Медико-биологические науки, Микробиология и вирусология, Генетика, Радиационная биология, Гистология, Биотехнология»

Дисциплина: Учение о биосфере

Семестры изучения: 1

Форма промежуточной аттестации: зачет

2. ПЕРЕЧЕНЬ ФОРМИРУЕМЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ

2.1. Компетенции, закреплённые за дисциплиной.

Изучение дисциплины «Учение о биосфере» направлено на формирование следующих компетенций:

Коды компетенции (по ФГОС)	Результаты освоения ОП Содержание компетенций согласно ФГОС	Коды и содержание индикаторов	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ОПК-1	Способен использовать и применять фундаментальные биологические представления и современные методологические подходы для постановки и решения новых нестандартных задач в сфере профессиональной деятельности;	ОПК-1.1. анализирует современные актуальные проблемы, основные открытия и методологические разработки в области биологических и смежных наук; ОПК-1.2. учитывает тенденции развития научных исследований и практических разработок в избранной сфере профессиональной деятельности, формулирует инновационные предложения для решения нестандартных задач, используя углубленную общенаучную и методическую специальную подготовку;	Для достижения ОПК-1.1 Знать: современные проблемы биологии; историю и методологию биологии; теоретические основы биологии, современные глобальные экологические проблемы, экологический механизм эволюции организмов и человека Уметь: Для достижения ОПК-1.2 Уметь: применять на практике базовые общепрофессиональные знания теории и методов исследований в биологии; адаптировать естественно - научные знания и умения к целям и задачам профессиональной деятельности Владеть: Для достижения ОПК-1.2 Уметь: применять на практике базовые общепрофессиональные знания теории и методов исследований в биологии; адаптировать естественно - научные знания и умения к целям и задачам профессиональной деятельности

ОПК-3	Способен использовать философские концепции естествознания и понимание современных биосферных процессов для системной оценки и прогноза развития сферы профессиональной деятельности;	ОПК-3.1. анализирует основные философские концепции классического и современного естествознания, основы учения о биосфере, основные методы и результаты экологического мониторинга, модели и прогнозы развития биосферных процессов; ОПК-3.2. применяет методы системного анализа для оценки экологических последствий антропогенной деятельности; ОПК-3.3. использует методологию прогнозирования экологических последствий развития избранной профессиональной сферы, имеет опыт выбора путей оптимизации технологических решений с позиций экологической безопасности.	Для достижения ОПК-3.1 Знать: Основные положения учения о биосфере Земли, как глобальной экосистеме; основы биологического разнообразия в природе и осознавать необходимость его поддержания; причины стабильности и динамизма биосферы Земли, как глобальной экосистемы; масштабы и роль антропогенного влияния на биосферу, перспективы взаимоотношений природы и общества Для достижения ОПК-3.2 Уметь: ориентироваться в экологической направленности общества; разбираться в экономических и правовых аспектах экологического мировоззрения; рационально использовать природные ресурсы; находить пути разрешения экологических задач Для достижения ОПК-3.1 Владеть: теоретическими знаниями о возможных путях гармоничного развития общества и природы
--------------	---	---	---

3. СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Виды оценочных средств

№ п / п	Код компетенции/ планируемые результаты обучения	Контролируемые темы/ разделы	Наименование оценочного средства для текущего контроля	Наименован ие оценочного средства на промежуточ ной аттестации/ № задания
1	ОПК-1 Для достижения ОПК-1.1 Знать: современные проблемы биологии; историю и методологию биологии; теоретические основы биологии, современные глобальные экологические проблемы, экологический механизм эволюции организмов и человека Уметь: Для достижения ОПК-1.2 Уметь: применять на практике базовые обще профессиональные знания теории и методов исследований в биологии; адаптировать естественно - научные знания и умения к целям и задачам профессиональной деятельности	Тема 1 «Научные предпосылки возникновения учения о биосфере. Понятие о биосфере»	тест	1
		Тема 2 «Современные представления о структуре и происхождении Вселенной»	Доклады 1-7	2
		Тема 3 «Происхождение Солнечной системы и планеты Земля»	доклады дискуссия	3
		Тема 4 «Гипотезы возникновения жизни на Земле»	Доклады, дискуссия	4, 5
		Тема 5 «Биосфера как арена жизни»	Тест №2, дискуссия, доклады	34, 35, 36
		Тема 6 «Биосфера как единое целое»	Вопросы дискуссии 1-3 доклады	6
		Тема 7 «Сущность жизни. Биоразнообразие»	Вопросы дискуссии 1-2	7

	Владеть: Для достижения ОПК-1.2 Уметь: применять на практике базовые общепрофессиональные знания теории и методов исследований в биологии; адаптировать естественно - научные знания и умения к целям и задачам профессиональной деятельности		доклады	
		Тема 8 «Энергетика биосферы»	Доклады, рефераты	11
		Тема 9 «Биогеохимические циклы»	Доклад Реферат	12-16
		Тема 10 «Геохимия биосферы»	Доклады 7-8	33
		Тема 11 «Функции биосферы»	Доклады 1-6	17-21
		Тема 12 «Происхождение человека, его биологическая эволюция»	Доклады 1-10	23
		Тема 13 «Место человека в биосфере. Становление агроферы»	Доклады, реферат	22
		Тема 14 «Место человека в биосфере. Развитие техники и энерговооруженности человечества»	Доклады	25
		Тема 15 «Устойчивость биосферы»	Доклады, дискуссия	30, 31
		Тема 16 «Прогнозные сценарии дальнейшей эволюции биосферы человечества»	Доклады	26-28
		Тема 17 «Современные возможности контроля биосферных процессов»	Доклады реферат,	29
		Тема 18 «Неизбежность новой технической революции»	Доклады 1-4	24
2	ОПК-3 Для достижения ОПК-3.1 Знать: Основные положения учения о биосфере Земли, как глобальной экосистеме; основы биологического разнообразия в природе и осознавать необходимость его поддержания; причины стабильности и динамики биосферы Земли, как глобальной экосистемы; масштабы и роль антропогенного влияния на биосферу, перспективы взаимоотношений природы и общества Для достижения ОПК-3.2 Уметь: ориентироваться в экологической	Тема 1 «Научные предпосылки возникновения учения о биосфере. Понятие о биосфере»	тест	1
		Тема 2 «Современные представления о структуре и происхождении Вселенной»	Вопросы доклада 1-7	2
		Тема 3 «Происхождение Солнечной системы и планеты Земля»	доклады Вопросы дискуссии и 1-4	3
		Тема 4 «Гипотезы возникновения жизни на Земле»	доклады, Вопросы дискуссии и 1-8	4,5
		Тема 5 «Биосфера как арена жизни»	тест Вопросы дискуссии и 1-2 Доклады 1-12	34-36
		Тема 6 «Биосфера как единое целое»	дискуссия Доклады 1-6	6, 10
		Тема 7 «Сущность жизни.	дискуссия	

направленности общества; разбираться в экономических и правовых аспектах экологического мировоззрения; рационально использовать природные ресурсы; находить пути разрешения экологических задач Для достижения ОПК-3.1 Владеть: теоретическими знаниями о возможных пути гармоничного развития общества и природы.	Биоразнообразие»	Доклады 1-7	7-9
	Тема 8 «Энергетика биосферы»	Доклады 1-7, рефераты	11
	Тема 9 «Биогеохимические циклы»	Доклады 1-8 Реферат	12-16
	Тема 10 «Геохимия биосферы»	Доклады 1-8	32-33
	Тема 11 «Функции биосферы»	Доклады 1-6	17-21
	Тема 12 «Происхождение человека, его биологическая эволюция»	Доклады 1-10	23
	Тема 13 «Место человека в биосфере. Становление агросферы»	Доклады 1-8 реферат	22
	Тема 14 «Место человека в биосфере. Развитие техники и энерговооруженности человечества»	Доклады 1-4	25
	Тема 15 «Устойчивость биосферы»	Доклады 1-6, дискуссия	30
	Тема 16 «Прогнозные сценарии дальнейшей эволюции биосферы человечества»	Доклады 1-7	26-28
	Тема 17 «Современные возможности контроля биосферных процессов»	Рефераты 1-6 Доклады 1-9	29
	Тема 18 «Неизбежность новой технической революции»	Доклады 1-4	24

Содержание оценочных средств

Оценочные средства представлены базой вопросов для тестирования, вопросов дискуссии, темами для подготовки доклада с презентацией, темами рефератов, вопросами к зачёту. Вопросы для тестирования предполагают выбор правильного варианта из предложенных. Вопросы для дискуссии предполагают развернутый ответ на поставленный вопрос, оперирование литературными источниками, предложенными для самостоятельного изучения. Темы для доклада или реферата предполагают подробное изложение материала на указанную тему.

База вопросов для докладов.

Тема 2 «Современные представления о структуре и происхождении Вселенной»

1. Космологическая модель Канта
2. Модель Вселенной Эйнштейна (статическая Вселенная)
3. Модель расширяющейся Вселенной (Вселенная Фридмана, нестационарная Вселенная)
4. Теория Большого взрыва.
5. Теория происхождения Вселенной из черной дыры

6. Большой отскок
7. Теория суперструн

Тема 3 «Происхождение Солнечной системы и планеты Земля»

1. Небулярная теория П. Лапласа,
2. Планетезимальная теория (Чемберлен и Мильтон).
3. Гипотеза Д. Джинса образования планет Солнечной системы.
4. Гипотеза О.Ю.Шмидта

Тема 4 «Гипотезы возникновения жизни на Земле»

1. креационизм; самопроизвольное зарождение;
2. теория панспермии (суть и современные аспекты);
3. биохимическая эволюция (А. Опарин, Дж. Холдейн, опыты С. Миллера);
Основные этапы биохимической эволюции. «Первичный бульон, пицца и майонез».
4. Современные теории абиогенного синтеза («цинковый мир», теория цианосульфидного протометаболизма, Теория «железосерного мира»
5. теория самоорганизующихся систем, гиперциклы, конкуренция и отбор гиперциклов (Г. Кастлер, М. Эйген);
6. геохимический подход к проблеме возникновения жизни.
7. гидратная гипотеза происхождения живой материи (Life origination hydrate hypothesis, ЛОН-гипотеза)
8. Теория мира РНК. Предпосылки, подтверждения и нерешенные вопросы. Последний универсальный общий предок (LUCA)

Тема 5 «Биосфера как арена жизни»

1. Полифилетическая концепция Вернадского о возникновении и эволюции земной жизни
2. Теории расхождения линий бактерий и архей
3. Эволюция жизни в архее и палеопротерозое
4. Циано – бактериальный мат (основные составляющие мата, их функции и взаимодействие).
5. Гипотезы происхождения эукариотической клетки. Симбиогенетическая гипотеза.
6. Эволюционный взрыв разнообразия эукариот в неопротерозое. Скелетная революция кембрийского периода
7. Гипотезы возникновения многоклеточных организмов.
8. Особенности эволюции биосферы после появления на Земле человека.
9. Былые биосферы. Значение былых биосфер для современной биосферы и человека.
10. Основные тенденции эволюции биосферы.
11. Теории катастроф в развитии биосферы. Теория катастроф Кювье. Неокатастрофизм.
12. Эпохи катастрофического снижения видового разнообразия в истории биосферы, причины.

Тема 6 «Биосфера как единое целое»

1. Определение и границы биосферы
2. Аэробiosфера и ее субподсферы (тропобiosфера и альтobiosфера). Эоловая зона
3. Гидробiosфера (аквабиосфера и маринобiosфера с субподсферами),
4. Геобiosфера и субподсферы (террабиосфера и литобiosфера с субподсферами).
5. Альтобiosфера, парабiosфера, артебиосфера и апобiosфера. Гипобiosфера и метабiosфера. Абиосфера ("небиосфера").
6. Геосферы, в которых сосредоточена жизнь.
7. Горизонтальная структура биосферы: биогеографическое царство и Биогеографическая область

8. Горизонтальная структура биосферы: биозоны, биолокусы, биомы биогеоценотические комплексы, биогеоценозы

Тема 7 «Сущность жизни. Биоразнообразие»

1. Живое вещество: процессы образования, химический состав,
2. Возможность существования неуглеродных форм жизни. Какие альтернативы?
3. Специфические свойства живого вещества
4. Живое вещество: биомасса и продукция. Продуктивность биосферы, первичная и вторичная продукция.
5. Трофические пирамиды и цепи
6. Экосистемы, существующие за счет хемосинтеза ("белые", "черные", "серые" и "мерцающие курильщики").
7. Классификации живого вещества по характеру питания и по экологическим функциям

Тема 8 «Энергетика биосферы»

1. Энергия Солнца (ядерного синтеза) и ее трансформация на Земле.
2. Эндогенные источники энергии, возможные пути ее включения в биосферу, геохимические аккумуляторы,
3. Тип растительности и альбедо.
4. Влияние озонового слоя на энергетику Земли. Озон и климат. Антропогенные источники разрушения озонового слоя.
5. Законы термодинамики в биосфере. Правило Шредингера. Принцип сохранения упорядоченности Пригожина. Принцип экономии энергии Л. Онсагера
6. Влияние антропогенной деятельности на потоки энергии в биосфере
7. Энергетическая безопасность биосферы

Тема 9 «Биогеохимические циклы»

1. Круговорот воды в биосфере. Запасы воды на Земле. Антропогенные изменения круговорота.
2. Круговорот углерода. Особенности круговорота в водных и наземных экосистемах. Запасы органического и неорганического углерода. Антропогенные изменения круговорота.
3. Круговорот кислорода. Резервный фонд круговорота кислорода, источники поступления кислорода в биосферу.
4. Круговорот азота. Фиксация азота и вовлечение его в биогеохимический круговорот. Симбиотические и свободно живущие организмы – фиксаторы азота. Антропогенные изменения круговорота.
5. Круговорот фосфора. Антропогенные нарушения круговорота фосфора.
6. Круговорот серы. Резервный фонд серы. Микробиологические процессы в круговороте серы. Поступление серы в атмосферу. Антропогенные нарушения круговорота серы.
7. Круговорот щелочных и щелочно-земельных металлов. Круговорот тяжелых металлов в биосфере.
8. Дефицитность и избыточность химических элементов в биосфере. Биогеохимические провинции и эндемии.

Тема 10 «Геохимия биосферы»

1. Геохимические барьеры. Понятие. Классификации.
2. Механические барьеры
3. Кислородный (окислительный) геохимический барьер
4. Восстановительные барьеры: сероводородный барьер и глеевый

5. Сорбционные и кислотно-щелочные барьеры
6. Термодинамические барьеры (температурный и декомпрессионный) и испарительные барьеры
7. Техногенные геохимические барьеры
8. Опыт создания геохимических барьеров для улучшения экологической обстановки

Тема 11 «Функции биосферы»

1. Энергетическая функция.
2. Концентрационная функция.
3. Деструктивная функция.
4. Средообразующая функция.
5. Транспортная функция.
6. Геохимическое единство и метаболическая карта

Тема 12 «Происхождение человека, его биологическая эволюция»

1. Развитие представлений о происхождении человека.
2. Доказательства животного происхождения человека. Место человека в зоологической системе.
3. Происхождение приматов и основные этапы их филогенеза. Формирование преадаптаций к гоминизации.
4. *Протоантропы*: дриопитеки, австралопитеки – этап биологической эволюции.
5. *Архантропы*: человек умелый, человек прямоходящий – этап биосоциальной эволюции.
6. *Палеоантропы*: тупиковая ветвь классических европейских неандертальцев.
7. *Неоантропы*: кроманьонцы, люди современного типа (человек разумный).
8. Возникновение второй сигнальной системы и её роль в формировании человека разумного.
9. Вопрос о центрах происхождения человека. Расогенез. Половой отбор.
10. Особенности эволюции человека на современном этапе.

Тема 13 «Место человека в биосфере. Становление агросферы»

1. Особенности экологической ниши человека и возможности её изменения.
2. Присваивающие и производящие типы хозяйства.
3. Концепция хозяйственно-культурных типов, их связь с регионами биосферы.
4. Происхождение домашних животных и культурных растений, основные центры их происхождения.
5. Техногенез. Этапы техногенеза.
6. Степень согласованности деятельности человека с законами и принципами общей экологии
7. Роль агроценозов в биосфере, сравнение с биогеоценозом.
8. Изменение плодородия почв на различных этапах развития общества.

Тема 14 «Место человека в биосфере. Развитие техники и энерговооруженности человечества»

1. Становление техносферы.
2. Регуляторная функция человека в биосфере.
3. Ноосфера. Появление понятия ноосферы. Концепция ноосферы Тейяра де Шардена и Э.Леруа .
4. Концепция ноосферы Вернадского. Современное понимание понятия «ноосфера».

Тема 15 «Устойчивость биосферы»

1. Формирование условий существования биосферы

2. Факторы, повлиявшие на состав атмосферы
3. Факторы постепенных изменений в биосфере
4. Факторы быстрых изменений в биосфере (революционные).
5. Концепция биотической регуляции
6. Механизмы биотической регуляции.

Тема 16 «Прогнозные сценарии дальнейшей эволюции биосферы человечества»

1. Международное сотрудничество в области охраны окружающей природной среды (Рио, 1992 и др.),
2. Сценарии выхода из глобального экологического кризиса
3. Прогноз «ядерной зимы» (Н.Н. Моисеев). Есть ли альтернатива?
4. Малые замкнутые системы (Экосистема в бутылке Д. Латимера, Ecosphere и др.)
5. Создание искусственных аналогов биосферы (БИОСЗ, Марс 500, "Юэгу-1").
6. Результаты эксперимента по созданию «Биосферы-2»
7. Марсианские проекты

Тема 17 «Современные возможности контроля биосферных процессов»

1. Биологическое разнообразие, его значение в существовании биосферы и необходимость сохранения. Снижение биоразнообразия на современном этапе.
2. Методы сохранения биоразнообразия на организменном уровне
3. Мониторинг биосферы, его задачи и методы реализации.
4. Особо Охраняемые Природные Территории (виды и основные отличия)
5. Биосферные заповедники. «Биосферные заповедники Российской Федерации».
6. Особо охраняемые территории Челябинской области (виды, значение)
7. Южно-Уральский государственный природный заповедник
8. Национальный природный парк «Таганай»
9. Национальный природный парк «Зюраткуль»

Тема 18 «Неизбежность новой технической революции»

1. Прогноз тенденций развития ноосферы.
2. Необходимость конвергенции.
3. Естественнонаучное обоснование экологической морали и этики.
4. Принципы: минимум диссипации энергии, максимум замкнутости метаболизма, нравственный экологический императив.

База вопросов для дискуссии.

Тема 3 «Происхождение Солнечной системы и планеты Земля»

1. Как вы оцениваете современные теории формирования планет Земной группы и газовых гигантов? Какие недостатки у данных теорий?

Тема 4 «Гипотезы возникновения жизни на Земле»

1. Какая гипотеза возникновения жизни, на ваш взгляд, более достоверная?
2. Какие гипотезы решают проблему хиральности биологических молекул?

Тема 5 «Биосфера как арена жизни»

1. Эпохи катастрофического снижения видового разнообразия в истории биосферы, причины.
2. Эволюция энергетических процессов: хемосинтез, фотосинтез, брожение, дыхание

Тема 6 «Биосфера как единое целое»

1. Какой фактор является ведущим среднеобразующим в образовании подсфер?
2. В каких геосферах сосредоточена Жизнь? Определите границы Жизни.
3. В чем выражается диссимметричность биосферы?

Тема 7 «Сущность жизни. Биоразнообразие»

1. Какими из функций биосферы в основном определяется структура и распределение живого вещества на земной поверхности, в атмосфере и гидросфере?
2. В чем состоит причина различий показателей биомассы и продуктивности экосистем

Мирового океана и континентов.

Тема 15 «Устойчивость биосферы»

1. Как вы оцениваете вероятность действия лесного насоса? Может ли вырубка леса являться основной причиной изменения климата на Земле и учащения природных катастроф?

База вопросов для рефератов

Тема 9 «Биогеохимические циклы»

Механизмы функционирования биосферы – биологический круговорот веществ, понятие. Большой (геологический) и малый (биотический) круговороты.

Тема 8 «Энергетика биосферы»

Энергия в окружающей среде. Формы и виды энергии

Тема 13 «Место человека в биосфере. Становление агросферы»

Структура среды обитания человека и тенденции ее развития ее формирования.

Тема 17 «Современные возможности контроля биосферных процессов»

1. Заповедники и Нацпарки ЧО и Башкирии.
2. Национальный природный парк «Таганай»
3. Национальный природный парк «Зюраткуль»
4. Восточно-Уральский заповедник
5. Ильменский государственный заповедник
6. Природно-ландшафтный и историко-археологический центр «Аркаим»

База вопросов тестовых заданий

1. Тестовые задания для Темы 1 «Научные предпосылки возникновения учения о биосфере. Понятие о биосфере»

1. Какое количество вторичной продукции передается от предыдущего к последующему трофическому уровню консументов? а) 60 %; б) 50 %; в) 90 %; г) 10 %
2. Автотрофные организмы, способные производить органические вещества из неорганических компонентов, используя фотосинтез или хемосинтез, называются ... а) продуцентами; б) макроконсументами; в) микроконсументами; г) гетеротрофами.
3. Как называют общую биомассу, создаваемую растениями в ходе фотосинтеза? а) валовая первичная продукция; б) чистая первичная продукция; в) вторичная продукция
4. Оболочка Земли, образуемая почвенным покровом, называется ... а) педосферой; б) земной корой; в) литосферой; г) биосферой
5. Термин «биосфера» впервые применил в 1875 году ... а) Э.Зюсс; б) Ж. Кювье; в) Л. Пастер; г) Т. Мальтус
6. Биосфера – оболочка Земли, состав, структура и свойства которой в той или иной степени определяется настоящей или прошлой деятельностью ... а) животных; б) растений; в) микроорганизмов; г) живого вещества.

7. Верхняя часть литосферы, населенная геобионтами и входящая в биосферу, называется ... а) аэробииосферой; б) гидробиосферой; в) геобиосферой
8. В состав биосферы по В. И. Вернадскому входят такие типы веществ как живое, косное, биогенное, биокосное, радиоактивное, космическое и ... а) абиогенное; б) палеобиогенное; в) рассеянные атомы; г) биотическое.
9. Каким свойством не обладает живое вещество? а) движением не только пассивным, но и активным; б) способностью быстро занимать все свободное пространство; в) снижением видового разнообразия; г) устойчивостью при жизни и быстрым разложением после смерти
10. К большому геологическому круговороту относится ... а) круговорот воды; б) круговорот фосфора; в) круговорот кислорода; г) круговорот азота.
11. Углерод вступает в круговорот веществ в биосфере и завершает его в форме ... а) углекислого газа; б) углеводов; в) известняка; г) угарного газа.
12. Как называется гипотеза о том, что жизнь на Землю была занесена из космоса, и прижилась здесь, после того как на Земле сложились благоприятные для этого условия? а) панспермии; б) стационарного состояния; в) креационизма; г) абиогенеза
13. Какой ученый высказал в 1924 году предположение о том, что живое возникло на Земле из неживой материи в результате химической эволюции – сложных химических преобразований молекул? а) С. Миллер; б) А. И. Опарин; в) В. И. Вернадский; г) Э. Леруа.
14. Сфера разума, высшая стадия развития биосферы, когда разумная человеческая деятельность становится главным, определяющим фактором ее развития, называется ... а) техносферой; б) антропосферой; в) ноосферой; г) биосферой.
15. Живым веществом называют (укажите наиболее полный вариант):
а) совокупность всех живых организмов, неразрывно связанная с биосферой
б) совокупность живых организмов и мест их обитания
в) органические вещества, полученные при участии живых организмов
16. Абсолютное большинство биомассы в биосфере составляют:
а) микроорганизмы б) животные в) растения г) грибы
17. Понятие «живое вещество» ввел:
а) В.И.Вернадский б) Ж.Бюффон в) П.Тейяр де Шарден г) В.Н.Сукачев
18. Функции живого вещества (выберите наиболее правильный вариант):
а) газовые, концентрационные, окислительно–восстановительные, транспортные, деструктивные,
б) жидкостные, воздушные, физико-химические, функции расщепления атомов, биогеохимические функции человека
в) газовые, биохимические, концентрационные, окислительно–восстановительные, поляризационные, ноосферные функции человека
19. Самая главная функция биосферы, которой в значительной мере определяется структура и распределение живого вещества на земной поверхности, в атмосфере и гидросфере – а) концентрационная б) газовая в) биохимическая
20. Нижняя граница биосферы достигает:
а) наиболее глубоких впадин Мирового океана, на суше – 3–4 км
б) средних глубин гидросферы Земли, на суше – до 1 км
в) зоны фотосинтеза в Мировом океане, на суше – мощности коры выветривания (16 км)
21. Биосфера, по В.И.Вернадскому, это –
а) организованная, определенная оболочка земной коры, сопряженная с жизнью
б) водная оболочка Земли
в) организованная определенная оболочка земной коры, сопряженная с деятельностью человека
22. Среди космических факторов, воздействующих на Землю в целом, наиболее значительным является:
а) солнечное излучение б) гамма-излучение в) метеоритные дожди
23. Былыми биосферами В.И.Вернадский назвал:

- а) сохранившиеся остатки биосферы прошлых геологических периодов
б) полностью исчезнувшие биосферы
в) переплавленные базальты, габбро и другие глубинные горные породы
- 24. Авторами понятия «ноосфера» и ноосферной концепции являются:**
а) П. Тейяр де Шарден и Э. Леруа б) В. И. Вернадский в) П. А. Флоренский
- 25. Верхняя граница биосферы проходит:**
а) над кронами самых высоких деревьев б) по границе тропосферы в) по границе озонового экрана
- 26. Пределы жизни в биосфере определяются:**
а) температурой кипения воды 100°C
б) температурой абсолютного нуля (-273°C)
в) высокой степенью пластичности жизни к экстремальным условиям среды
г) пластичностью жизни к оптимальным условиям среды
- 27. Значение озонового слоя для биосферы в том, что он поглощает**
а) ультрафиолетовое излучение; б) инфракрасное излучение; в) рентгеновское излучение;
г) видимый свет
- 28. Как называется геохимическая функция живого вещества, заключающаяся в связывании солнечной энергии и последующем рассеянии ее при потреблении и минерализации органического вещества?**
а) окислительно-восстановительная; б) концентрационная; в) энергетическая; г) транспортная.
- 29. Концентрационная функция живого вещества состоит в способности:**
а) живых организмов накапливать и передавать по пищевой цепи энергию;
б) зеленых растений использовать CO₂ и выделять в атмосферу O₂;
в) хемоавтотрофов окислять химические элементы;
г) живых организмов накапливать различные химические элементы.
- 30. Нефть относится:**
а) к космическому веществу; б) к биокосному веществу; в) к биогенному веществу.
- 31. Круговорот углерода принадлежит:**
а) к осадочному типу; б) к газовому типу.
- 32. Фотосинтез лежит в основе:**
а) деструктивной; б) концентрационной; в) энергетической функции.
- 33. Марганец является:**
а) макроэлементом; б) микроэлементом; в) ультрамикроэлементом.
- 34. К основным биогенным элементам не относятся:**
а) азот; б) фосфор; в) селен; г) сера.
- 35. Пленка жизни на поверхности Мирового океана называется:**
А) планктон в) бентос Б) нектон г) нейстон.
- 36. К космическому веществу биосферы относятся:**
А) нефть, каменный уголь, известняк б) гранит, базальт в) вода, почва г) растения, животные, бактерии, грибок.
- 37. Ноосфера – это:** А) сфера прошлой жизни в) сфера будущей жизни Б) сфера разумной жизни г) правильного ответа нет.
- 38. Жизнь организмов в почве скорее всего может ограничиваться**
А) количеством проникающего света
Б) количеством углекислого газа в почве
В) количеством наземной растительности
Г) количеством выпадающих осадков
- 39. Кто является основным потребителем углекислого газа в биосфере?**
А) продуценты Б) консументы В) редуценты Г) продуценты, консументы и редуценты
- 40. Озоновый экран впервые возник в атмосфере Земли в результате**
А) химических процессов, происходящих в литосфере
Б) химических превращений веществ в гидросфере В) жизнедеятельности водных растений
Г) жизнедеятельности наземных растений
- 41. Клубеньковые бактерии на корнях бобовых растений обладают способностью усваивать молекулярный азот атмосферы, выполняя в биосфере функцию**
А) газовую Б) концентрационную В) окислительно-восстановительную Г) биогеохимическую
- 42. Животные, участвуя в круговороте веществ в биосфере,**
А) используют кислород атмосферы

- Б) способствуют накоплению кислорода в атмосфере
В) синтезируют на свету органические вещества из неорганических
Г) способствуют образованию торфа
- 43. Согласно правилу пирамиды чисел общее число особей, участвующих в цепях питания, с каждым звеном**
А) уменьшается Б) увеличивается В) остается неизменным Г) изменяется циклически
- 44. Необходимое условие устойчивого развития биосферы–**
А) сокращение численности хищных животных
Б) создание искусственных агроценозов В) уничтожение насекомых-вредителей сельскохозяйственных культур Г) **сохранение разнообразия видов растений и животных в экосистеме**
- 45. Круговорот веществ в биосфере происходит за счет энергии**
А) солнечной Б) земных недр В) расщепления органических веществ Г) запасенной хемосинтезирующими организмами
- 46. Благодаря какой функции живого вещества образовались скопления известняка в земной коре?**
А) окислительно-восстановительной Б) репродуктивной В) **концентрационной** Г) энергетической
- 47. Установите соответствие**

Ниже перечислены источники химических веществ в биосфере. Распределите их в нужном порядке

Химический элемент	Источники химических веществ
1. азот 2. кислород 3. углерод	А) фотосинтез Б) белки В) мел Г) выхлопные газы Д) угольные шахты Е) гроззовые разряды Ж) клубеньковые бактерии З) нефть

- 48. Какая экосистема имеет сбалансированный круговорот веществ и большое разнообразие видов?**
А) молодая Б) искусственная В) **устойчивая** Г) формирующаяся
- 49. Косное вещество – это**
А) животные, растения, грибы Б) газ, торф В) **горные породы, сформированные в результате извержения вулканов** Г) почва, ил
- 50. Загрязнение атмосферы оксидами серы и азота способствует**
А) разрушению озонового слоя Б) вымыванию из почвы питательных веществ В) **выпадению кислотных дождей и уничтожению лесов** Г) разрушению структуры пахотного слоя

1 г	11 а	21 а	31 б	41 б		
2 а	12 б	22 а	32 в	42 а		
3 а	13 б	23 а	33 б	43 а		
4 а	14 б	24 аб	34 в	44 г		
5 а	15 а	25 в	35 а	45 а		
6 г	16 в	26 а	36 б	46 в		
7 в	17 а	27 а	37 б	47 1бже	2а	3вгдз
8 в	18 а	28 в	38 в	48 в		
9 в	19 в	29 г	39 а	49 в		

2. Тестовые задания для Темы 4 «Гипотезы возникновения жизни на Земле»

1. Жизнь на земле создана Творцом – это положение гипотезы:

- А) **креационизма;**
Б) панспермии
В) стационарного состояния
Г) биопоэза

2. **Живые организмы зарождаются самопроизвольно, источником зарождения могут служить либо неорганические соединения, либо гниющие органические остатки – это положения гипотезы:**
А) креационизма;
Б) панспермии
В) стационарного состояния
Г) **самозарождения**
3. **Земля никогда не возникала, а существовала вечно и всегда была способна поддерживать жизнь – это положение гипотезы:**
А) креационизма;
Б) панспермии
В) **стационарного состояния**
Г) самозарождения
4. **Виды животных и растений существовали всегда – это положение гипотезы:**
А) креационизма;
Б) панспермии
В) **стационарного состояния**
Г) самозарождения
5. **Жизнь на Землю занесена случайно или преднамеренно космическими телами или космическими пришельцами - это положение гипотезы:**
А) креационизма;
Б) **панспермии**
В) стационарного состояния
Г) самозарождения
6. **Жизнь возникла на земле как результат длительной эволюции органических соединений, т.е. абиогенным путем (из неживых элементов) - это положение гипотезы:**
А) креационизма;
Б) панспермии
В) стационарного состояния
Г) **биохимической эволюции, или коацерватной.**
7. **Жизнь на Земле возникла абиогенным путем («живое от неживого») - это положение гипотезы:**
А) биохимической эволюции, или коацерватной;
Б) самопроизвольного зарождения
В) стационарного состояния
Г) креационизма.
8. **Сторонники гипотезы самопроизвольного зарождения:**
А) **Аристотель, Платон;**
Б) Опарин, Миллер
В) Миллер, Холдейн
Г) Г. Рихтер, Дж.Томсон и Г.Гельмгольц
9. **Сторонники гипотезы панспермии:**
А) Аристотель, Платон;
Б) Опарин, Миллер
В) Миллер, Холдейн
Г) **Г. Рихтер, Дж.Томсон и Г.Гельмгольц.**
10. **Гипотезу биохимической эволюции доказали:**

- А) Аристотель, Платон;
- Б) А.И Опарин, С. Миллер, Д. Холдейн**
- В) Ф. Крик
- Г) Г. Рихтер, Дж. Томсон и Г. Гельмгольц.

11. Как называется модель Дж. Лавлока, демонстрирующая жизнь, как самоорганизующуюся систему

- А) «Земля-Солнце»
- Б) «Маргаритковый мир»**
- В) «Земля-снежок»
- Г) «Модель расширяющейся Вселенной»

12. Появление фотосинтеза привело к:

- А) возникновению многоклеточности;
- Б) возникновению бактерий;
- В) накоплению кислорода в атмосфере;**
- Г) возникновению полового процесса.

13. Биогенез - это:

- А) развитие биологии;
- Б) философское учение;
- В) возникновение живого от живого;**
- Г) изучение природы.

Вопросы:

1. Какой способ питания был у первых существ? Почему?
2. Опишите состояние древней атмосферы
3. В чём заключается сущность гипотезы возникновения эукариот путём симбиогенеза?
4. Приведите примеры саморегулирующей способности биосферы
5. Согласно какой гипотезе, простейшие элементы живого вещества возникли из метана, нитратов и фосфатов под поверхностью Земли или под морским дном внутри сотовых структур гидратов углеводородов?
6. Кто такой последний универсальный общий предок?
7. Какие великие массовые вымирания в истории Земли вы знаете?
8. Какие существуют гипотезы появления многоклеточных организмов?

3. Тестовые задания для Темы 11 «Функции биосферы»

1. Прочтите внимательно стихотворение древнеримского поэта Овидия.

Найдите в нем пищевые связи. Составьте цепи питания.

... Свирепый волк с кормящею волчат
Волчицей – гроза невинных стад;
Орел, стремясь из-под небес стрелою
Грозит голубке смертью злою;
Голубка ж, как овца должна,
Кормясь губить ростки и семена.
Охотнице сове средь ночи темной
Не жаль певца любви и неги томной,
А соловей съедает светляка,
Не посмотрев на прелесть огонька.
Светляк же, ночи светоч оживленный,

Вползая вверх, цветок съедает сонный...

Ответ: ростки и семена – голубка-орел

Светляк-соловей-сова

Ростки и семена-овца-волк

2. На основе правила экологической пирамиды определите, сколько необходимо планктона (водорослей и бактерий), чтобы в Чёрном море вырос и мог существовать один дельфин массой 400 кг? Пищевая цепь: фитопланктон → зоопланктон → хищная мелкая рыба → дельфин

Ответ 400000 кг

3. Заполните таблицу (по одному примеру)

Функции живого вещества	Примеры видов или групп, осуществляющих процессы	Результаты процессов
Концентрационная		
Транспорт веществ		
Деструктивная		
Газовая		
Средообразующая		

Ответ:

Функции живого вещества	Примеры видов или групп, осуществляющих процессы	Результаты процессов
Концентрационная	Диатомовые водоросли	Накопление кремния
Транспорт веществ	насекомое	Перенос пыльцы
Деструктивная	рыбы	Разрушение коралла с выделением кальция
Газовая	Зеленые растения	Образование кислорода
Средообразующая	крот	почвообразование

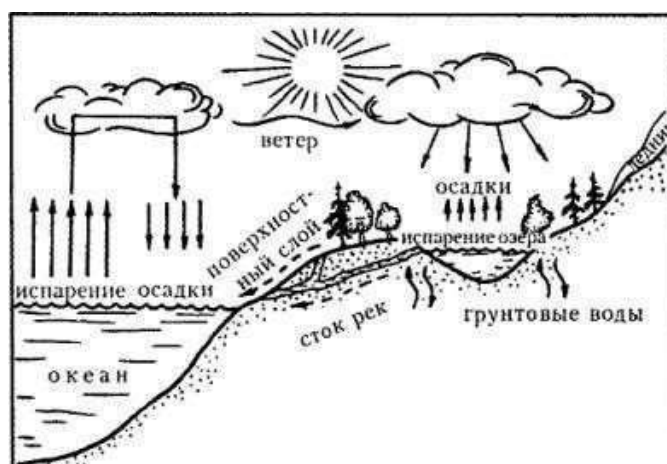
4. Какие утверждения справедливы?

А. Аэрозоли отражают солнечный свет и тем самым способствуют уменьшению альбедо Земли.

Б. Извержения вулканов способствуют увеличению альбедо Земли.

1) только А 2) только Б 3) и А, и Б 4) ни А, ни Б

5. **Круговорот какого вещества или соединения изображен на рисунке? Дорисуйте схему. Ответ: круговорот воды, стрелка вверх от растений (транспирация).**



Вопросы для подготовки к зачету

1. Предпосылки возникновения учения о биосфере

Представление об оболочке Земли, где сосредоточена жизнь, возникло очень рано.

1600 г – книга Уильяма Гимберта, в которой он выделил особую оболочку «скорлупу жизни», к которой приурочена жизнь – прообраз биосферы.

Впервые термин "биосфера" встречается во второй половине XVIII в. в трудах французского исследователя эпохи Просвещения Ламарка. Потом, в начале XIX века, это понятие об особой оболочке нашей планеты, сфере жизни, широко использовал А. Гумбольдт в своем труде "Космос". Эту оболочку он называл лебенссферой. Впервые термин "биосфера" для обозначения сферы жизни использовал великий австрийский геолог Эдвард Зюсс в 1875 г. То, что именно он стал употреблять термин биосфера в нашем современном понимании, далеко не случайно. Это произошло вследствие того, что геология во второй половине XIX века далеко опередила все другие естественные науки по методам систематизации огромного накопленного фактического материала. Однако Зюсс рассматривал биосферу в чисто топологическом смысле – как пространство, заполненное жизнью. Термин вошел в обиход, не имея четкого определения.

Однако развернутое учение о биосфере было создано и разработано академиком Владимиром Ивановичем Вернадским, который в 1911 году начал использовать термин «биосфера», а в 1926 году опубликовал свой классический труд «Биосфера». Обратите внимание на две даты: 1884 г. и 1926 г. В 1884 году В.И. Вернадский в своем студенческом докладе на заседании Научно-литературного общества впервые высказал идею о существовании особой геологической оболочки, в которой сосредоточены все живые организмы. 1926 г. – это год выхода его работы "Биосфера". Учение о биосфере Вернадского получило свое дальнейшее развитие в связи с предложением в 1935 Артура Тэнсли концепции экосистемы. Экосистема — интерактивные системы, установленные между биоценозом (группа живых существ), и их биотопов, окружающей средой, в которой они живут. Это основные единицы природы на Земле. Внутри каждой такой системы идет обмен разного рода не только между организмами, но и биотическими и абиотическими компонентами. Ведущий компонент – растительность.

В СССР в конце 30-х годов Сукачев разработал теорию биогеоценоза, согласно которой органическое сообщество составляет динамическое единство с абиотическими условиями, приуроченными к известному пространству. По Сукачеву, "биогеоценоз - это совокупность на известном протяжении земной поверхности однородных природных явлений (атмосферы, горной породы, растительности и животного мира и мира микроорганизмов, почвы и гидрологических условий), имеющая свою особую специфику взаимодействия этих слагающих ее компонентов и определенный тип обменов веществом и энергией их между собой и с другими явлениями природы и представляющая собой внутренне противоречивое диалектическое единство, находящееся в постоянном движении, развитии.

В 50-60 гг. появилось и развилось новое направление науки – кибернетика (1948 Винер) и общая теория систем (Людвиг фон Берталанфи). Основаны на механизмах управления с помощью обратной связи – саморегуляции. Много нового Л. Берталанфи внес в познание открытых систем. Он изучал обмен системы со своей внешней средой веществом, энергией и информацией и показал, что в открытой системе устанавливается динамическое равновесие. Оно направлено вопреки второму закону термодинамики в сторону усложнения организации за счет ввода извне информации и энергии. Внесение этих идей в экологию дало толчок к развитию представлений о самоорганизации и саморегуляции экосистем и биосферы в целом.

Т.о. появился ряд направлений развития научной концепции биосферы.

Современные концепции биосферы:

Гипотеза геи Лавлока – Маргулис. Представление о биологическом «контроле» на биосферном уровне факторов абиотической среды и существовании сложной, живой, саморегулирующейся системы поддержания на Земле условий благоприятных для жизни. Атмосфера Земли, создающая стабильные и благоприятные условия для жизни, сама пребывает в крайне неустойчивом состоянии с точки зрения законов химического равновесия: ее равновесие поддерживается самой жизнью, которая ранее создала современную атмосферу.

У нас в стране сходные представления (проблемы гомеостаза на уровне популяций, сообществ и биосферы в целом) развивал И.А. Шилов и развивает (биологическая регуляция окружающей среды) В.Г. Горшков. Представления о биотическом механизме регуляции окружающей среды на основе высокой степени замкнутости круговорота углерода (высокой степени скоррелированности потоков синтеза и распада органического вещества), разрабатываемые с начала 80-х годов биофизиком В.Г. Горшковым. Регулирующая система «Гея» делает Землю сложной, но единой кибернетической системой. Дж. Лавлок согласен, что «поиски Геи» могут быть долгими и трудными, поскольку в интегрированном механизме регуляции такого масштаба должны участвовать сотни разных процессов.

2. Теории происхождения Вселенной (теория статичной вселенной Канта, теория Большого взрыва)

Теория Канта

Переходя к изложению различных космогонических гипотез, сменявших одна другую на протяжении двух последних столетий, начнем с гипотезы великого немецкого философа Иммануила Канта. Согласно Канту, под действием гравитационных сил притяжения и сил отталкивания вещества хаотическая материя туманности постепенно сгущалась в более организованные формы, образовав в центре массивное Солнце, а вокруг него планеты. Кант высказал также предположение о существовании иных галактик за пределами нашей галактики, и предположение о замедлении суточного вращения Земли приливными силами. Кант считал, что солнечная система возникла из некой первичной материи, до того свободно рассеянной в космосе. Частицы этой материи перемещались в

различных направлениях и, сталкиваясь друг с другом, теряли скорость. Наиболее тяжелые и плотные из них под действием силы притяжения соединялись друг с другом, образуя центральный сгусток - Солнце, которое, в свою очередь, притягивало более удаленные, мелкие и легкие частицы. Таким образом возникло некоторое количество вращающихся тел, траектории которых взаимно пересекались. Часть этих тел, первоначально двигавшихся в противоположных направлениях, в конечном счете были втянуты в единый поток и образовали кольца газообразной материи, расположенные приблизительно в одной плоскости и вращающиеся вокруг Солнца в одном направлении, не мешая друг другу. В отдельных кольцах образовывались более плотные ядра, к которым постепенно притягивались более легкие частицы, формируя шаровидные скопления материи; так складывались планеты, которые продолжали кружить вокруг Солнца в той же плоскости, что и первоначальные кольца газообразного вещества. По Канту, у Земли раньше было кольцо, как у Сатурна, но состояло оно из воды. А известный всем всемирный потоп является следствием разрушения этого кольца.

Теория большого взрыва

В конце 40-х г. XX века американский физик советского происхождения Георгий Гамов (ученик А.Фридмана) предложил модель горячей Вселенной, согласно которой на ранних стадиях расширения вселенной ее вещество и излучение были не только очень плотными, но и очень горячими. Затем в указанной модели материя вселенной начала расширяться. Момент начала расширения позднее получил наименование "Большого Взрыва" (большого хлопка - Big Bang). Такое же название носит и сама гипотеза расширяющейся горячей Вселенной - гипотеза "Большого Взрыва". Как считается, в 1965 г. эта модель получила экспериментальное подтверждение, когда американские ученые А.Пензиас и Р.Вильсон открыли в космосе изотропное микроволновое фоновое (реликтовое) излучение, предсказанное гипотезой Г.Гамова. В 1963 году перед ними была поставлена задача выяснить природу шумов в радиодиапазоне, создающих помехи для радиосвязи. Отметя целый ряд вероятных причин (вплоть до загрязнения антенн голубиным пометом), они пришли к выводу, что источник стабильного фонового шума находится за пределами нашей Галактики.

По этой теории в момент взрыва наша Вселенная была всего лишь небольшим, раскаленным до миллиардов градусов, шаром, и при этом невероятно плотным.

Период взрыва в науке о космосе получил название космическая сингулярность. В момент взрыва и частицы матери разлетелись в разные стороны с колоссальной скоростью. Следующий же после взрыва момент, когда юная Вселенная начала расширяться и назвали Большим взрывом.

Разлетевшиеся во все стороны раскаленные частицы имели слишком высокую температуру и не могли соединяться в атомы. Этот процесс начался гораздо позже, спустя, примерно, миллион лет, когда новообразовавшаяся Вселенная охладилась до температуры в 4000С.

Первыми стали образовываться такие химические элементы как водород и гелий. По мере охлаждения Вселенной, образовывались и другие химические элементы, более тяжелые из них. Характерно, что данный процесс образования элементов и атомов продолжается и в настоящее время, в недрах каждой звезды, включая и наше Солнце. Температура ядер звезд по-прежнему очень высока.

При остывании частиц они собирались в облака газа и пыли. Сталкиваясь, частицы слипались между собой, образуя единое целое. Главными силами, влияющими на это объединение, стали силы гравитации. Именно благодаря процессу притягивания мелких объектов к более крупным, и образовались планеты, звезды и галактики.

Первоначально модель расширяющейся Вселенной носила гипотетический характер и не имела эмпирического подтверждения. Однако в 1929 г. американский астроном Э. Хаббл обнаружил эффект «красного смещения» спектральных линий (смещение линий к красному концу спектра). Это было истолковано как следствие эффекта Доплера — изменение частоты колебаний или длины волн из-за движения источника волн и наблюдателя по отношению друг к другу. «Красное смещение» было объяснено как следствие удаления галактик друг от друга со скоростью, возрастающей с расстоянием. Согласно последним измерениям увеличение скорости расширения составляет примерно 55 км/с на каждый миллион парсек.

В результате своих наблюдений Хаббл обосновал представление, что Вселенная — это мир галактик, что наша Галактика — не единственная в ней, что существует множество галактик, разделенных между собой огромными расстояниями. Вместе с тем Хаббл пришел к выводу, что межгалактические расстояния не остаются постоянными, а увеличиваются. Таким образом, в естествознании появилась концепция расширяющейся Вселенной.

3. Теории образования Солнечной системы и Земли (небулярная теория П. Лапласа, планетезимальная теория – Т. Чемберлен)

Теория Лапласа-космогоническая гипотеза о происхождении Солнечной системы из сжимающегося раскаленного газа была разработана французским ученым Пьером Лапласом (1749-1827). Гипотеза Лапласа была популярна довольно длительное время, почти сто лет. Лаплас писал о сжатии первичной туманности под действием гравитации и о том, что ее вращение будет при этом ускоряться в соответствии с законом сохранения момента импульса. Когда вращение, полагал он, становится слишком быстрым, от экватора будущего Солнца отделяются кольца газа, из которых потом формируются планеты. Согласно этой гипотезе, на ранней стадии эволюции Солнечная система представляла собой вращающуюся туманность, под действием силы тяжести которой происходило сжатие протосолнца. По мере сжатия увеличивалась центробежная сила на краю сплюснутого протосолнца, и от него отделялось гигантское кольцо, которое постепенно охлаждалось и разрывалось на отдельные части, образуя планеты. По мнению Лапласа, такой отрыв кольца происходил несколько раз. Спутники планет образовались аналогичным способом.

Планетезимальная теория – Т. Чемберлен

О прямом столкновении звезд, как причине формирования планет, писали многие, пока в начале XX века американский астроном Форест Рей Мультон и американский геолог Томас Краудер Чемберлин не опубликовали свою собственную гипотезу, в которой впервые рассматривалась возможность воздействия на Солнце звезды без непосредственного контакта с ней, но траектория которой каким-то образом пересекалась с траекторией нашего светила. При этом они исходили из предпосылки, что звезды в принципе могут сближаться и проходить на не очень большом расстоянии друг от друга. А если так, то приблизившаяся звезда вполне могла вызвать на поверхности Солнца приливы, столь мощные, что часть вещества была выброшена из Солнца по

направлению к звезде. По мысли Мультона и Чемберлина, дальнейшие события должны были развиваться следующим образом. Возмущающая сила звезды (продолжавшей двигаться) придавала выброшенным массам движение в сторону за собой. В зависимости от скоростей этих масс и их направлений часть из них должна была упасть обратно на Солнце, другая часть - разлететься по гиперболическим орбитам, а третья - приобрести вращательное движение в одной плоскости и в одном направлении.

Ну а дальше, согласно Мильтону и Чемберлину, вступал в действие аппарат небулярной гипотезы: первоначально выброшенное вещество представляло собой рой небольших, сравнительно плотных частиц, сгустившихся из масс газа - зародышей планет, которые они называли планетезималями. Путем объединения планетезималей и образовались современные планеты. При этом, согласно данной гипотезе, все планеты (за исключением Юпитера) с самого начала были твердыми.

4. Гипотезы возникновения жизни на Земле (креационизм; самопроизвольное зарождение; теория стационарного состояния; теория панспермии)

(от лат. creatio, род.п. creationis — творение) — теологическая и мировоззренческая концепция, согласно которой основные формы органического мира (жизнь), человечество, планета Земля, а также мир в целом, рассматриваются как непосредственно созданные Творцом или Богом.

Креационистские концепции варьируют от чисто религиозных до претендующих на научность. Такие направления, как «научный креационизм» и появившаяся в середине 1990-х годов нео-креационистская концепция «Разумного замысла», утверждают, что имеют научное основание. Однако, научным сообществом эти концепции признаны псевдонаучными, поскольку противоречат научным данным, а также не соответствуют критериям верифицируемости, фальсифицируемости и принципу Оккама

Помимо разработки сугубо богословских идей, в креационизме предпринимается ряд попыток обосновать сотворенность мира, оставаясь в рамках методологии естествознания XVIII — начала XIX веков с некоторыми оговорками: в отличие от натурфилософии прошлого, как правило, признаётся изменяемость видов растений, животных и бактерий, а также принимается постулат об изменяемости законов природы. Среди приверженцев такого подхода есть сторонники как буквального, так и метафорического креационизма.

«Наука о сотворении» или «научный креационизм» (англ. CreationScience) — течение в креационизме, сторонники которого утверждают, что можно получить научные подтверждения библейского акта творения и, шире, библейской истории (в частности, Всемирного потопа), оставаясь в рамках научной методологии.

Согласно теории стационарного состояния, Земля никогда не возникала, а существовала вечно; она всегда была способна поддерживать жизнь, а если и изменялась, то очень незначительно.

Сущность гипотезы самозарождения заключается в том, что живые предметы непрерывно и самопроизвольно возникают из неживой материи, скажем из грязи, росы или гниющего органического вещества. Она же рассматривает случаи, когда одна форма жизни трансформируется непосредственно в другую, например зерно превращается в мышь. Эта теория господствовала со времен Аристотеля (384–322 г. до н. э.) и досередины XVII в., самозарождение растений и животных обычно принималось как реальность. В последующие два столетия высшие формы жизни были исключены из

списка предполагаемых продуктов самозарождения — он ограничился микроорганизмами. Литература того времени изобиловала рецептами получения червей, мышей, скорпионов, угрей и т. д., а позднее — микроорганизмов. В большинстве случаев все "рекомендации" сводились к цитатам из работ древнегреческих и арабских авторов: значительно реже встречались подробные описания экспериментов. Ниспровергателем данной теории стал Франческо Реди (1626–1697), физик-экспериментатор, известный поэт и один из первых ученых-биологов современной формации, Реди не только не подтвердил распространенное тогда мнение о самозарождении перечисленных животных, а, напротив, в большинстве случаев продемонстрировал, что на самом деле они рождаются из оплодотворенных яиц. Таким образом, результаты его тщательно проведенных опытов опровергли представления, сформировавшиеся в течение 20 столетий.

Идея заселения Земли из Космоса возникла под впечатлением крушения теории самозарождения. В XIX веке считалось, что жизнь никогда и нигде не возникает, она существует вечно, наподобие материи или энергии. «Зародыши жизни», блуждая в мировом пространстве, время от времени попадают на подходящую по условиям планету, и там они дают начало биологической эволюции (Г. Гельмгольц и У. Томсон). • В начале XX века теория панспермии была развита Сванте Аррениусом (1859–1927). Теория панспермии не решает проблему происхождения жизни, а лишь переносит ее с Земли на другие планеты. Как возникла жизнь на этих планетах, остается за рамками теории.

5. Гипотезы возникновения жизни на Земле (биохимическая эволюция; теория самоорганизующихся систем, гиперциклы; геохимический подход к проблеме возникновения жизни)

Из всех теорий происхождения жизни наиболее распространенной и признанной в научном мире является теория биохимической эволюции, предложенная в 1924 г. советским биохимиком академиком А.И. Опариным (в 1936 г. он подробно изложил ее в своей книге «Возникновение жизни»).

Сущность этой теории состоит в том, что биологической эволюции — т.е. появлению, развитию и усложнению различных форм живых организмов, предшествовала химическая эволюция — длительный период в истории Земли, связанный с появлением, усложнением и совершенствованием взаимодействия между элементарными единицами, «кирпичиками», из которых состоит все живое — органическими молекулами. В опытах по абиогенному синтезу, проводимых различными исследователями, использовались не только электрические разряды, но и другие виды энергии, характерные для древней Земли, — космическое, ультрафиолетовое и радиоактивное излучения, высокие температуры, присущие вулканической деятельности, а также разнообразные варианты газовых смеси, имитирующих первичную атмосферу. В результате был получен практически весь спектр органических молекул, характерных для живого: аминокислоты, нуклеотиды, жироподобные вещества, простые сахара.

Вместе с Землей возник и так называемый геохимический круговорот. Одни вещества поступали из сдавленных, разогревшихся недр Земли, формируя первичную атмосферу и океаны. Другие приходили из космоса в виде падающих с неба остатков

протопланетного облака, метеоритов и комет. В атмосфере, на поверхности суши и в водоемах все эти вещества смешивались, вступая друг с другом в химические реакции, и превращались в новые соединения, которые тоже вступали в реакции друг с другом.

Между химическими реакциями возникала своеобразная конкуренция - борьба за одни и те же субстраты. В такой борьбе всегда побеждает та реакция, которая идет быстрее. Так что среди химических процессов начинается настоящий естественный отбор. Медленные реакции постепенно затухают и прекращаются, вытесняемые более быстрыми. Важнейшую роль в этом соревновании играли катализаторы - вещества, ускоряющие те или иные химические превращения. Огромное преимущество должны были получать реакции, катализируемые своими собственными продуктами. Такие реакции называют автокаталитическими или цепными. Типичный пример - реакция Бутлерова, в ходе которой из формальдегида образуются сахара, которые сами и являются катализаторами этой реакции. Это значит, что после появления в реакционной смеси первых молекул сахаров процесс превращения формальдегида в сахара начинает самопроизвольно ускоряться и становится лавинообразным. Следующий этап - формирование автокаталитических циклов, в ходе которых не только происходит синтез катализаторов, но и частичное возобновление расходуемых субстратов. От сложного и эффективного автокаталитического цикла уже недалеко и до настоящей жизни, ведь жизнь в своей основе – самоподдерживающийся, автокаталитический процесс.

Геохимический подход к проблеме возникновения жизни выражается в Гипотезе Геи Лавлока – Маргулис. Представление о биологическом «контроле» на биосферном уровне факторов абиотической среды и существовании сложной, живой, саморегулирующейся системы поддержания на Земле условий благоприятных для жизни. Атмосфера Земли, создающая стабильные и благоприятные условия для жизни, сама пребывает в крайне неустойчивом состоянии с точки зрения законов химического равновесия: ее равновесие поддерживается самой жизнью, которая ранее создала современную атмосферу.

6. Определение и границы биосферы

Вернадский в своих работах дал следующее определение понятия «Биосфера»: Биосфера – оболочка жизни, область существования живого вещества. По мнению В.И. Вернадского границы биосферы обусловлены теми областями, где организмы существуют поколение за поколением – «поле существования жизни». По современным представлениям биосфера – это глобальная экосистема, объединяющая все экосистемы Земли, в которых живые организмы Земли, ее биота, взаимодействуют с абиотической средой Земли как единое целое.

Верхний предел жизни можно провести в стратосфере, на уровне озонового экрана, поглощающего космическое коротковолновое излучение. Фактически организмы распространяются ниже его границы. До 5 км, в редких случаях до 10 км, с потоками воздуха, с пылью могут подниматься в атмосферу споры и микроорганизмы. На 7 км в высоту из птиц поднимается кондор. В горах на 8-километровой высоте наблюдались тли, на 6-километровой высоте встречались бабочки, цветковые растения - на высоте 6,5 км.

Нижняя граница жизни определяется температурными условиями (100°C - температура кипения воды) Глубже 3 км от земной поверхности живые существа не могут существовать в современном виде. В океане жизнь возможна на всю глубину. В почвах граница жизни определяется глубиной проникновения свободного кислорода - несколько глубже 10 м (на болотах только 30 см).

Гетеротрофные организмы и автотрофные бактерии проникают в земные пещеры и морские глубины. Споры грибов и некоторых бактерий выдерживают температуры в 140°C в течение 20 часов, могут выдержать температуры до -252°C. Споры бактерий в жидком воздухе сохраняли жизнеспособность в течение многих месяцев при температуре -200°C. Грибы и бактерии выдерживают давление 3000 атм., а дрожжи - 8000 атм. Анаэробные бактерии живут в среде, лишенной свободного кислорода, богатой минеральными солями. Есть бактерии, распространённые в горячих борных источниках и выдерживающие 10-процентный раствор серной кислоты.

7. Типы вещества в биосфере

В книге «Химическое строение биосферы Земли и ее окружения» В.И. Вернадский рассмотрел 7 типов вещества, слагающих биосферу. Это:

1. «совокупность живых организмов, живого вещества, рассеянного в миллиардах особей, непрерывно умирающих и рождающихся, обладающих колоссальной действенной энергией (биогеохимической энергией) и являющихся могучей геологической силой...»;
2. «вещество, образуемое процессами, в которых живое вещество не участвует: косное вещество, твердое, жидкое, газообразное...»
3. «биогенное вещество, источник чрезвычайно мощной потенциальной энергии (каменный уголь, битумы, известняки, нефть и т. д.). Живые организмы в нем после его образования геологически мало активны»;
4. «биокосное вещество, которое создается одновременно живыми организмами и косными процессами, представляя динамическое равновесие системы тех и других. Таковы вся океаническая и почти вся другая вода биосферы, нефть, почва, кора выветривания и т. д. Организмы играют в них ведущую роль...»
5. «вещество, находящееся в радиоактивном распаде...»
6. «все вещество биосферы ... проникнуто шестой формой вещества – рассеянными атомами, которые непрерывно создаются из всякого рода земного вещества под влиянием космических излучений...» (современная наука считает, что химические элементы не могут находиться в земной коре в атомарном состоянии, они образуют те или иные соединения);
7. «... вещество космического происхождения...»

Все семь типов вещества, образующие биосферу, тесно связаны друг с другом, составляя вместе единую функциональную систему, в которой постоянно происходит биологический круговорот атомов, воды и энергии.

8. Специфические свойства и особенности живого вещества

Живое вещество биосферы характеризуется большим запасом свободной энергии.

Резкое различие между живым и неживым веществом наблюдается в скорости протекания химических реакций (в живом веществе реакции идут в тысячи, а иногда в миллионы раз быстрее), что объясняется действием ферментов-белков.

Например: азотификсаторы в природе фиксируют азот воздуха при обычных t и p , в то время как в промышленности связывание азота происходит при $t=500$ градусов и $p=300-500$ атмосфер.

Поэтому для характеристики изменений в живом веществе пользуются понятием исторического, а в косном веществе – геологического времени.

Отличительной особенностью живого вещества является то, что слагающие его индивидуальные химические соединения - белки, ферменты и др. - устойчивы только в живых организмах.

Произвольное движение, в значительной степени саморегулируемое, является общим признаком всякого живого вещества в биосфере.

Вернадский выделял 2 специфические формы движения живого вещества:

А) пассивное – создается размножением живого вещества, присуще всем организмам.

Б) активное – направленное перемещение организмов, присущее в основном животным и в редких случаях – для растений.

Благодаря разным формам движения живое вещество способно заполнять собой все возможное пространство. Этот процесс был назван В. И. Вернадским давлением жизни.

Живое вещество обнаруживает значительно большее морфологическое и химическое разнообразие, чем неживое. Известно около 2 млн. органических соединений, входящих в состав живого вещества, в то время, как количество природных соединений (минералов) неживого вещества составляет около 2.5 тыс., т. е. на три порядка меньше.

Живое вещество в отличие от косного не бывает представлено одной фазой. Тела организмов построены из веществ во всех трех состояниях.

Живое вещество представлено в биосфере в виде индивидуальных организмов, размеры которых колеблются в огромных пределах. Величина самых мелких вирусов не превышает 20 нм, самые крупные животные - киты - достигают 33 м в длину, самое большое растение - секвойя - 100 м в высоту.

Живое вещество возникает только из живого и существует на Земле в форме непрерывного чередования поколений. Современное живое вещество генетически связано с живым веществом всех прошлых геологических эпох.

Живое вещество никогда не находится в морфологически чистой форме, т.е. в виде популяций отдельного вида. Оно всегда представлено биогеоценозами.

Наличие эволюционного процесса. Воспроизведение живого вещества идет не путем абсолютного копирования прошлых поколений, в нем накапливаются различия. Эта способность позволяет живому веществу приспосабливаться к изменению условий существования.

Высокая скорость обновления живого вещества. В среднем в биосфере за 8 лет происходит полная смена живого вещества (в среднем). В результате высокой скорости обновления живого вещества за всю историю существования жизни общая масса живого вещества, прошедшего через биосферу, в 12 раз превышает массу Земли.

Благодаря этим специфическим свойствам, живое вещество обуславливает большую часть химических превращений на поверхности Земли. Отсюда – суждение Вернадского об огромной преобразующей геологической роли живого вещества: «все химические элементы постоянно проходят через глобальный круговорот вещества, движущей силой которого являются живые организмы».

9. Живое вещество. Процессы образования. Биомасса и продукция

Живое вещество - главная биогеохимическая сила в биосфере. Это вещество геохимически чрезвычайно активно, так как при осуществлении процессов питания, дыхания, выделения, размножения оно тесно связано с окружающей средой, благодаря чему почти все химические элементы проходят в общей цепи превращений через биогеохимическое звено. Таким образом, жизнедеятельность организмов - это глубокий и мощный геологический процесс планетарного характера. Благодаря зеленым растениям, осуществляющим процесс фотосинтеза, в биосфере создаются сложные по строению молекулы органических веществ. Заключенную в них энергию используют для процессов жизнедеятельности гетеротрофные организмы. Живое вещество выступает в качестве гигантского аккумулятора и уникального трансформатора связанной лучистой энергии Солнца. На континентах преобладает живое вещество растений (99,2%), в океане - животных (93,7%). Однако сопоставляя их абсолютные величины (соответственно 2400 млрд. т и 3 млрд. т.), можно сказать, что живое вещество планеты преимущественно представлено зелеными растениями суши. Биомасса организмов, не способных к фотосинтезу, составляет менее 1%. Несмотря на то, что биомасса растений суши по абсолютной величине на три порядка больше, чем растений океана, скорость прироста биомассы за единицу времени у океанических растений (водорослей) намного выше. Интенсивное деление микроскопических клеток фитопланктона, быстрый их рост и кратковременность существования способствуют быстрому обороту фитомассы океана, который в среднем происходит за 1-3 суток, тогда как полное обновление растительности суши осуществляется за 50 лет и более. Поэтому, несмотря на небольшую величину фитомассы океана, образуемая ею годовая суммарная продукция сопоставима с продукцией растений суши. Ежегодно в биосфере в процессе фотосинтеза образуется около 150 млрд. т сухого органического вещества. В континентальной части биосферы самыми продуктивными являются тропические и субтропические леса, в океанической - эстуарии (расширяющиеся в сторону моря устья рек) и рифы. Низкая продуктивность растений характерна для открытого океана, пустынь и тундры.

Биомасса - это масса живых существ (или соответствующий энергетический показатель) в какой-то момент времени на конкретном участке земной поверхности. Она измеряется в единицах массы (тонны, килограммы и т.п.) на единице площади (гектар, кв.км и т.д.). Продукция - это количество биомассы (или соответствующей энергии), созданной на какой-либо единице площади за определенный промежуток времени (например - т/га в год или кДж/га в год).

Соотношение продукции и биомассы (П/Б) показывает скорость оборота биомассы, т.е. фактически интенсивность круговорота в экосистеме.

Биологическая продуктивность — это накопление экосистемой органического вещества в процессе ее жизнедеятельности. Продуктивность экосистемы измеряется количеством органического вещества, создаваемого за единицу времени на единицу площади. Биологическая продуктивность включает в себя две составляющие: первичную и вторичную продукцию.

Первичная продукция (ПП) в свою очередь состоит из валовой ПП, чистой ПП и эффективной ПП. Первичная продукция (или первичная продуктивность) – это количество органического вещества, синтезированного автотрофными организмами, за определенный промежуток времени, отнесенное к единице площади или объема водоема. Первичная продукция - результат фотосинтеза зеленых растений и хемо- синтеза бактерий, и обычно выражается как количество сухого органического вещества в г/м² · год, или как энергию в ккал/м² · год.

Валовой первичной продукцией (А) называют общее количество энергии, связанное в органическом веществе растений или других автотрофов в расчете на единицу площади (или объема) за единицу времени. Растения тратят на дыхание от 40 до 70% валовой продукции. Меньше всего ее тратят планктонные водоросли — около 40% от всей использованной энергии.

Чистая первичная продукция (Р) — количество синтезированного органического вещества, или связанной в ней энергии на единицу поверхности Земли за единицу времени, которая остается за вычетом расходов на дыхание (R).

«Эффективная» первичная продукция - разница между валовой ПП и той ее частью, которая была затрачена в процессе дыхания самими продуцентами. Таким образом, чистая первичная продукция равна: $P=A-R$

Вторичная продукция — продукция гетеротрофных организмов. Вторичная продукция представляет собой биомассу, а также энергию и биогенные летучие вещества, производимые всеми консументами на единицу площади (или объема) за единицу времени. По другому принципу биологическую продукцию делят на промежуточную и конечную.

К промежуточной относят продукцию, потребляемую другими членами экосистемы, вещество которой вновь возвращается в осуществляемый в её пределах круговорот; к конечной — продукцию, в той или иной форме отчуждаемую от экосистемы, то есть, выходящую за её пределы.

10. Живое вещество. Химический состав. Вертикальная и горизонтальная неоднородность биосферы

Живое вещество - главная биогеохимическая сила в биосфере. Главным компонентом биосферы является живое вещество - совокупность всех живых организмов планеты, численно выраженная в элементарном химическом составе, массе, энергии. Это вещество геохимически чрезвычайно активно, так как при осуществлении процессов питания, дыхания, выделения, размножения оно тесно связано с окружающей средой, благодаря чему почти все химические элементы проходят в общей цепи превращений через биогеохимическое звено. Таким образом, жизнедеятельность организмов - это глубокий и мощный геологический процесс планетарного характера

Химический состав

На долю четырех химических элементов - С, О, Н и N - приходится около 98% веса организма. Из этих элементов состоят все органические соединения, поэтому их называют органогенами. Остальные элементы, составляющие организм, подразделяются на макроэлементы (K, S, P, Cl, Mg, Na, Ca и Fe), которые содержатся в количестве 0,01- 0,1 весовых %, и микроэлементы (Zn, Cu, I, F, Mn, B, Br, Co, Mo, Si, Ba, Se, V, Cr, Ni), содержание которых меньше 0,01%. Несмотря на малые количества, микроэлементы выполняют некоторые незаменимые функции (например, входят в состав ферментов), поэтому недостаток любого из них приводит к серьезным нарушениям обмена веществ. Избыток микроэлементов столь же опасен из-за возможности их вступления в неспецифические химические реакции. Необходимо, чтобы их концентрации были почти постоянными, т.е. менялись в очень малых пределах от 10^{-4} до 10^{-6} долей весовых процентов.

Горизонтальная структура биосферы

Царство- в основе лежит разделение единого материка Пангеи на части. Южные части быстрее разделились на более мелкие части и сильно различаются, а северные – меньше. Австралийское (нет растений с сочными плодами, нет диких предков культурных растений, т.к. аборигены до прихода европейцев не перешли к оседлому образу жизни. Нет плацентарных).

Голантарктическое (Морские животные). Единый с ЮА и Австралией

Голактическое (из Лавразии) – палеарктика (Евр) и неарктика (СА).

Палеотропическое (Эфиопское, Капское и Индо-Малайское)

Неотропическое (ЮА)

Область (биорбис)-общность развития флоры и фауны. Где среда одинакова-сходные экосистемы, но одинаковые ниши занимают разные виды (эквиваленты). Флора и фауна характеризуются высокой степенью однородности.

Биозона – поясность. Неравномерное поступление тепла на Землю из-за ее вращения и наклона. На Земле существуют следующие географические пояса: экваториальный, субэкваториальные (северный и южный), тропические (северный и южный), субтропические (северный и южный), умеренные (северный и южный), субполярные (субарктический и субантарктический), полярные (арктический и антарктический).

Биолокус – изменения в биозоне из-за особенностей рельефа. Равнины, горы, высокогорье и т.д.

Биомы – совокупность экосистем одной природной зоны. В России 13 биомов суши. Определяются доминирующим видом растительности.

Биогеоценотический комплекс – сочетание участков леса, луга, водоема, планктонного и бентосного сообществ экологически единой части.

Биогеоценоз- элементарная экосистема. Биогеоценоз (от греч. βίος — жизнь γη — земля + κοινός — общий) — система, включающая сообщество живых организмов и тесно связанную с ним совокупность абиотических факторов среды в пределах одной территории, связанные между собой круговоротом веществ и потоком энергии (природная экосистема). Представляет собой устойчивую саморегулирующуюся экологическую систему, в которой органические компоненты (животные, растения) неразрывно связаны с неорганическими (вода, почва). ми молекул воды.

Вертикальная структура биосферы

Вертикальные подразделения биосферы – это сферы, которые как бы надеты одна на другую. Весь слой воздействия жизни на неживую природу называется мегабиосферой, а вместе с артебиосферой — пространством человеческой экспансии в околоземном пространстве — панбиосферой.

Геобиосфера состоит из террабиосферы (с террабионтами) — поверхность суши, и литобиосферы (с литобионтами) — глубокие слои земной коры.

Террабиосфера разделяется на фитосферу — пространство от поверхности земли до верхушек деревьев (0—150 м), и педосферу (с педобионтами) — почвенный покров (до 2—3 м), нередко сюда включают всю кору выветривания. Фитосфера образована толщей земной растительности с сопутствующими представителями других царств природы и объединяет все три среды жизни-воздушную, водную и твердую.

Фитосфера –наиболее продуктивный слой на суше и вместе с фотосферой гидросферы составляет биофильм, или биокалимму, т.е. активную пленку жизни.

Литобиосфера (до 2— 3 максимум до 6 км) включает гипотеррабиосферу (под-террабиосферу) — слой разреженной жизни, где возможна жизнь аэробов (до 1—1,5 км), ее нижняя граница совпадают с нижней границей подземной тропосферы (почвенным и

подпочвенным воздухом) и теллуриобиосферу (глубинобиосферу) — слой, где возможно обитание анаэробов (до 2-3, максимум до 6 км) Жизнь в глубинах Земли фактически не идет дальше 3—4 км, максимум 6—7 км и лишь случайно в неактивных формах может проникнуть глубже — в гипобиосферу («под-биосфера» — аналог парабииосферы в атмосфере). Между верхней границей гипобиосферы и нижней границей парабииосферы лежит собственно биосфера — эубиосфера.

Гидробиосфера включает Маринобиосферу или океанебиосферу (с Маринобионтами) — моря и океаны и аквабиосферу (с аквабионтами) — континентальные, главным образом, пресные воды. Оба эти образования имеют сложную структуру, принятую в гидробиологии (плейстон, планктон, бентос). Аквабиосфера в свою очередь разделяется на лиманоаквабиосферу — стоячие континентальные воды и реоаквабиосферу — проточные континентальные воды. Кроме того, гидробиосфера делится на слои связанные, главным образом, с интенсивностью света: фото(био)сферу — относительно ярко освещенный слой (до 150—200 м), дисфото(био)сферу — всегда сумеречный слой — проникает до 1 % солнечной инсоляции (от 200 м до 1,5—2 км), афото(био)сферу — слой абсолютной темноты, где невозможен фотосинтез (глубже 1,5—2 км). Фитосфера с ее функциональной частью – педосферой, получающая максимум энергии от солнца, аналогово соответствует фотосфере гидробиосферы. Афотосфера и теллуриобиосфера аналогово-генетически очень близкие образования сходного геологического возраста (едва ли глубинные воды были лишены жизни на заре ее развития).

Аэриобиосфера не имеет подразделений на подсферы, так как жизнь возможна только в той ее части, которая имеет положительные температуры и простирается до высоты в 6- 6,2 км. Аэриобиосфера населена аэриобионтами, субстратом жизни-которых служит влага воздуха. Лимитирующими факторами развития жизни в аэриобиосфере являются наличие капель воды и твердых аэрозолей, поднимающихся с поверхности Земли, а также положительные температуры.

11. Концентрация солнечной энергии в живом веществе и ее преобразование в энергию химических процессов

От Солнца к Земле направляется поток электромагнитной энергии в широком диапазоне длин волн, которые вместе составляют солнечный спектр.

Все виды энергии, поступающей к Земле из Космоса, называют экзогенными.

В количественном отношении она на 97% состоит из электромагнитного излучения Солнца – солнечной радиации.

Условно весь спектр разделяют на три зоны:

- 1) видимые лучи в интервале приблизительно 0,4...0,76 мкм;
- 2) ультрафиолетовое излучение, которое имеет длину волн до 0,4 мкм и
- 3) инфракрасное излучение с длиной волн свыше 0,76 мкм.

В энергетических процессах в биосфере решающая роль (99%) принадлежит радиации Солнца, которая определяет тепловой баланс и термический режим биосферы Земли. Из всего количества энергии, получаемой Землей от Солнца, 33% отражается облаками и поверхностью суши, а также пылью в верхних слоях атмосферы. Эта часть составляет альбедо Земли, 67% энергии поглощается атмосферой и земной поверхностью (континентами и Мировым океаном) и после ряда превращений уходит в космическое пространство.

В атмосфере нагревание происходит снизу, что приводит к образованию мощных конвективных потоков и общей циркуляции воздушных масс. Океанические течения, движимые преимущественно ветром, перераспределяют полученную солнечную энергию в горизонтальном направлении, что влияет на снабжение атмосферы теплом. Мировой океан и атмосфера представляют собой единую тепловую систему.

За счет излучения и конвекции поддерживается весь энергетический баланс нашей планеты. Круговорот воды в биосфере также определяется поступлением солнечной энергии.

Весьма незначительная часть общего потока солнечной энергии поглощается зелеными растениями в процессе осуществления реакции фотосинтеза. Эта энергия составляет 1022 Дж в год (приблизительно 0,2% от всей суммы солнечной радиации). Фотосинтез – это мощный естественный процесс, вовлекающий в круговорот огромные массы вещества биосферы и определяющий большое количество кислорода в атмосфере.

В процессе фотосинтеза за счет углекислого газа и воды синтезируется органическое вещество и выделяется свободный кислород. За немногим исключением фотосинтез происходит на всей поверхности Земли и создает огромный геохимический эффект, который может быть охарактеризован количеством всей массы углерода, ежегодно вовлекаемого в построение органического живого вещества биосферы. В течение 6 – 7 лет поглощается вся углекислота атмосферы, за 3000 – 4000 лет обновляется весь кислород атмосферы, а в течение 10 млн. лет фотосинтез перерабатывает массу воды, равную всей гидросфере. Если учесть, что биосфера существует на Земле не менее 3,8 – 4 млрд. лет, то можно сказать, что воды мирового океана прошли через биогенный цикл, связанный с фотосинтезом, не менее 1 млн. раз.

При гибели организма происходит обратный процесс – разложение органического вещества путем окисления, гниения и т. д. с образованием конечных продуктов разложения. Этот процесс в биосфере Земли приводит к тому, что количество биомассы живого вещества приобретает тенденцию к определенному постоянству.

12. Понятие биологического круговорота веществ. Круговорот воды

Воды на Земле много – 1,5 млрд км³, но пресных вод меньше 3%. Основная масса пресной воды – 29 млн км³ (75%) – находится в ледниках Арктики и Антарктиды, около 13 млн км³ – в атмосфере, 1 млн км³ – в живых организмах. Лишь всего 0,003% воды, т.е. около 0,04 млн км³, представляют объем ежегодно возобновляемых водных ресурсов.

Большой круговорот воды (40–45 тыс. км³):

- а) испарение воды в океанах и на суше под действием Солнца;
- б) перенос паров воды с воздушными массами;
- в) выпадение воды из атмосферы в виде дождя и снега;
- г) поглощение воды растениями и почвой,
- д) сток воды по поверхности суши и возвращение в моря и океаны.

Этот круговорот воды хорошо замкнут. Он вместе с энергией Солнца является важнейшим фактором обеспечения жизни на Земле, так как при этом происходит перенос и перераспределение не только воды – основы жизни, но и тепла, поглощающегося при испарении воды и выделяющегося при ее конденсации.

Круговорот воды в экосистемах. Здесь различают 4 фазы:

- 1) перехват, т.е. поглощение воды листьями, кроной, до того как она достигнет почвы;

2) эвапотранспирация: (лат. *evaporatio* – испарение, *transpirere* – испарение растениями) – отдача воды экосистемой в атмосферу за счет ее биологического испарения растениями и испарения с поверхности почвы;

3) инфильтрация – просачивание воды в почву, затем перенос грунтовых вод и испарение;

4) сток – потеря воды экосистемой за счет ее стока в ручьи, реки и затем в моря, океаны. Величина эвапотранспирации – это сумма биологической транспирации воды растениями и испарения ее с поверхности почвы. В Европе она оценивается как 3–7 тыс. т/га/год, из них около 1 тыс. т/га за год воды испаряется с поверхности почвы. Велика биологическая транспирация воды растениями, что необходимо для извлечения питательных веществ и поддержания температурного режима тканей. Так, за день одна береза испаряет 75 л воды, бук – 100 л, липа – 200 л, 1 га леса – 50000 л. Коэффициент транспирации – количество воды, транспируемое растением в сезон для создания 1 кг сухого вещества. Он весьма велик и составляет от 300 до 1000 в зависимости от вида растения. Например, для получения 1 т зерна требуется от 250 до 550 т воды.

13. Понятие биологического круговорота веществ. Круговорот углерода

Основным резервуаром углерода в биосфере, из которого этот элемент заимствуется живыми организмами для синтеза органического вещества, является атмосфера. Углерод содержится в ней, главным образом, в форме диоксида CO_2 . Небольшая доля атмосферного углерода входит в состав других газов – CO и различных углеводородов, в основном метана CH_4 . Но они в кислородной атмосфере неустойчивы, и вступают в химические взаимодействия с образованием, в конечном счёте, того же CO_2 .

Из атмосферы углерод усваивается автотрофными организмами-продуцентами (растениями, бактериями, цианобионтами) в процессе фотосинтеза, в результате которого, на основе взаимодействия с водой, формируются органические соединения – углеводы. Далее, в результате процессов метаболизма, с участием веществ, поступающих с водными растворами, в организмах синтезируются и более сложные органические вещества. Они не только используются для формирования растительных тканей, но также служат источником питания для организмов, занимающих очередные звенья трофической пирамиды – консументов. Возвращение углерода в окружающую среду происходит двумя путями. Во-первых – в процессе дыхания. Суть процессов дыхания заключается в использовании организмами окислительных химических реакций, дающих энергию для физиологических процессов. Окисление органических соединений, для которого используется атмосферный или растворённый в воде кислород, имеет результатом разложение сложных органических соединений (пищи) с образованием CO_2 и H_2O . В итоге углерод в составе CO_2 возвращается в атмосферу, и одна ветвь круговорота замыкается.

Второй путь возвращения углерода – разложение органического вещества – минерализация. В условиях биосферы процесс этот в основном протекает в кислородной среде, и конечными продуктами разложения являются те же CO_2 и H_2O . Но большая часть углекислого газа при этом не поступает прямо в атмосферу. Углерод, высвобождающийся при разложении органического вещества, в основном остаётся в растворённой форме в почвенных, грунтовых и поверхностных водах. А также в виде растворённого углекислого газа, или же в составе растворённых карбонатных соединений – в форме ионов HCO_3^- или CO_3^{2-} . Он может после более или менее продолжительной миграции частично возвращаться в атмосферу, но большая или

меньшая его доля всегда осаждается в виде карбонатных солей и связывается в составе литосферы.

Часть атмосферного углерода непосредственно поступает из атмосферы в гидросферу, растворяясь в воде. Главным образом, углекислый газ поглощается из атмосферы, растворяясь в водах Мирового Океана. Сюда же поступает и часть углерода, в тех или иных формах растворённого в водах суши. CO_2 , растворённый в морской воде, используется морскими организмами на создание карбонатного скелета (раковины, коралловые постройки, панцири иглокожих и т.д.). Он входит в состав пластов карбонатных пород биогенного происхождения, и таким образом на более или менее продолжительное время «выпадает» из биосферного круговорота.

В бескислородных средах разложение органического вещества также идёт с формированием в качестве конечного продукта углекислого газа. Здесь окисление протекает за счёт кислорода, заимствуемого из минеральных веществ бактериями-хемосинтетиками. Но процесс в этих условиях идёт медленнее, и разложение органического вещества обычно является неполным. В результате существенная часть углерода остаётся в составе не до конца разложившегося органического вещества и накапливается в толще земной коры в битуминозных илах, торфяниках, углях.

Накопители и хранители углерода – это живая биомасса, гумус, известняки и каустобиолиты. Естественными источниками углекислого газа, кроме вулканических эксгаляций, являются процессы разложения органического вещества, дыхание животных и растений, окисление органических веществ в почве и других природных средах. Техногенная углекислота составляет 20×10^9 т, что пока намного меньше, чем естественное ее поступление в атмосферу. За миллиарды лет с момента появления жизни на Земле весь углерод атмосферы и гидросферы неоднократно прошел через живые организмы. В течение всего 3-4 лет живые организмы усваивают столько углерода, сколько его содержится в атмосфере. Следовательно, за этот период может полностью обновиться углеродный состав атмосферы, и условно можно считать, что углерод атмосферы за этот срок завершает свой цикл.

Из этой схемы наглядно видно, что растения, используя механизм фотосинтеза, выполняют функцию продуцентов кислорода и являются основными потребителями углекислого газа. Установлено, что зеленые растения поглощают в год ок. 220 млрд. т CO_2 . Однако, цикл биологического круговорота углерода не замкнут. Что очень важно, в том числе, и для нас. Этот элемент нередко выводится из геохимического круговорота на длительный срок в виде карбонатных пород, торфов, сапропелей, углей, гумуса. Таким образом, часть углерода всё время выпадает из биологического круговорота, связываясь в литосфере в составе различных горных пород. Почему же тогда не возникает дефицита углерода в атмосфере? Причина в том, что его потеря компенсируется постоянным поступлением CO_2 в атмосферу в результате вулканической деятельности. То есть, в атмосферу постоянно поступают глубинные углекислый газ и окись углерода. Это позволяет поддерживать баланс углерода в биосфере нашей планеты.

Хозяйственная деятельность человека интенсифицирует биологический круговорот углерода и может способствовать повышению первичной, а, следовательно, и вторичной продуктивности. Но дальнейшая интенсификация техногенных процессов и может сопровождаться повышением концентрации двуокиси углерода в атмосфере. Повышение концентрации углекислоты до 0,07% резко ухудшает условия дыхания человека и животных. Расчеты показывают, что при условии сохранения современного уровня добычи и использования горючих ископаемых потребуется чуть больше 200 лет

для достижения такой концентрации углекислого газа в атмосфере Земли. В отдельных крупных городах эта угроза вполне реальна уже сейчас.

14. Понятие биологического круговорота веществ. Круговорот азота

Основным резервуаром азота в биосфере также является воздушная оболочка. Около 80% всех запасов азота сосредоточено в атмосфере планеты, что связано с направлением биогеохимических потоков соединений азота, образующихся при денитрификации. Основной формой, в которой содержится азот в атмосфере, является молекулярная – N_2 . В качестве незначительной примеси в атмосфере содержатся различные оксидные соединения азота NO_x , а также аммиак NH_3 . Последний в условиях земной атмосферы наиболее неустойчив и легко окисляется. В то же время, величина окислительно-восстановительного потенциала в атмосфере недостаточна и для устойчивого существования оксидных форм азота, потому его свободная молекулярная форма и является основной.

Первичный азот в атмосфере, вероятно, появился в результате процессов дегазации верхней мантии и из вулканических выделений. Фотохимические реакции в высоких слоях атмосферы приводят к образованию соединений азота и заметному поступлению их на сушу и в океан с атмосферными осадками (3-8 кг/га аммонийного азота в год и 1,5-6 кг/га нитратного). Этот азот также включается в общий биогеохимический поток растворенных соединений, мигрирующих с водными массами, участвует в почвообразовательных процессах и в формировании биомассы растений.

В отличие от углерода, атмосферный азот в силу устойчивости молекулы не может напрямую использоваться высшими растениями. Поэтому ключевую роль в биологическом круговороте азота играют организмы-фиксаторы. Это микроорганизмы нескольких различных групп, обладающие способностью путём прямой фиксации непосредственно извлекать азот из атмосферы и, в конечном счёте, связывать его в почве. К ним относятся:

некоторые свободноживущие почвенные бактерии;
симбионтные лубеньковые бактерии (существующие в симбиозе с бобовыми);
цианобионты, которые также бывают симбионтами грибов, мхов, папоротников, а иногда и высших растений.

В результате деятельности организмов – фиксаторов азота он связывается в почвах в нитритной форме (соединения на основе NH_3).

Нитритные соединения азота способны мигрировать в водных растворах. При этом они окисляются и преобразуются в нитратные – соли азотной кислоты HNO_3 . В этой форме азотные соединения способны эффективно усваиваться высшими растениями и использоваться для синтеза белковых молекул на основе пептидных связей C-N. Далее, по трофическим цепям, азот попадает в организмы животных. В окружающую среду (в водные растворы и в почву) он возвращается в процессах выделительной деятельности животных или разложения органического вещества.

Возврат свободного азота в атмосферу, как и его извлечение, осуществляется в результате микробиологических процессов. Это звено круговорота функционирует благодаря деятельности почвенных бактерий-денитрификаторов, вновь переводящих азот в молекулярную форму.

В литосфере, в составе осадочных отложений, связывается весьма небольшая часть азота. Причина этого в том, что минеральные соединения азота, в отличие от карбонатов, очень хорошо растворимы. Выпадение некоторой доли азота из биологического круговорота также компенсируется вулканическими процессами.

Благодаря вулканической деятельности в атмосферу поступают различные газообразные соединения азота, который в условиях географической оболочки Земли неизбежно переходит в свободную молекулярную форму.

Таким образом, основными специфическими чертами круговорота азота в биосфере можно считать следующие:

преимущественную концентрацию в атмосфере, играющей исключительную роль резервуара, из которой живые организмы черпают запасы необходимого им азота; ведущую роль в круговороте азота почв и, в особенности, почвенных микроорганизмов, деятельность которых обеспечивает переход азота в биосфере из одних форм в другие. Поэтому огромное количество азота в связанном виде содержит биосфера: в органическом веществе почвенного покрова ($1,5 \times 10^{11}$ т), в биомассе растений ($1,1 \times 10^9$ т), в биомассе животных ($6,1 \times 10^7$ т). В больших количествах азот содержится и в некоторых биогенных ископаемых (селитры).

В то же время наблюдается парадокс – при огромном содержании азота в атмосфере вследствие чрезвычайно высокой растворимости солей азотной кислоты и солей аммония, азота в почве мало и почти всегда недостаточно для питания растений. Поэтому потребность культурных растений в азотных удобрениях всегда высока. Поэтому ежегодно в почву вносится по разным оценкам от 30 до 35 млн. тонн азота в виде минеральных удобрений. Таким образом, поступление за счет азотных удобрений составляет 30% от общих поступлений азота на сушу и в океан. Это часто приводит к существенному загрязнению окружающей среды и тяжелым заболеваниям человека и животных. Особенно велики потери нитратных форм азота, так как он не сорбируется почвой, легко вымывается природными водами, восстанавливается в газообразные формы и до 20-40% его теряется для питания растений. Существенным нарушением цикла азота является и все возрастающее количество отходов животноводства, промышленных отходов и стоков больших городов, поступление в атмосферу аммония и оксидов азота при сжигании угля, нефти, мазута и т.д. Опасно проникновение оксидов азота в стратосферу (выхлопы сверхзвуковых самолетов, ракет, ядерные взрывы), так как это может быть причиной разрушения озонового слоя. Все это, естественно, сказывается на биогеохимическом цикле азота.

15. Понятие биологического круговорота веществ. Круговорот фосфора и серы **Круговорот фосфора**

Круговорот фосфора в природе сильно отличается от биогеохимических циклов углерода, кислорода, азота и серы, так как газовая форма соединений фосфора (например PH_3) практически не участвует в биогеохимическом цикле фосфора. То есть фосфор к накоплению в атмосфере вообще не способен. Поэтому роль «резервуара» фосфора, из которого этот элемент извлекается и используется в биологическом круговороте, так же как и для серы, играет литосфера.

Фосфор в литосфере содержится в форме фосфатных соединений (солей фосфорной кислоты). Основная доля среди них приходится на фосфат кальция – апатит. Это полигенный минерал, образующийся в различных природных процессах – как в глубинных, так и в гипергенных (в том числе и биогенных). Фосфатные соединения способны растворяться в воде, и фосфор в составе иона PO_4^{3-} может мигрировать в водных растворах. Из них фосфор и усваивается растениями.

Индекс биогенного обогащения почв по отношению к земной коре, а растений по отношению к почвам составляет для фосфора, так же, как и для азота 1000 и 10000 соответственно (Ковда, 1985). Для растений наиболее доступным является фосфор

неспецифических органических соединений и гумуса и именно он играет главную роль в малом (локальном) биологическом цикле фосфора.

Животные являются еще большими концентраторами фосфора, чем растения. Многие из них накапливают фосфор в составе тканей мозга, скелета, панцирей. Есть несколько способов усвоения фосфора организмами-консументами. Во-первых, прямое усвоение из растений в процессе питания. Во-вторых, водные организмы-фильтраторы извлекают фосфор из органических взвесей. В-третьих, органические соединения фосфора усваиваются организмами-иловыми при переработке ими биогенных илов.

Возврат фосфора в окружающую среду происходит при разложении органического вещества. Но возврат этот оказывается далеко не полным. В целом для соединений фосфора характерна тенденция выноса в форме водных растворов и взвесей в конечные водоёмы стока, в наибольшей мере – в Мировой Океан, где он и накапливается в составе осадочных отложений различного генезиса. Вновь вернуться в экзогенный круговорот эта часть фосфора может только в результате тектонических процессов, растягивающихся на сотни миллионов лет. В естественных условиях сохранение баланса обеспечивается сравнительно слабой подвижностью соединений фосфора, в результате которой фосфор, извлечённый растениями из почвы, большей частью возвращается в неё в результате разложения органического вещества. В почвах и породах фосфор достаточно легко фиксируется. Фиксаторами фосфора являются гидроксиды железа, марганца, алюминия, глинистые минералы (особенно, минералы группы каолинита). Однако, фиксированный фосфор может быть на 40-50% десорбирован и использован растениями. Этот процесс зависит от pH и Eh условий среды. Повышенная кислотность, образование угольной кислоты, способствуют десорбции фосфора, усилению миграции фосфорных соединений. В восстановительной среде образуются соединения фосфора с двухвалентным железом, что тоже способствует выносу фосфора из почвы.

Миграция фосфора возможна и за счёт водной и ветровой эрозии. Основными особенностями круговорота фосфора, таким образом, являются:

отсутствие атмосферного переноса;

наличие единственного источника – литосферы;

тенденция к накоплению в конечных водоёмах стока.

При интенсивной сельскохозяйственной эксплуатации земель потери фосфора в ландшафте становятся практически необратимыми. Компенсация возможна только за счёт применения фосфорных удобрений. Известно, что фосфорные удобрения являются важным и необходимым звеном в получении высоких урожаев сельскохозяйственных культур. Однако, все известные запасы месторождений фосфатов ограничены и по предсказаниям ученых могут истощиться уже в ближайшие 75-100 лет. В то же время, вредные соединения фосфатов в последнее время становятся одним из важнейших факторов загрязнения речных и озерных вод.

Таким образом, в последнее время общая картина распределения и миграции фосфора в биосфере резко нарушена человеком. Вот слагаемые этого явления: во-первых, мобилизация фосфора из агроруд и шлаков, производство и применение фосфорных удобрений, во-вторых производство фосфорсодержащих препаратов и их использование в быту; в-третьих – производство фосфорсодержащих ресурсов продовольствия и кормов, вывоз и потребление их в зонах концентрации населения; в-четвертых – развитие рыбного промысла, добыча морских моллюсков и водорослей, что влечет за

собой перераспределение фосфора из океана на сушу. В итоге наблюдается процесс фосфатизации суши, но процесс этот проявляется крайне неравномерно. Увеличивается содержание фосфора в окружающей среде больших городов. Напротив, страны, активно экспортирующие органические продукты и не применяющие фосфорных удобрений, теряют запасы. Круговорот серы

Сера также является одним из элементов, играющих чрезвычайно важную роль в круговороте веществ биосферы. Она относится к числу химических элементов, наиболее необходимых для живых организмов. В частности, она является компонентом аминокислот. Она предопределяет важные биохимические процессы живой клетки, является незаменимым компонентом питания растений и микрофлоры. Соединения серы участвуют в формировании химического состава почв, в значительных количествах присутствуют в подземных водах, что играет решающую роль в процессах засоления почв. Содержание серы в земной коре составляет $4,7 \times 10^{-2}\%$, в почве – $8,5 \times 10^{-2}\%$, в океане – $8,8 \times 10^{-2}\%$. Однако, в засоленных почвах содержание серы может достигать значений, измеряемых целыми процентами. Таким образом, основным резервуаром, из которого она черпается живыми организмами, является литосфера. Это обусловлено тем, что устойчивое существование сернистых соединений в условиях современной атмосферы Земли, содержащей свободный кислород и пары H_2O , невозможно. Сероводород (H_2S) в кислородной среде окисляется, а кислородные соединения серы, реагируя с H_2O , образуют серную кислоту H_2SO_4 , которая выпадает на поверхность Земли в составе кислотных дождей. Поэтому оксиды серы SO_x , хотя и могут усваиваться растениями непосредственно из атмосферы, существенной роли в круговороте серы этот процесс не играет.

Сера имеет несколько изотопов, из которых в природных соединениях наиболее распространены S^{32} (>95%) и S^{34} (4,18%). В результате биологических и биогеохимических процессов происходит изменение в соотношении этих изотопов в сторону увеличения содержания более легкого изотопа в верхних гумусовых горизонтах почв.

Изотопный состав серы подземных, почвенно-грунтовых вод и водорастворимых сульфатов из горизонта сульфатно-содовых солончаков является сходным.

В составе земной коры соединения серы существуют, в основном, в двух минеральных формах: сульфидной (соли сероводородной кислоты) и сульфатной (соли серной кислоты). Редко встречается самородная сера, которая неустойчива и склонна, в зависимости, от значений окислительно-восстановительного потенциала среды, формировать или кислородные, или водородные соединения.

Первичной, глубинной по происхождению, минеральной формой нахождения серы в земной коре, является сульфидная. Сульфидные соединения в условиях биосферы практически нерастворимы, и потому сульфидная сера растениями не усваивается. Но, в то же время, сульфиды в кислородной среде неустойчивы. Поэтому сульфиды на земной поверхности, как правило, окисляются, и в результате этого сера входит в состав сульфатных соединений. Сульфатные соли обладают достаточно хорошей растворимостью, и сера в географической оболочке активно мигрирует в водных растворах в составе сульфат-иона SO_4^{2-} .

Именно в этой, сульфатной форме сера, в составе водных растворов, эффективно усваивается растениями, а далее – животными организмами. Усвоению способствует то, что сульфатные соединения серы способны накапливаться в почвах, участвуя в

процессах обменной сорбции и входя при этом в состав почвенного поглощающего комплекса (ППК).

Разложение органического вещества в кислородной среде приводит к возвращению серы в почву и природные воды. Сульфатная сера мигрирует в водных растворах, и может снова использоваться растениями. Если же разложение идёт в бескислородной среде, ведущую роль играет деятельность серобактерий, которые восстанавливают SO_4^{2-} до H_2S . Сероводород выделяется в атмосферу, где окисляется и возвращается в другие компоненты биосферы в сульфатной форме. Часть серы в восстановительной обстановке может связываться в сульфидных соединениях, которые, при возобновлении доступа кислорода, снова окисляются и переходят в сульфатную форму.

Биогеохимический цикл серы состоит из 4 стадий:

усвоение соединений серы живыми организмами (растениями и бактериями) и включение серы в состав белков и аминокислот.

Превращение органической серы живыми организмами (животными и бактериями) в конечный продукт – сероводород.

Окисление минеральной серы живыми организмами (серобактериями, тионовыми бактериями) в процессе сульфатредукции. На этой стадии происходит окисление сероводорода, элементарной серы, ее тио- и тетрасоединений.

Восстановление минеральной серы живыми организмами (бактериями) в процессе десульфофикации до сероводорода. Таким образом, важнейшим звеном всего биогеохимического цикла серы в биосфере является биогенное образование сероводорода.

Изъятие серы из биосферного круговорота происходит в результате накопления сульфатных отложений (в основном гипсовых), слои и линзы которых становятся компонентами литосферы. Компенсируются потери во-первых, в процессах вулканизма (поступление H_2S и SO_x в атмосферу, а оттуда, с атмосферными осадками – на поверхность Земли). А во-вторых, в результате деятельности термальных вод, с которыми в верхние горизонты земной коры и на дно Мирового океана поступают сульфидные соединения.

Таким образом, к характерным особенностям круговорота серы можно отнести второстепенную роль процессов атмосферной миграции, а также многообразие форм нахождения, обусловленное переходом её из сульфидных форм в сульфатные и обратно, в зависимости от изменения окислительно-восстановительных условий.

Промышленные процессы выносят в атмосферу большое количество серы. В отдельных случаях значительная концентрация соединений серы в воздухе служит причиной нарушений в окружающей среде, в том числе, кислотных дождей. Присутствие в воздухе двуокиси серы негативно влияет как на высшие растения, так и на лишайники, причем эпифитные лишайники могут служить индикаторами повышенных содержаний серы в воздухе. Лишайники поглощают влагу из атмосферы всем слоевищем, поэтому концентрация серы в них быстро достигает предельно допустимого уровня, что ведет к гибели организмов.

Поступление серы в общий круговорот по данным Дж. П. Френда (1976) следующее:

При дегазации земной коры – 12×10^{12} г/год; при выветривании осадочных пород – 42×10^{12} г/год; антропогенные поступления в виде сернистого газа – 65×10^{12} г/год, что в сумме составляет 119×10^{12} г/год. Значительные количества серы ежегодно

консервируются в виде сульфидов и сульфатов – 100×10^{12} г/год и , таким образом, временно выводятся из общего биогеохимического круговорота.

Таким образом, антропогенное поступление серы в биосферу существенно изменяет круговорот этого элемента, а приход серы в биосферу превышает ее расход, в результате чего, должно происходить постепенное ее накопление. фосфора в своих почвах.

16. Понятие биологического круговорота веществ. Круговорот биогенных катионов

Калий – химически активный металл, в самородном состоянии не встречается. Во всех химических соединениях на Земле выступает как одновалентный металл. По химическим свойствам калий близок к натрию, что определяет их совместную миграцию. Но их поведение в зоне гипергенеза и биосфере в целом резко различно. Большая часть калия в ходе гипергенного преобразования силикатов остается в составе вторичных глинистых минералов, поэтому калий гораздо прочнее удерживается в пределах Мировой суши, чем натрий и , как мы увидим далее, кальций. И все же частичное высвобождение ионов калия в процессах гипергенеза происходит и он активно вовлекается в биогеохимический круговорот.

Обусловлено это тем, что калий играет очень важную роль в жизни живых организмов. В условиях влажного климата при выветривании калийсодержащих минералов калий легко выщелачивается и переносится водными растворами. Однако вынос калия в коре выветривания происходит менее интенсивно, чем кальция и натрия. Это связано с тем, что крупный ион калия в большей степени сорбируется тонкодисперсными минералами. Давно известно, что ионы калия легче сорбируются и некоторыми коллоидами (например, гидроокислами железа и алюминия), чем ионы натрия. Реакции катионного обмена с глинистыми минералами также способствуют фиксации калия. В почвах также происходит обмен между ионами калия и гидроксония, которые имеют сопоставимые ионные размеры. Таким способом калий может фиксироваться в гидрослюдах, каолините, монтмориллоните. Калий в большей степени, чем натрий, поглощается наземной растительностью.

Поэтому значительная часть калия сохраняется в почвах, в то время как большая часть натрия выносится в океан. В составе стока с материков натрия почти в 2,5 раза больше, чем калия.

Калий – важнейший элемент живых организмов. Они содержат от 0,1 до 0,01% калия. В золе культурных растений до 25-60% K_2O . Некоторые организмы способны концентрировать калий в значительных количествах. Так, в некоторых водорослях содержание калия достигает 3% живой массы. Наземные растения поглощают калий из почвы. При недостатке калия листья бледнеют и отмирают, семена теряют всхожесть. Калий легко проникает в клетки организмов и увеличивает их проницаемость для различных веществ. Он оказывает значительное влияние на обмен веществ и необходим растениям для фотосинтеза. Кроме того, калий улучшает поступление воды в клетки растений и понижает процесс испарения, тем самым увеличивая устойчивость растений к засухе. При недостатке или избытке калия интенсивность фотосинтеза снижается, а интенсивность дыхания повышается. Недостаток калия в почвах приводит к значительному снижению урожайности растений.

Именно поэтому кларк калия в живом веществе такой же высокий, как у азота. Особенно много калия накапливают некоторые морские водоросли (до 5%).

Кларк натрия в живом веществе очень низок – 0,008 (более чем на два порядка ниже, чем у калия), что свидетельствует о низком потреблении натрия живым веществом. Однако, в малых количествах натрий необходим всем живым организмам.

В условиях влажного климата натрий легко выходит из биологического круговорота и выносится с жидким стоком за пределы ландшафта. В результате наблюдается общее обеднение последнего натрием. Содержание натрия в растительных организмах обычно очень низкое. Животные организмы нуждаются в повышенных количествах этого элемента, так как он входит в состав крови. Влияет на деятельность сердечно-сосудистой системы и почек. Поэтому животные иногда нуждаются в подкормке поваренной солью. В сухом климате натрий концентрируется в грунтовых и озерных водах и накапливается в солончаковых почвах (действие испарительного барьера). Соответственно, и растительность галофитных сообществ содержит повышенные количества натрия.

Тем не менее, роль биологического круговорота натрия, в отличие от калия, сравнительно невелика. Зато очень значительна его водная миграция. По особенностям миграции в биосфере натрий весьма схож с хлором. Он образует легко растворимые соли, поэтому накапливается в Мировом океане, участвует в атмосферной миграции.

Основной источник подвижного натрия в биосфере – выветривающиеся изверженные породы (основной источник хлора – вулканизм).

Кальций.

По распространению в Солнечной системе кальций занимает 15 место, но среди металлов находится на 5 месте. В природе он ведет себя как химически активный металл. Легко окисляется с образованием CaO . В геохимических процессах выступает как двухзарядный катион Ca^{+2} .

По числу образуемых минералов он занимает 4 место после кислорода, водорода и кремния. Например: карбонаты – кальцит, арагонит, доломит; сульфаты – ангидрит, гипс; галоиды – флюорит; фосфаты: апатит; силикаты – гранаты, пироксены, амфиболы, эпидот, плагиоклазы, цеолиты.

Кальций обладает относительно высокой миграционной способностью, во многом определяемой особенностями климата. В процессах химического выветривания кальций выщелачивается из минералов природными водами.

При этом природные растворы, энергично удаляющие кальций, содержат значительные количества гидрокарбонатного иона. Зато в почвах гумидных зон наблюдается значительный дефицит кальция. Очень мало его и в корках выветривания. Объясняется это высокой миграционной подвижностью данного элемента.

В ионном стоке с материков кальций занимает первое место среди катионов. Реками он выносится главным образом в виде взвесей карбонатов, сульфатов и бикарбоната в растворенном состоянии. Геохимическая история кальция в океане связана с карбонатной системой равновесия, температурой воды и деятельностью живых организмов.

Кальций – один из важнейших элементов живых организмов – от простейших до высших млекопитающих. Холодные воды высоких широт и морские глубины недосыщены CaCO_3 из-за низких температур и pH, поэтому содержащаяся в воде угольная кислота растворяет CaCO_3 донных отложений. Именно поэтому морские организмы в высоких широтах избегают строить свои скелеты из CaCO_3 . В экваториальных широтах установлена область пересыщения CaCO_3 . Здесь наблюдается массовый рост коралловых рифов, у многих живущих здесь организмов массивные карбонатные скелеты и раковины.

В аридном климате кальций легко выпадает из растворов в виде карбонатов, формируя толщи хемогенных карбонатных пород и иллювиально-карбонатные горизонты в почвах. Кальций играет важную роль в процессах почвообразования. Он входит в состав почвенно-поглощающего комплекса, участвует в обменных реакциях почвенного раствора, обуславливая буферную способность почв в кислом интервале среды. Гуматы кальция играют важную роль в формировании структуры почвы. Кроме того, кальций активно участвует в процессах осаждения полуторных окислов, марганца, нередко образуя конкреции совместно с этими элементами и кремнеземом.

В почвах кислого ряда, характеризующихся значительным проявлением процесса выщелачивания, наблюдается явление биогенного накопления кальция в подстилке и аккумулятивных поверхностных горизонтах почв. Он входит в группу элементов-биофилов. Поэтому кальций активно участвует в биологическом круговороте. Масштабы вовлечения кальция значительно различаются в разных природных зонах.

В агроландшафтах значительная часть кальция отчуждается вместе с урожаем. Но нарушение биогеохимического круговорота кальция в настоящее время происходит не только и не столько за счет отчуждения части его с сельскохозяйственной продукцией, но и за счет использования карбонатных пород в строительстве, сельском хозяйстве (известкование почв), металлургической промышленности.

17. Транспортная функция биосферы

Неживое вещество в биосфере перемещается под действием силы тяжести, сверху вниз. Живое вещество определяет обратное движение снизу вверх, против уклона местности, из океана на сушу и т.д. Растения перемещают растворы из подземных органов в надземные. Главную роль в горизонтальном перемещении веществ играют птицы, крылатые насекомые, также стаи морских рыб, поднимающихся на нерест вверх по рекам. Перенос вещества при этом сопоставим с действием смерчей и ураганов.

18. Энергетическая функция биосферы

Энергетическая функция проявляется в ассимиляции энергии, главным образом, солнечной. С энергетической точки зрения, образование живого вещества – это процесс поглощения солнечной энергии, которая в потенциальной форме аккумулируется в свободном кислороде и органических соединениях. Минерализация органических соединений как внутри живых организмов, так и во внешней среде сопровождается освобождением энергии, поглощенной при фотосинтезе.

19. Концентрационная функция биосферы

Концентрационная функция связана с избирательным поглощением веществ из внешней среды. Это может быть концентрация в ионной форме из истинных растворов (так строят скелет морские беспозвоночные) или из коллоидных растворов фильтрующими организмами. Организмы массами извлекают из ненасыщенных растворов углекислые соли кальция, магния и стронция, кремнезем, фосфаты, йод, фтор и др. Некоторые элементы аккумулируются очень немногими организмами, но в значительных количествах. Так, радиолярии строят свой скелет из аморфного кремнезема, но одно

семейство – акантарии – предпочитает использовать стронций. Редкий элемент ванадий входит в состав крови примитивных хордовых оболочников – асцидий. В Новой Зеландии нашли кустарник, в золе листьев которого содержится до 1 % никеля.

20. Деструктивная функция биосферы

Деструктивная функция живого вещества – деструкция неживого вещества и его включение в биологический круговорот. Биогенное органическое вещество разлагается до простых неорганических соединений: углекислоты, воды, сероводорода, метана, аммиака и т.д. Занимаются этим сапрофиты. Разлагается и неорганическое вещество. Например, «сверлящие» цианобактерии и некоторые водоросли селятся на карбонатных породах, возвращая в биологический круговорот кальций, магний, фосфор. Коралловые рифы разгрызаются некоторыми рыбами и морскими ежами, которые поглощают карбонаты кальция, а выделяют известковый ил. Алюмосиликаты разлагаются при химическом воздействии: цианобактерии, бактерии грибы, лишайники воздействуют на горные породы растворами угольной, азотной, серной кислот (с концентрацией до 10%). Корни елей на бедных почвах также выделяют сильные кислоты.

21. Средообразующая функция биосферы

Средообразующая функция живого вещества: преобразование физико-химических параметров среды в результате процессов жизнедеятельности.

Наиболее очевидное ее проявление – механическое воздействие. Многоклеточные животные, строя свои норы в грунте, сильно изменяют его свойства (при рылении червями объем воздуха увеличивается в 2,5 раза). Изменяют механические свойства почвы и корни высших растений, скрепляют, предохраняют от эрозии. Подобно действуют нитчатые цианобактерии, создающие подобие сети, которая защищает почву от эрозии.

Основные газы атмосферы образуются биогенно – это кислород и азот; кроме того, доказано, что 50% водорода возникает в результате деятельности живых организмов. Окись углерода также биогенна, в водах океана ее содержание в сотни раз превышает концентрацию, равновесную с атмосферой. Бактерии формируют состав почвенного воздуха, а приземный слой атмосферы находится с ним в равновесии. Именно бактерии формируют промышленные скопления полезных ископаемых (железистые и полиметаллические сульфидные породы, фосфориты и др.).

Через биогенное вещество меняется состав природных вод. Продукты разложения степных трав образуют растворы нейтральной и слабощелочной реакции, полыни и опад саксаула – щелочной, а масса отмершей хвои, вереска, лишайника и сфагнума – кислой.

Наибольшее средообразующее влияние оказывают микроорганизмы, они изменяют среду в соответствии с потребностями. В сильнокислой среде выделяют нейтральные продукты, в щелочной – кислоты. По мнению некоторых ученых, эволюция микроорганизмов шла по пути развития способности изменять среду, а более высокоорганизованные совершенствовались в обособлении от внешней среды.

Недавно установлено, что живое вещество изменяет не только химические, но и физические параметры среды, ее термические, электрические и механические характеристики. Существует аргументированное мнение, что «бабье лето» вызвано

осенним пиком деятельности сапрофитов (при разложении опада выделяется много тепла). В Черном и Белом морях обнаружен «биоэлектрический эффект»: фитопланктон создает электрическое поле с отрицательным зарядом, а скопление отмершего планктона – с положительным зарядом.

22. Роль агроценозов в биосфере

Искусственные биоценозы, созданные людьми, занимающимся сельским хозяйством, называются агроценозами. Они включают те же компоненты среды, что и естественные биогеоценозы, обладают большой продуктивностью, но не обладают способностью к саморегуляции и устойчивости, т.к. зависят от внимания к ним человека. В агроценозе (например, ржаного поля) складываются те же пищевые цепи, что и в природной экосистеме: продуценты (рожь и сорняки), консументы (насекомые, птицы, полевки, лисы) и редуценты (бактерии, грибы). Обязательным звеном этой пищевой цепи является человек. Агроценозы, помимо солнечной энергии, получают дополнительную энергию, которую затратил человек на производство удобрений, химических средств против сорняков, вредителей и болезней, на орошение или осушение земель и т.д. Без такой дополнительной затраты энергии длительное существование агроценозов практически невозможно. В агроценозах действует преимущественно искусственный отбор, направленный человеком, прежде всего, на максимальное повышение урожайности сельскохозяйственных культур. В агроэкосистемах резко снижено видовое разнообразие живых организмов. На полях обычно культивируют один или несколько видов (сортов) растений, что приводит к значительному обеднению видового состава животных, грибов, бактерий. Таким образом, по сравнению с естественными биогеоценозами агроценозы имеют ограниченный видовой состав растений и животных, не способны к самообновлению и саморегулированию, подвержены угрозе гибели в результате массового размножения вредителей или возбудителей болезней и требуют неустанной деятельности человека по их поддержанию.

На первых этапах развития земледелия агроценозы были более устойчивы, чем современные. Пашни занимали сравнительно небольшие площади в окружении естественной растительности. Был богат мир животных – регуляторов и опылителей. Культурные растения не были чистыми сортами и представляли смесь разных по наследственным качествам форм. В засушливые годы выживали одни формы, во влажные – другие. Сорняки на полях привлекали разнообразных насекомых. Существовала система связей, близких к природным. Такие агроценозы давали относительно невысокие, но надежные урожаи, и вспышки численности вредителей в них были редкими.

С развитием интенсивного товарного земледелия урожайность полей возросла, но устойчивость и запасы прочности экосистем резко понизились. Еще более 100 лет назад был сформулирован закон убывающего плодородия, по которому сельскохозяйственное производство непременно ведет к истощению и деградации почв.

23. Регуляторная функция человека в биосфере

1. Изменение границ оптимальных и лимитирующих факторов

- А) Человек способен изменять силу действия и число лимитирующих факторов, расширять или сужать границы оптимальных значений факторов среды.
- Б) Человек неизмеримо расширил свои адаптационные возможности за счет кондиционирования условий своей среды и резко уменьшил зависимость от природной среды и представляемых ею ресурсов.

2. Изменение факторов и механизмов регулирования численности популяции

- А) Человек снял или частично разрушил практически все природные механизмы популяционного гомеостаза по отношению к своей популяции.
- Б) Применительно к человеку практически «не работает» принцип территориальности как фактор регулирования численности популяции.
- В) Регулирование плотности человеческой популяции осуществляется за счет осознанного воздействия на рождаемость, а не в ответ на имеющуюся численность, что характерно для биологических популяций.

3. Воздействие на функционирование экосистем

- А) Нарушение правил экологических пирамид оказывается неоправданно дорогим. Оно неизбежно сопровождается изменениями в круговоротах веществ, накоплением отходов и загрязнением среды (например, животноводческие комплексы).
- Б) Человек существенно изменяет границы экологических ниш организмов.
- В) Человек нередко поддерживает экосистемы на промежуточных стадиях динамики в течение длительного времени для получения интересующего его эффекта.

4. Влияние человека на функции живого вещества в биосфере.

- А) Нормальная продуктивность сообществ нарушается в результате истощения почв, замены более продуктивных экосистем менее продуктивными, отчуждения земель под различные виды строительства и т.п.
- Б) Транспортную и рассеивающую функции живого вещества человек изменяет или дополняет, перемещая большие массы продукции в пространстве,
- В) Результатом интенсификации концентрационных процессов является накопление на поверхности земли ресурсов или продуктов их переработки.

5. Следствие различий темпов социального и технического прогресса

Для социальных и связанных с ними техногенных структур характерна низкая экологическая эффективность. Основная часть ресурсов составляет отходы. Такие явления во многом обусловлены несоответствием темпов развития технических и социальных структур.

6. Изменение временного фактора развития биосферных процессов.

Нарушение временного фактора развития биосферы и среды обитания приводит к несоответствию темпов изменения среды и адаптационных возможностей организмов. Следствием этого является нарушение в соотношении численности отдельных видов (результат неодинаковой адаптивности), снижение устойчивости и продуктивности экосистем, гибель некоторых видов.

7. Отчужденность человека от природы.

Действия человека характеризуются не только нарушением временного фактора в развитии биосферных процессов, но и отчужденностью (эмансипацией) от природы, подчинением ее своим целям. Чаще всего он выступает как внешний фактор по отношению к экосистемам.

24. Ноосфера в определении В.И. Вернадского. Возникновение ноосферы

В книге «Научная мысль как планетарное явление» В.И. Вернадский анализирует геологическую историю Земли и утверждает, что наблюдается переход биосферы в новое состояние - в ноосферу под действием научной мысли человека. Однако в трудах Вернадского нет законченного и непротиворечивого толкования сущности ноосферы. В одних случаях он писал о ноосфере в будущем времени, в других в настоящем, а иногда связывал формирование ноосферы с появлением человека разумного. Несмотря на отсутствие у В.И. Вернадского четкого и развернутого определения понятия ноосфера, из его работ можно выделить наиболее важные условия её становления. В книгах Вернадского можно найти ряд конкретных указаний, что должно произойти на Земле, чтобы ноосфера состоялась. Вернадский перечисляет признаки ноосферы:

1. Заселение человеком всей планеты.
2. Резкое преобразование средств связи и обмена между странами.
3. Усиление политических связей между всеми государствами Земли.
4. Преобладание геологической роли человека над другими геологическими процессами в биосфере.
5. Расширение границ биосферы и выход человека в космос.
6. Освоение новых, мощных источников энергии.
7. Равенство людей всех рас и религий.
8. Увеличение роли народных масс в решении вопросов внешней и внутренней политики.
9. Свобода научной мысли и научного искания от давления религиозных, философских и политических построений.
10. Подъем благосостояния трудящихся.
11. Разумное преобразование первичной природы Земли для удовлетворения материальных, эстетических и духовных потребностей численно растущего человечества.
12. Исключение войн из жизни общества.

Как видно, по Вернадскому будущее планеты - в руках человека благородного, мирного.

Очевидно, что с позиций современности многие пункты являются сомнительными и скорее декларативными. В конце двадцатого века взгляды на развитие человечества

значительно изменились. Поэтому в настоящее время имеется множество публикаций, диссертаций, анализирующих труды Вернадского и пытающихся разобраться в будущем ноосферы и в роли человечества в формировании ноосферы.

25. Угроза устойчивости биосферы со стороны человека

Влияние гоминид на биосферу в эонлейстоцене мало отличалось от роли животных. Первая форма воздействия на биосферу – это охота на диких животных, вторая – сбор плодов, корней и другой растительной продукции из природных экосистем. Скопления остатков костей и растительных остатков в изобилии находят на месте стоянок австралопитеков в эоплейстоцене возрастом более 1 млн. лет. В древнем палеолите (800-120 тыс. лет назад) архантропы и палеоантропы также занимались охотой и собирательством и в своей хозяйственной деятельности полностью зависели от природы. Эти воздействия были рассеяны, неспецифичны и целиком перекрывались климатическими изменениями.

В среднем палеолите (120-70 тыс. лет назад) климатические условия Рисс-Вюрмского межледниковья были благоприятны для жизни и расселения неандертальского человека по всей территории Старого Света. По-прежнему основной формой хозяйственной деятельности были охота и собирательство. На данной стадии, относящейся к эпохе нижнего палеолита, человек еще неотделим от окружающей его среды и полностью от нее зависит. Далекие перемещения людей сопровождались антропохорными миграциями диких растений. Появились каменные резцовые инструменты, острые рубила, оружие — лук, стрелы, копья. Охота стала эффективнее. Успешно охотились палеоантропы на крупных животных: зубров, оленя, мамонта, шерстистого носорога. Здесь же проявились зачатки окультуривания растений из девственной флоры, начиная с посадки собираемых растений вблизи жилищ. С палеолита распространяется загонно-огневая охота на животных с целью загона в ловушки, выжигание сухой травы для получения отавы и расширения площади пастбищ для животных, предназначенных для охоты. Таким образом, начиная с верхнего палеолита следы влияния человека на структуру биосферы становятся ощутимыми, хотя и локальными.

Палеолит около 15 тыс. лет назад начал постепенно сменяться мезолитом. Изобретение лука и стрел в мезолите способствовало расширению числа охотничьих видов, привело к возникновению новых форм охоты с использованием собак при загоне. Со времен пещерной жизни вокруг поселений человека начинает складываться фауна сопутствующих человеку видов. Появление нового вида орудий с одной стороны временно решило проблему питания (путем охоты на мелких животных) и сэкономило силы человека (раньше он сам бежал с копьем, а теперь за него летит стрела), но с другой стороны, это привело к быстрому уничтожению животных на определенной территории, столь быстрому, что животные не успевали воспроизводиться. И проблему питания необходимо было решать уже на другом уровне: человек от присваивающего хозяйства перешел к производящему: от охоты – к скотоводству, от собирательства – к земледелию. Эти изменения привели к неолитической революции.

Процессы, сопутствовавшие неолитической революции (переход к оседлости, загрязнение среды, вырубка лесов), способствовали распространению инфекционных болезней, усиливавших естественный отбор по различным биохимическим особенностям.

Если в доземледельческую эпоху численность человеческих групп регулировалась, в основном, размерами продовольствия, то с возникновением земледелия, главным рейдирующим фактором стали болезни. Именно болезни стали тормозить и рейдировать естественный прирост населения (в стаде эту функцию выполнял естественный отбор). Таким образом, создавая экологические кризисы и способствуя распространению эпидемий, рост плотности населения проявляет себя как саморегулирующийся процесс.

Неолитическая революция привела к двум главным изменениям в обществе:

К материальному – появлению избыточного продукта в материальном производстве и собственности как основы саморазвития экономики;

К гуманитарному – появлению в обществе принципиально нового начала – обособлению человека от «целого» и обретению им статуса автономной личности, индивида. А следовательно, возникла социальная необходимость обеспечить его "свободы".

Именно неолитическая революция предшествовала формированию государства.

Одомашнивание животных привело к конкурентному вытеснению их диких предков и сородичей из мест коренного обитания.

Перейдя от собирательства и охоты к земледелию и животноводству, человечество обеспечило себя продуктами питания и получило возможности роста своей численности от единиц миллионов к десяткам миллионов. Одновременно резко возросла численность сопутствующих человеку домашних животных – миллионные популяции домашних коз и овец, многие десятки тысяч голов крупного рогатого скота, несколько десятков тысяч голов лошадей, ослов и верблюдов сопутствовали неолитическому человеку. С целью расширения земледельческих угодий наши предки сжигали леса, разводили на пожарищах поля. Из-за примитивного земледелия эти поля быстро теряли продуктивность, тогда сжигались новые леса. Сокращение площади лесов вело к снижению уровня рек и грунтовых вод. Крупнейшим экологическим результатом неолитического скотоводства стало возникновение пустыни Сахара.

Опустынивание обширных территорий в неолите стало причиной второго экологического кризиса. Из него человечество вышло двумя путями:

1) продвижением на север и наступлением на степную зону, лесостепь и леса, где еще кочевали племена охотников и рыболовов. Здесь, в связи с таянием ледников появлялись новые, ранее не освоенные человеком территории;

2) переходом к поливному земледелию в долинах великих южных рек – Нила, Тигра и Евфрата, Инда и Ганга, Янцзы и Хуанхэ. Именно там возникли древнейшие цивилизации.

Поливное земледелие было несомненным прогрессом. Возросла урожайность, увеличились размеры поселений человека. Росло число ирригационных каналов, вокруг которых концентрировались поселения человека.

Заиливание каналов требовало регулярной чистки. Вынутый ил образовывал высокие валы вдоль каналов. Со временем оказывалось проще построить новый канал, чем чистить старый. Использовались методы дренажа почв. Однако это не спасало от падения продуктивности почв. На месте некогда плодородных заливных угодий и тугаев возникли глинистые и солончаковые пустыни и полупустыни.

Скопление на небольших приречных пространствах больших масс людей и скота привело к резкому загрязнению речных вод. В это время появляется множество гельминтозов и иных паразитарных заболеваний человека. Возникли такие циклы развития паразитов (например, печеночного сосальщика), связанных с человеком и домашним скотом, которые целиком проходили в среде обитания человека. Впервые встала проблема качества питьевой воды.

Ирригация вела к смыыву почв, заиливанию русел и устьев рек, росту дельт. Расширяющееся производство риса в Китае и Юго-Восточной Азии привело в действие новый антропогенный фактор – увеличение поступления метана в атмосферу.

Для преодоления данного кризиса стали использовать неполивное земледелие.

В развитии животноводства тоже возникли проблемы. Для борьбы с перевыпасом и более полного использования ресурсов фитомассы номады издревле использовали отгонное животноводство. Циклические колебания климата на планете особенно остро сказывались на скотоводах. Длительные (в течение нескольких лет) засухи или эпидемии чумы у человека, сибирской язвы или ящура у скота заставляли кочевников сниматься с мест. На смену кочевкам на немногие сотни километров от зимних пастбищ на равнине к летним пастбищам на альпийских горных лугах приходили многотысячекилометровые миграции через континент. Во время таких перемещений кочевники осваивали степные острова в лесной зоне, откуда вытесняли местных охотников.

Основной экологический пресс на природу стало оказывать сельское хозяйство путем изменения ландшафтов, вытеснения диких видов, а не охотничье хозяйство.

Следующий кризис, называемый кризисом продуцентов, связывают с началом массового сведения лесов, которое еще в древности началось в некоторых районах Азии, затем продолжилось в средиземноморье, во всей Европе, а после великих географических открытий распространилось и по всему миру.

Очередной антропогенный кризис мог бы разразиться в Европе 400 – 500 лет назад, но его предотвратила эпоха великих географических открытий и колониальных завоеваний. Началось освоение малозаселенных территорий Африки, Америки и Австралии. Это разрядило обстановку и отодвинуло кризис пастбищного скотоводства и Земледелия с использованием рабочего скота на середину и конец 19 в.

Интенсивное внедрение новых видов животных и растений, развитие земледелия и животноводства привело к новому наступлению на дикую природу.

Вместе с тем, благодаря новым растительным ресурсам, освоению новых территорий под животноводство, численность человечества могла резко возрасти. Внедрение новых видов растений в культуру сыграло не меньшую роль, чем неолитическая революция и «зеленая революция» второй половины XX в. Экологические и экономические последствия внедрения новых видов растений в культуру огромны, этот процесс, связанный с эпохой Великих географических открытий, можно назвать первой зеленой революцией.

Но в результате географических открытий серьезно пострадала флора и фауна островов. На Мадагаскаре в X–XII вв. уничтожили гигантских нелетающих страусообразных птиц эпиорнисов. На Новой Зеландии уничтожили гигантских моа. К XVII в. на острове Маврикий был уничтожен гигантский нелетающий голубь дронг, или додо. В XVIII в.

русские уничтожили морскую корову на Командорских островах, в XIX в. европейские колонисты уничтожили аборигенов Тасмании, а в XX в. из-за конкуренции с завезенными сюда собаками (динго здесь не было!) исчез сумчатый волк. Кризис разрешился за счёт использования техники и машин для обработки Земли. Появилось стойловое скотоводство (крупные птицефабрики, свинокомплексы и т.д.). Сведение лесов и общее истощение ресурсов растительного мира, как и вообще традиционных ресурсов того времени, привело к следующему экологическому кризису. Его связывают с общим бурным развитием производительных сил общества, которое вызвало широкое применение минеральных ресурсов и привело к промышленной революции, переросшей затем в научно-техническую революцию.

Настоящее время – период назревания следующего антропогенного экологического кризиса. Суть его состоит в том, что человечество уже приблизилось к получению максимально возможной урожайности с единицы площади обычных открытых земельных угодий. Никакие совершенствования методов обработки Земли и дополнительные затраты энергии уже не могут повысить естественную урожайность. В связи с этим прогнозируется переход к закрытому земледелию (защищенный грунт), при котором все основные параметры вегетации (тепло, свет, влага, минеральное питание) контролируются и поддерживаются в нужных пределах.

Также кризис редуцентов (который начался в настоящее время) будет обусловлен тем, что производимые в больших количествах новые синтетические материалы, переходя в отходы, не могут быть разрушены естественным путем, микроорганизмами. Придётся внедрять новые специальные химические технологии для переработки таких материалов. Энергопотребление ещё более увеличится. К этому времени следует также ожидать и полного истощения минеральных ресурсов.

В будущем, по мере роста ресурсопотребления, сопровождающегося усилением антропогенного воздействия на окружающую среду, человечество ожидают новые кризисные явления, признаки которых не трудно заметить сегодня. Наиболее очевидный: глобальный термодинамический кризис. Помимо загрязнения биосферы различными веществами происходит ее тепловое загрязнение – добавление тепловой энергии в приземный слой тропосферы в результате сжигания огромного количества горючих полезных ископаемых, а также использования атомной и термоядерной энергии. Тепловой кризис не грозит до тех пор, пока мы сможем обходиться исключительно солнечной энергией при условии, что прекратим в ближайшее время сжигать горючие ископаемые. В противном случае возможен кризис из-за парникового эффекта (накопление CO₂ в атмосфере). Следствием этого может стать глобальное потепление климата. Этот кризис получил название термодинамического. Угроза данного кризиса обусловит переход к использованию новых источников энергии, не добавляющих в систему геосферы тепловую энергию, кроме солнечной.

Еще один - кризис надежности экосистем, связанный с потерей способности биосферы к самоочищению вследствие увеличения антропогенных отходов и отсутствия у нее механизмов восстановления из-за выбросов чуждых природе веществ - ксенобиотиков. Данный кризис приведет к нарушению экологического равновесия в масштабах планеты. Преодолению кризиса должно способствовать научно-обоснованное экологическое планирование, обеспечивающее равновесие природного и общественного

развития, интенсивное внедрение ресурсосберегающих технологий. Необходим приоритет экологических ценностей перед всеми другими. История человечества свидетельствует о том, что каждый ресурсный кризис неизбежно сопровождается экологическим и социальным кризисами, что позволяет говорить о системности кризисных явлений.

26. Конференция ООН по изменению окружающей среды: Рио-де-Жанейро, 1992 год

В конференции ООН 1992 года в Рио-де-Жанейро, получившей название «Саммита Земли», приняли участие представители 178 стран, в том числе 114 глав государств и правительств. Главным достижением конференции стало введение в широкий оборот термина «устойчивое развитие» (sustainable development) как альтернативы прежнему природоразрушительному курсу цивилизации. Конференция приняла программу ООН «Повестка дня на XXI век», явившуюся основой для разработки национальных программ по переходу к устойчивому развитию, которую к настоящему времени имеют более ста стран мира. Однако, хотя в докладе Комиссии Брундтланд прозвучал призыв к «глобальной программе изменений», но он не получил полноценного отражения в национальных программах по переходу к устойчивому развитию, которые большей частью были ориентированы на решение частных, локальных проблем и слабо отражали существование глобальной угрозы. Генеральный секретарь Конференции Морис Стронг в своем заявлении на церемонии ее открытия отметил, что, к сожалению, надежды, порожденные в мировом сообществе решениями Стокгольмской конференции 1972 г., в значительной степени остались неосуществленными - глобальные нарушения в природной среде продолжают нарастать.

Суть этих взглядов была представлена в самом известном научном труде того времени – созданной Римским клубом компьютерной модели глобального будущего развития человечества, которая привлекла внимание всего мира. Римский клуб объединил группу из 50 назначивших самих себя “мудрых мужей (и дам)”, которые регулярно встречались и пытались заставить мир развиваться по определенным правилам, так же как это делала Пагуошская группа ученых в отношении “холодной войны”. Модель Римского клуба, опубликованная в книге “Пределы роста”, была построена на основе исследования пяти переменных величин – технологии, численности населения, питания человека, природных ресурсов и окружающей среды. Основным выводом исследований было следующее: если существующие тенденции развития останутся неизменными, мировая система выйдет за пределы устойчивости и потерпит катастрофу к 2000 году. Если этого не случится, то должно произойти снижение численности населения и объема производства (Meadows and Meadows 1972). Несмотря на острую критику книги, в ней была впервые опубликована концепция “пределов роста” – идея о том, что развитие может быть ограничено конечными размерами ресурсов Земли.

С момента своего возникновения Римский клуб выпустил более трех десятков докладов. Но заслуга авторов этих моделей заключается в том, что впервые после работ В.И. Вернадского была сделана попытка использовать математическое моделирование для изучения эволюции системы «Природа – Общество», чтобы наглядно продемонстрировать, куда может завести человечество погоня за материальными ценностями и нерациональное природопользование.

27. Конференция ООН по изменению окружающей среды: Киото, 1996 год

Данный документ представляет собой дополнение к Рамочной конвенции от 1992 года. Он был принят в японском Киото в 1997 году. Целью соглашения стало стабилизация и сокращение выбросов парниковых газов в атмосферу. Киотский протокол стал первым международным документом, в котором выставлялись количественные ограничения по таким выбросам.

Предполагалось, что с начала 2008 года по конец 2012 года удастся снизить совокупный средний уровень выбросов 6 типов газов (углекислый газ, метан, фторуглероды, фторуглероды, закись азота, гексафторид серы) на 5,2 % по сравнению с уровнем 1990 года. Тогда Евросоюз обязался сократить выбросы на 8%, США — на 7%, Япония и Канада — на 6%, страны Восточной Европы и Прибалтики — на 8%, Россия и Украина — сохранить среднегодовые выбросы в 2008-2012 годах на уровне 1990 года. Развивающиеся страны, включая Китай и Индию, обязательств на себя не брали.

Однако США в конце концов отказались ратифицировать протокол, Канада вышла из него, а ряд других стран не стали выполнять договоренности.

28. Прогноз «ядерной зимы»

Прогнозы ядерной зимы были получены одновременно и независимо учеными СССР и США в 1983-1985 гг. Согласно принятому сценарию, ядерная зима начинается в результате крупномасштабной ядерной войны между двумя крупнейшими странами (суммарная мощность ядерных взрывов равна 10 000 Мт).

Ядерная зима -- природная катастрофа, которая, по мнению некоторых ученых, может возникнуть вследствие военного конфликта с применением ядерного оружия. Облака пыли, выброшенные ядерными взрывами в верхние слои атмосферы, могут препятствовать теплообмену между ней и поверхностью, что приведет к временному охлаждению воздушных масс. Затем ученые обратили внимание на последствия лесных и городских пожаров. Ядерная зима окажет самое сильное воздействие на экосистемы суши. Если война начнется летом, то вымерзнет большая часть растительности Северного полушария. Тропическая растительность будет уничтожена в любом случае. Образовавшиеся огромные площади мертвых лесов будут служить материалом для вторичных лесных пожаров. Разложение этой мертвой органики приведет к выбросу в атмосферу большого количества углекислого газа, серьезно нарушится глобальный цикл углерода. Уничтожение растительности (особенно в тропиках) вызовет активные процессы эрозии почвы. Погибнут практически все виды млекопитающих и птиц. Ядерная зима нанесет серьезный ущерб агроэкосистемам. Вымерзнут все плодовые деревья, виноградники и т. п. Погибнут практически все популяции сельскохозяйственных животных, поскольку инфраструктура животноводства будет разрушена. Восстановление части растительности возможно (сохранятся семена), но этот процесс будет замедлен воздействием других факторов ядерной войны. После окончания ядерной зимы для большинства экосистем интенсивность круговорота химических элементов (углерод, азот и др.), а также общее количество вещества, участвующего в круговороте, уменьшится. В результате увеличится количество CO₂ в атмосфере, увеличится накопление биогенных элементов в водоемах. пережившие

первый удар люди столкнутся с арктическим холодом, высоким уровнем остаточной радиации и всеобщим разрушением промышленной, медицинской и транспортной инфраструктуры. Вместе с прекращением поставок пищи, гибелью посевов и чудовищным психологическим стрессом это приведет к колоссальным человеческим жертвам от голода, истощения и болезней. Ядерная зима может уменьшить население Земли в разы и даже в десятки раз, что будет означать фактический конец цивилизации.

29. Малые замкнутые экосистемы. Программа «Биосфера-2».

В 1960 году Дэвид Латимер из Кранли, графство Сюррей в 45-литровой бутылки от серной кислоты создал бутылочный сад. В бутылку он насыпал четверть земли, а остальное пространство занял традесканцией. В качестве удобрения он взял жидкий компост. Компоста было много, почти половина бутылки. Дэвид сознательно использовал только четвертую часть пинты воды, что составляет всего 140 миллилитров воды. Осторожно, с помощью проволоки любитель-садовод посадил саженцы внутри стеклянной колбы. Последний раз он полил традесканцию в 1972 году, перед тем как запечатать. До этого он поливал ее лишь при посадке. Через двенадцать лет, Дэвид наглухо закрыл свою бутылку, чтобы посмотреть, как поведет себя растение в полной изоляции от окружающего мира. Бутылку с «чудо-садом» стоит примерно в двух метрах от окна, так что традесканции солнечного света вполне хватает. Чтобы побеги и листья росли равномерно по всему объему бутылки, Дэвид иногда поворачивает её разными сторонами к свету. Больше никакого ухода за «чудо-садом» нет. В процессе фотосинтеза растением выделяется кислород. Выделение кислорода сопровождается увлажнением воздуха в бутылки. Влага скапливается на стенках бутылки и «проливается дождём» - стекает по стеклянным стенкам вниз, в почву. Листья и побеги, растущие в середине бутылки и не получающие достаточно солнечного света, опадают и перегнивают на поверхности почвенного слоя в бутылки. Перегнивание опавших листьев сопровождается выделением углекислого газа, который также используется для работы фотосинтеза и питания.

Именно цикл фотосинтеза играет решающую роль в миниатюрной экосистеме, сложившийся в бутылки.

Существуют и более научные разработки в области малых замкнутых систем:

Экосфера (ecosphere) представляет собой упрощенную модель нашей планеты, конечно, без материков и океанов, но в которой имеется жизнь! Внутри модели прекрасно сосуществуют нитрифицирующие бактерии, креветки, кусок древесины и немного водных растений. Жители заключены в герметично запаиваемую сферу из стекла и способны прожить в ней несколько лет. Для этого им нужен лишь свет и комфортная температура воздуха. На самом деле, это побочный продукт космических разработок NASA по созданию автономных замкнутых экологических систем для длительных полетов. Перед учеными в то время стояла непростая задача – как создать комплекс, способный существовать бесконечно долго и подпитываемый одним только светом? В ходе научных экспериментов был найдена комбинация, используемая в современных экосферах, – бактерии, растения, древесина и креветки. Самое удивительное в том, что эти слагаемые представляют собой замкнутый круговорот веществ и живых организмов! «Биосфера-2» — сооружение, моделирующее замкнутую экологическую систему,

построенное компанией «Space Biosphere Ventures» и миллиардером Эдвардом Бассом в пустыне Аризона (США). Цифра «2» в названии призвана подчеркнуть, что «Биосферой-1» является Земля. Внутри лаборатории росли деревья, трава и кустарники, что давали 46 видов растительной пищи, были пастбища коз, свиарники, курятники, в искусственных водоемах плавала рыба и креветки. Предполагалось, что комплекс будет функционировать автономно, так как налицо были все условия нормального круговорота веществ. Солнечного света, по расчетам ученых, должно было хватить для достаточного воспроизводства кислорода растениями в результате фотосинтеза, черви и микроорганизмы призваны были обеспечить переработку отходов, насекомые — опылять растения и т. д. Однако через несколько недель жизнь людей, живущих натуральным хозяйством, нарушилась. Микроорганизмы и насекомые стали размножаться в неожиданно больших количествах, вызывая непредвиденное потребление кислорода и уничтожение сельскохозяйственных культур (использование ядохимикатов не предусматривалось). Обитатели проекта стали терять в весе и задыхаться. Учёным пришлось пойти на нарушение условий эксперимента и начать поставку внутрь кислорода (23 тонны) и продуктов (эти факты скрывались и были разоблачены впоследствии). Первый эксперимент закончился неудачей: люди сильно потеряли в весе, количество кислорода снизилось до 15% (нормальное содержание в атмосфере — 21%). Неучтённые факторы при создании проекта Биосфера 2:

Конденсация влаги и её выпадение в виде дождя из-за герметичности Биосферы и перепадов температур оболочки. Следствие — нарушение экологического равновесия.

Недостаток площади для выращивания пищи из-за неправильных расчётов. Использовалась одноуровневая компоновка грядок, тогда как более эффективно использовать гидропонную многоэтажную компоновку.

Неспособность растений выработать достаточно кислорода из-за неконтролируемого роста микроорганизмов (которые воровали кислород у людей), а также из-за химической реакции между кислородом и бетоном конструкций (что также не способствовало обогащению воздуха кислородом).

Отсутствие ветра пагубно сказывалось на некоторых видах древесной растительности. В отсутствие давления ветра на ствол и ветви деревьев, механические ткани древесины оказались недостаточно развитыми. В результате стволы и ветви деревьев становились хрупкими и ломались под тяжестью собственного веса. Что, естественно, приводило к серьёзным разрушениям внутри комплекса.

Неспособность людей заменить пищевой рацион с привычной еды на быстроразмножающихся вредителей (муравьёв и тараканов). Брезгливость в бункере во время конца света — точно не помощник.

30. Факторы постепенных и быстрых изменений в биосфере.

Главным двигателем постепенных изменений в биосфере является медленное изменение светимости Солнца. По мере увеличения светимости изменился состав атмосферы, восстановительные условия в океане сменились на окислительные, а затем кислотная реакция морских вод сменилась на щелочную. Второй фактор постепенных изменений — постепенное снижение вулканизма. Третий — развитие жизни, которое зависело от факторов окружающей среды, но и само оказывало на них влияние.

Факторы быстрых изменений — революции в истории биосферы.

1. Оледенения
2. Изменение солености океана
3. Подъем вод, содержащих сероводород
4. Катастрофы, связанные с падением метеоритов.
5. Совместное действие постепенных и быстрых изменений в биосфере обусловило закономерности развития самой биосферы.

31. Роль биоты в гомеостазе биосферы.

Невозмущенные человеком естественные сообщества видов глобальной биоты представляют собой уникальный механизм поддержания пригодных для жизни условий окружающей среды в локальных и глобальных масштабах. Устойчивость современного земного климата может быть объяснена функционированием естественной биоты. Биотическая регуляция окружающей среды — междисциплинарная научная концепция.

Основные положения концепции

Выводы В.Г.Горшкова в несколько дополненном его коллегами виде таковы:

1. Нет среды без биоты

Пригодная для жизни человека окружающая среда создается и устойчиво поддерживается в оптимальном состоянии естественными, не нарушенными человеком экологическими сообществами живых организмов (биотой). Естественная биота компенсирует любые нарушения окружающей среды, не превосходящие порога разрушения самой биоты.

2. Эволюция для регуляции

Биотическая регуляция осуществляется путем функционирования ("работы") живых организмов всех видов, входящих в экологическое сообщество. Стабилизирующий естественный отбор предотвращает распад генетической информации, необходимой для такой работы. Эволюция происходит в направлении усиления регуляторного потенциала экологического сообщества. Мощность продукции, достигнутая биотой, позволяет ей восстанавливать любые естественные нарушения окружающей среды в кратчайшие сроки, за десятки лет;

3. Биота как компьютер

Величина потоков информации, обрабатываемых естественной биотой в процессе управления окружающей средой, на двадцать порядков превосходит величину потоков информации, которые могут быть обработаны современной цивилизацией. Технологический аналог биотической регуляции невозможен.

4. Биота и температура

Жизнь может существовать в температурном интервале, соответствующем жидкому состоянию гидросферы. Жидкая гидросфера Земли физически неустойчива по отношению к переходу в состояния полного оледенения планеты или полного испарения океанов. В отсутствие биотического управления окружающая среда и климат Земли в течение короткого времени перейдут в одно из этих двух устойчивых состояний, непригодных для жизни человека.

5. Биота и вода

Человек живет на суше. Пресная вода, необходимая для всей жизни и жизни людей, реками непрерывно стекает в океан. Компенсация речного стока и оптимальное дождевое увлажнение почвы обеспечивается действием лесного биотического насоса, закачивающего атмосферную влагу с океана на сушу. Суша, лишенная естественного лесного покрова, превращается в пустыню, навсегда запертую для океанической влаги.

6. Нарушенная биота = антибиота

Освоение естественных экосистем в ходе хозяйственной деятельности человека разрушает механизм биотической регуляции в локальных масштабах и непрерывно ослабляет его глобальную мощность. Нарушенные экосистемы и искусственные биосистемы (поля, пастбища, эксплуатируемые леса) не способны к поддержанию устойчивой окружающей среды. Напротив, они действуют как мощные дестабилизаторы окружающей среды.

32. Биологический катализ и биологическая информация

Биокатализ- избирательное ускорение химических реакций, протекающих в живом организме, под влиянием ферментов. Основан на снижении энергетического барьера (т. н. энергии активации) за счёт образования промежуточных комплексов фермента с субстратом. Отличается от небиологического катализа высокой эффективностью (повышение скорости реакции вплоть до 10¹⁰—10¹²-кратной), строгой избирательностью и направленностью действия (субстратной и реакционной специфичностью), а также доступностью к тонкой и точной регуляции (активность фермента может увеличиваться или уменьшаться в зависимости от условий, в которых протекает реакция). Эти особенности обусловлены строением и свойствами белковой молекулы ферментов. В ней содержатся уникальные по своей структуре активные центры и регуляторные участки. В активном центре происходит сближение реагирующих веществ (субстратов, кофакторов), их упорядоченная ориентация относительно друг друга и молекулы фермента, т. н. индуцированное соответствие. Последовательные превращения реагентов осуществляются в составе фермент- субстратного комплекса по энергетически выгодному пути. При биокатализе химическое превращение может складываться из ряда промежуточных стадий. Образование первичного фермент- субстратного комплекса даёт выигрыш энергии, достаточный для ускорения процесса в целом. Представления о необходимости образования такого комплекса следовали из изучения зависимости скорости ферментативной реакции от концентрации фермента и субстрата, к-рая описывается в

простейших случаях уравнением Михаэлиса — Ментен. Важную роль в биокатализе играет аллостерическая регуляция. Изучение тонких механизмов биокатализа показало, что в их основе лежат те же законы и принципы, на которых основаны обычные химические реакции. Разработаны модели биокатализа для отдельных классов ферментов. Единая теория биокатализа не разработана, т. к. механизмы протекания ферментативных реакций сложны и разнообразны, зависят от большого числа переменных величин и в ряде случаев пока не поддаются математическому описанию.

Биологическая информация

Широкое использование понятия „информация” затронуло и учение о биосфере. Изменение информации биосферы выражалось в возрастании разнообразия и структурированности биосферы. Происходило увеличение числа органических форм, геохимических барьеров, нарастала дифференцированность физико-географического строения биосферы и т. д. И хотя в отдельные периоды широкого распространения зон с теплым и влажным климатом (карбон, мезозой) объем живого вещества был, возможно, и больше, чем в современной биосфере, разнообразие современных физико-географических условий (наличие аридных и гумидных зон, высокогорий и т. д.), в которых обитают организмы, обуславливает большее разнообразие видов животных и растений или, иными словами, большее количество биологической информации.

Один из первых попытался применить кибернетические представления об информации к эволюции органических форм и к эволюции биосферы М. М. Камшилов в 1961 г. В книге „Значение взаимных отношений между организмами в эволюции” он отмечал, что с точки зрения кибернетики „морфофизиологический прогресс отдельных видов является способом увеличения запаса информации в результате установления многочисленных связей с внешней средой и в особенности с биотическим окружением”. Для количественной оценки роста информации в биосфере весьма показателен подсчет числа водных и наземных организмов, сделанный Камшиловым (1974) на основе данных Ф. Г. Добржанского о видовом разнообразии органического мира. Число наземных животных составляет 93 %, а водных — только 7 % от общего числа видов в царстве животных. Сходные соотношения существуют и в царстве растений, где наземных видов — 92%, а водных — 8%. Их этих цифр ясно видно, что с освоением регионов биосферы, отличающихся разнообразием условий, возрастали и возможности видообразования. При этом лишь немногие формы оказались способными эволюировать в сложных условиях наземных экосистем. Примерно 10% из числа классов животных смогли приспособиться к наземной жизни, а остальные остались в гидросфере. Но именно эти 10% дивергировали в удивительное разнообразие видов, дав подавляющее большинство современных видов животных. То же самое и в царстве растений. Подобное преобладание наземных видов объясняется тем, что „эволюция жизни на суше пошла явно ускоренными темпами”.

В книге В. А. Кордюма „Эволюция и биосфера” (1983) подчеркивается особое значение информационного подхода в познании эволюции биосферы. Правда, Кордюм исходит из совершенно иных, чем Камшилов, представлений. Он полагает, что в биосфере постоянно находится громадное количество генетической информации, которая благодаря различным способам внеполовой „горизонтальной” (трансформация, трансдукция, симбиоз и т. д.) передачи постоянно обрушивается на организмы. Это позволяет организмам быстро обрести новые признаки, на „приобретение которых обычным путем ушли бы миллионы и даже миллиарды лет”. Предположив наличие

широкого обмена генетической информации между столь отдаленными таксонами, как бактерии и млекопитающие, Кордью признает реальной единицей эволюции не вид, а всю биосферу в целом.

Информационный подход с позиций геохимии наиболее подробно рассмотрен в книге А. И. Перельмана „Геохимия биосферы” (1973), который отмечал, что разделение веществ в ходе истории биосферы означало рост количества неорганической информации. Информационный подход к эволюции биосферы позволяет выделить одну из основных тенденций этого процесса — повышение ее надежности и устойчивости. Устойчивость экосистем и их возможности приспособиться к изменяющимся абиотическим факторам в значительной степени зависят от их сложности, т. е. от числа составляющих их видов животных, растений, микроорганизмов и взаимодействий между ними. Это отмечал еще Ч. Дарвин. Повышение количества информации в экосистемах обуславливало не только количественные, но и качественные преобразования биосферы. Повышение индекса таксономического разнообразия обеспечивало устойчивость и надежность функционирования биосферы и в то же время было источником ее дальнейшего развития в связи с усложнением биогеоценотических связей.

Следует учитывать, что рост информации не был каким-то непрерывным и монотонным процессом. Были периоды резкого сокращения биологической, а возможно, и неорганической информации. Часть информации постоянно переходила в ископаемое состояние в виде однородных горных пород. Так, все многообразие современных месторождений горючих ископаемых не может хоть в какой-то степени отразить многообразие организмов, из которых образовались эти месторождения. С точки зрения информационного подхода интересен тот факт, что рост разнообразия органических форм на уровне семейств, родов и видов происходил только тогда, когда был достигнут максимум разнообразия классов. Так, наибольшее число классов в мире животных приходится на начало позднего палеозоя. В начале мезозоя число классов сократилось и с тех пор придерживается на более или менее одинаковом уровне. Последние геологические и палеоклиматологические исследования заставляют внести определенные коррективы в традиционные представления о нарастающей природной зональности Земли. Изучение основных типов метаморфических пород докембрия, их структурных и текстурных особенностей показало, что уже в раннем докембрии имелись различные климатические зоны (гумидные, аридные, ледовые щиты и т.д.)

33. Геохимические аккумуляторы

Геохимические аккумуляторы — химические элементы, переносящие энергию с поверхности Земли в более глубокие горизонты земной коры. К геохимическим аккумуляторам относятся гл. обр. углерод и водород, составляющие основную массу живого вещества. В результате фотосинтеза из CO_2 , H_2O и др. простейших соединений живое вещество за счёт солнечной энергии образует сложные органические соединения, обладающие большим запасом энергии. В процессе биологич. круговорота часть органич. веществ разлагается в поверхностных горизонтах до простых органич. соединений и продуктов полной минерализации; поглощённая при фотосинтезе энергия высвобождается. Образующиеся в ходе этих процессов CO_2 , гуминовые и др. кислоты попадают в природные воды, к-рые приобретают высокую химич. активность, разлагают

силикаты, растворяют известняки и т. д. Другая часть органич. веществ захороняется в горных породах и в ходе геологич. процессов опускается на глубины в тысячи метров (залежи угля, рассеянное органич. вещество в породах, возможно—нефть и горючие газы). Эти органич. вещества также являются источником энергии, но уже для глубинных процессов, протекающих преим. при участии микроорганизмов. Окисляя захороненные органич. вещества, микроорганизмы извлекают заключённую в них энергию, края способствует изменению состава вмещающих пород, осаждению многих металлов из вод, глубинному выветриванию и т. д. В качестве геохимическим аккумуляторам могут выступать и другие химич. элементы, входящие в состав органич. веществ (сера, азот).

Н. В. Белов и В. И. Лебедев предположили, что солнечная энергия может аккумулироваться не только в органич. соединениях, но и в «кристаллическом веществе Земли», в частности в глинистых минералах. Роль геохимических аккумуляторов в этом случае выполняет алюминий, возможно также магний и др. элементы. По мнению этих учёных, солнечная энергия, поглощённая кристаллич. веществом у дневной поверхности и освобождённая на больших глубинах, наряду с радиоактивной энергией может являться источником энергии эндогенных процессов.

34. Общие характеристики гидросферы как арены жизни

В понятие гидросферы включают все типы водоемов. В наиболее общем виде принято деление гидросферы на Мировой океан, континентальные воды и подземные воды. Поскольку основная масса воды сосредоточена в водоемах океанического, свойства водной среды обычно рассматривают на примере Мирового океана. Океан занимает около 71 % поверхности Земли, тогда как на внутренние водоемы приходится лишь около 5 %. Химизм воды имеет большое значение и как фактор, обуславливающий осмотические отношения организма в водной среде. Практически у всех водных организмов существуют проницаемые для воды участки поверхности, через которые идет осмотический поток воды. Направленность и сила его зависят от разницы концентраций солей и других осмотически активных веществ между водной средой и жидкостями организма. Большинство растений и морских животных изотоничны среде, но у ряда видов первичноводных животных фактор солености среды предопределил принципиальные пути эволюции органов выделения (особенно это характерно для позвоночных), а у вторичноводных — серию адаптаций, направленных на ограничение осмотического обмена с окружающей средой. Наконец, постоянное наличие в воде растворенных и взвешенных веществ имеют большое значение как фактор питания; выделение в воду продуктов метаболизма не только освобождает организм от ненужных веществ, но и широко используется водными животными как средство химической коммуникации. Таким образом, в понятие воды как среды жизни включается обязательное наличие растворенных и взвешенных в ней веществ, в том числе имеющих органогенное происхождение. Большое экологическое значение имеют высокая плотность и вязкость воды. В результате водные организмы (особенно активно движущиеся животные) сталкиваются с достаточно мощными силами гидродинамического сопротивления, что направило эволюцию многих групп животных на формирование органов и биомеханических типов движения, снижающих лобовое сопротивление и повышающих таким образом эффективность энергозатрат на плавание.

В связи с высокой плотностью водной среды ее обитатели лишены облигатной связи с субстратом, столь характерной для наземных форм и вызванной силами гравитации. Это открывает возможность существования растений и животных в толще воды без обязательной связи с дном или другим субстратом. В толще Мирового океана и других водоемов сложились комплексы живых организмов, «парящих» в воде и вполне самостоятельно поддерживающих круговорот веществ.

Благодаря всему этому жизнь распространена в гидросфере по всей ее толщине, встречаясь даже в самых глубоководных океанических впадинах — на глубине до 11 км. Перечисленные особенности гидросферы как среды жизни определили наиболее важные черты водных экосистем. В соответствии со структурным делением водоемов на бенталь (область дна) и пелагиаль (толща воды) все организмы-гидробионты подразделяются на виды, связанные с дном — бентос, и формы, обитающие в пелагиали — пелагос.

Эти сообщества содержат пассивно парящие в толще воды формы — планктон — и активно плавающих животных — нектон. Особую группу составляют пелагические виды, обитающие на границе водной и воздушной сред. Это животные и растения, связанные с поверхностной пленкой воды и объединяемые под названием нейстон (личинки комаров, плавунцов и других видов членистоногих, водомерки, некоторые брюхоногие моллюски и др.). Другая группа обитателей «пограничной» зоны гидросферы — плейстон — характеризуется тем, что часть их тела находится в воде, а часть — в воздухе. Таковы, например, всем известные рыбки; среди животных к плейстону относятся сифонофоры и некоторые другие виды.

Водная оболочка Земли как среда обитания обладает и многими другими свойствами, важными для ее обитателей. Вода отличается довольно низким содержанием растворенного в ней кислорода. Для крупных животных, размеры тела которых не позволяют осуществлять дыхание путем прямого проникновения кислорода через поверхность тела, это обстоятельство стало ведущим фактором эволюционного становления принципов дыхательной системы, работающей с высокой эффективностью. Прозрачность воды определяет формирование специфической покровительственной окраски планктонных и нектонных организмов: прозрачность тела, почти полное отражение света или окраска по принципу скрадывающей противотени. Комплекс свойств водной среды определил многие черты биологии размножения растений и животных: пассивное рассеивание гамет, отсутствие опылителей, использование течений для расселения личинок и т. п. Вчетверо большая, чем в воздухе, скорость звука в водной среде определяет более высокую частоту эхолокационных сигналов. Электропроводность открывает возможность эволюционного формирования электрических органов чувств, обороны и нападения, что невозможно для обитателей воздушной среды.

В целом фундаментальные особенности воды как среды обитания определили формирование принципиальных черт строения и функционирования организмов обитателей этой среды — гидробионтов, а разнообразие условий в пределах гидросферы — широкий диапазон жизненных форм растений и животных

35. Общие характеристики атмосферы как арены жизни

Современная атмосфера Земли по химическому составу относится к азотно-кислородному типу и этим качественно отличается от газовых оболочек всех известных ныне небесных тел, включая планеты Солнечной системы. Своеобразие состава современной атмосферы Земли выражается в ничтожном содержании инертных газов

(кроме аргона) и молекулярного водорода. Состав атмосферы сильно отличается от вулканических газов, за счет которых она возникла в далеком прошлом. Это свидетельствует о том, что в течение геологической истории Земли происходили мощные процессы, изменившие состав ее газовой оболочки. Эти процессы связывают с активностью живого населения биосферы. Свойства газовой оболочки Земли неодинаковы по вертикали. В частности, большое значение имеет высотное падение атмосферного давления: на высоте около 6200 м его величина уменьшается вдвое по сравнению с уровнем моря. Этот фактор важен для фотосинтеза в силу зависимости этой реакции от парциального давления CO_2 , а также для аэробных организмов, поскольку процесс газообмена прямо зависит от величины парциального давления кислорода. Озоновый слой располагается на высоте 10—100 км; максимальная концентрация озона регистрируется на высоте около 20 км. Озоновый экран имеет громадное значение для сохранения жизни на Земле: в слое озона поглощается большая часть идущего от Солнца ультрафиолетового излучения, причем в его коротковолновой части, наиболее губительной для живых организмов.

Воздух как среда жизни обладает определенными особенностями, направляющими общие пути эволюции обитателей этой среды. Так, высокое содержание кислорода (около 21 % в атмосферном воздухе, несколько меньше — в воздухе, заполняющем дыхательную систему животных) определяет возможность формирования высокого уровня энергетического метаболизма. Не случайно именно в этой среде возникли гомойотермные животные, отличающиеся высоким уровнем энергетики организма, большой степенью автономности от внешних воздействий и высокой биологической активностью в экосистемах. С другой стороны, атмосферный воздух отличается низкой и изменчивой влажностью. Это обстоятельство во многом лимитировало возможности освоения воздушной среды, а у обитателей ее направляло эволюцию фундаментальных свойств системы водно-солевого обмена и структуру органов дыхания.

Одной из важнейших особенностей атмосферы как арены жизни является низкая плотность воздуха. Говоря об обитателях воздушной среды, мы всегда имеем в виду наземные формы животных и растений: низкая плотность воздушной среды закрывает возможность существования организмов, полностью осуществляющих свои функции вне связи с субстратом. Благодаря этому жизнь в воздушной среде сосредоточена вблизи поверхности земли, проникая в толщу атмосферы на высоту не более 50—70 м (кроны деревьев тропических лесов). Вместе со складками земной коры живые организмы могут оказываться и на больших высотах (до 5—6 км над уровнем моря [1]), но это не означает «отрыва» их от субстрата.

Высокогорье лимитирует те процессы, которые физиологически связаны с парциальным давлением атмосферных газов. Показано, например, что в Гималаях распространение зеленой растительности ограничено высотой 6200 м — пониженное парциальное давление CO_2 закрывает возможность дальнейшего продвижения растений-фотосинтетиков. Животные (насекомые, пауки) отмечены и выше — они питаются заносимой сюда пылью и другой органикой.

Временное пребывание живых организмов в толще атмосферы регулярно регистрируется на высотах примерно до 10—11 км. Птицы обычны на высотах до 1—3 км, но отмечены и более высокие залеты. «Рекордсменом», по-видимому, является

белоголовый сип, столкнувшийся с самолетом на высоте 12,5 км. Летающие насекомые встречаются примерно до тех же высот, а заносимые восходящими воздушными течениями бактерии, споры, простейшие и некоторые другие мелкие организмы регистрировались на высоте 10—15 км и даже выше (описано нахождение бактерий на высоте 77 км, притом в жизнеспособном состоянии).

36. Общие характеристики литосферы как арены жизни

Рассматривая литосферу как часть биосферы, обычно в первую очередь имеют в виду ее поверхностную часть, измельченную в процессе физического, химического и биологического выветривания и содержащую помимо минерального также и органическое вещество. Эта часть литосферы представляет собой сложное биокосное тело, обладающее особыми свойствами и функциями и называемое почвой. Поэтому нередко вместо термина «литосфера» употребляется понятие педосфера (эдафосфера), означающее почвенную оболочку земной коры.

Почва представляет собой довольно сложную полидисперсную трехфазную систему, включающую твердую (минеральные частицы), жидкую (почвенная влага) и газообразную фазы. Соотношение этих трех составляющих определяет основные физические свойства почвы как среды обитания живых организмов. Химические же свойства помимо минеральных почвенных элементов сильно зависят от органического вещества, также являющегося неотъемлемой составной частью почвы.

Механический состав и структура почв — ведущий фактор формирования их свойств как среды обитания живых организмов: аэрации почв, их влажности и влагоемкости, теплоемкости и термического режима, а также условий передвижения в почве животных, распределения корней древесных и травянистых растений и т. п. Некоторые животные и растения избирательно поселяются на определенных типах почв. Таковы, например, псаммофильные растения и животные, обитающие только на песчаных почвах, петрофильные — на каменистых и др.

Минеральные частицы занимают 40—70 % общего объема почвы. Оставшееся пространство, представляющее собой систему пор, полостей и канальцев, занято воздухом и водой. Вода (почвенная влага) может находиться в почве в трех состояниях: гравитационном, капиллярном и прочносвязанном (гигроскопическом). Гравитационная вода заполняет относительно крупные (не обладающие свойством капиллярности) поры и полости в почве; она доступна для растений. Проникая в почву с поверхности суши, главным образом в результате атмосферных осадков, эта часть жидкой фазы представляет собой довольно сложный раствор, обладающий различными свойствами в зависимости от состава растворенных веществ. Вода, заполняющая поры малого диаметра, оказывается под воздействием сил поверхностного натяжения капиллярного мениска и

«подсасывается» вверх на расстояние, обратно пропорциональное диаметру капилляра. На этом механизме основано увлажнение почвы снизу (от горизонта подземных вод), а также потеря влаги почвой испарением ее с почвенной поверхности. Последний процесс при соответствующих условиях (в засушливое, жаркое время года, особенно в степных, полупустынных и пустынных регионах) приводит к поднятию солевого горизонта. Эту часть почвенной влаги называют капиллярной; она образует влажный горизонт почвы.

Воздух заполняет поры и полости, свободные от воды. Воздух проникает в почву из атмосферы путем диффузии газов между атмосферой и поверхностными горизонтами почвы по градиенту давления; фактически газообмен идет непрерывно. Поэтому в целом

состав газообразной фазы почвы качественно близок к составу атмосферного воздуха, но отличается более широкими колебаниями соотношения различных газов. Почвенные органические вещества содержат, в частности, лигнин, клетчатку, терпены (эфирные масла), смолы, дубильные вещества и др. Часть молекул органических веществ (преимущественно ароматической природы) полимеризуется, что повышает их устойчивость к воздействию микроорганизмов-разрушителей. Так образуется гумус. Богатство органических веществ и высокое содержание кислорода в подстилке и верхнем (Ах) горизонте почвы приводят к обилию жизни в этих слоях, в том числе здесь формируется богатый комплекс животных. Этот комплекс включает сапрофагов, первичных и вторичных редуцентов, активно участвующих в процессах разложения органических остатков и в образовании гумуса. В целом почва в некотором отдалении от поверхности отличается довольно устойчивыми условиями жизни.

Как среда жизни почва занимает как бы промежуточное положение между атмосферой и гидросферой: она обладает структурированностью, здесь возможно обитание организмов, дышащих как по водному, так и по воздушному типу, имеет место вертикальный градиент проникновения света, еще более резкий, чем в гидросфере. Все это определяет распространение жизни в почве: если микроорганизмы встречаются по всей ее толщине (обычно несколько метров), то растения связаны лишь с наружными горизонтами (и то в основном только корневой системой, распространенной у некоторых деревьев до 8—10 м). Беспозвоночные животные обитают главным образом в верхних горизонтах почвы. Норы и ходы грызунов, некоторых насекомых и червей проникают в почву на глубину обычно не более 5—7 м. Этим практически ограничивается распространение жизни в каменной оболочке Земли — литосфере. Нахождение рыб в подземных водоемах, расположенных на глубине около 100 м, а также бактерий в водах, сопровождающих залежи нефти на глубине до 3 км, лишь формально «отодвигает» границу распространения жизни в литосфере, так как в обоих случаях речь идет о своеобразных участках гидросферы.

4. ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

4.1. Порядок проведения промежуточной аттестации

Итоговый контроль по дисциплине проводится по системе зачет/незачет. На зачете студент отвечает на два вопроса, при полном ответе хотя бы на один вопрос, студент получает зачет по дисциплине. К сдаче зачета допускаются студенты, имеющие не менее 80% посещенных занятий, не менее одного доклада и выступления на семинарских занятиях и положительную оценку за тест. Студент имеет право погасить свою задолженность во время текущих консультаций или в ходе итоговой аттестации.

4.2. Критерии оценивания промежуточной аттестации по видам оценочных средств

Критерии оценивания теоретического вопроса зачёта

Результат зачета	Требования к знаниям
Зачтено	студент глубоко и полно владеет содержанием учебного материала; умеет связывать теорию с практикой, решает

	задачи, теоретические выводы подтверждает примерами, фактами, данными научных исследований; осуществляет межпредметные связи, предложения. Делает выводы логично, четко. Ясно и кратко излагает ответы на поставленные вопросы; умеет обосновывать свои суждения и профессионально-личностную позицию по излагаемому вопросу. Ответ носит самостоятельный характер, но содержание ответа имеет отдельные неточности (несущественные ошибки) в изложении теоретического и практического материала, отличается меньшей обстоятельностью, глубиной, обоснованностью и полнотой; допущенные ошибки исправляются студентом после дополнительных вопросов экзаменатора. Учитывается участие в дискуссиях на практических и семинарских занятиях, уровень ответов на контрольные вопросы, написания тестовых заданий и подготовка докладов.
Не зачтено	студент имеет разрозненные, бессистемные знания: не умеет выделять главное и второстепенное; допускает ошибки в определении понятий, формулировке теоретических положений, искажает их смысл; не ориентируется в программно-методических, исследовательских материалах, беспорядочно и неуверенно излагает материал; не умеет соединять теоретические положения с практикой; не умеет применять знания для обоснования и объяснения фактов, не устанавливает межпредметные связи. Учитывается участие в дискуссиях на практических и семинарских занятиях, уровень ответов на контрольные вопросы и написания тестовых заданий.

4.3. Результаты промежуточной аттестации и уровни сформированности компетенций

Результат промежуточной аттестации	Требования к знаниям
Зачтено	студент глубоко и полно владеет содержанием учебного материала; умеет связывать теорию с практикой, решает задачи, теоретические выводы подтверждает примерами, фактами, данными научных исследований; осуществляет межпредметные связи, предложения. Делает выводы логично, четко. Ясно и кратко излагает ответы на поставленные вопросы; умеет обосновывать свои суждения и профессионально-личностную позицию по излагаемому вопросу. Ответ носит самостоятельный

	характер, но содержание ответа имеет отдельные неточности (несущественные ошибки) в изложении теоретического и практического материала, отличается меньшей обстоятельностью, глубиной, обоснованностью и полнотой; допущенные ошибки исправляются студентом после дополнительных вопросов экзаменатора. Учитывается участие в дискуссиях на практических и семинарских занятиях, уровень ответов на контрольные вопросы, написания тестовых заданий и подготовка докладов.
Не зачтено	студент имеет разрозненные, бессистемные знания: не умеет выделять главное и второстепенное; допускает ошибки в определении понятий, формулировке теоретических положений, искажает их смысл; не ориентируется в программно-методических, исследовательских материалах, беспорядочно и неуверенно излагает материал; не умеет соединять теоретические положения с практикой; не умеет применять знания для обоснования и объяснения фактов, не устанавливает межпредметные связи. Учитывается участие в дискуссиях на практических и семинарских занятиях, уровень ответов на контрольные вопросы и написания тестовых заданий.

Особенности проведения процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья обозначены в рабочей программе дисциплины (модуля).

Уровни сформированности компетенций определяется следующим образом:

1. Пороговый уровень: предполагает формирование компетенций на начальном уровне: формирование целостного представления о глобальной системе – биосфере, ее структуре, функциях и взаимосвязях. Студент владеет основным терминологическим аппаратом по дисциплине. Решает тестовые вопросы порогового уровня, участвует в дискуссиях и готовит материал для докладов.
 2. Базовый уровень: предполагает формирование компетенций на более высоком уровне. Студент проводит сравнительный анализ и экологическую оценку изучаемых объектов; знает теоретические основы оценок организации рационального использования и охраны природных ресурсов и их комплексов; может оценивать степень комфортности среды обитания для жизнедеятельности населения в различных природных и социально-экономических условиях; знает методы оценки, контроля и управления в области социальной, общей экологии и экологии человека
- Решает тесты базового уровня и участвует в подготовке докладов и презентаций.
3. Продвинутый уровень: предполагает формирование компетенций на высоком уровне, готовность к самостоятельной профессиональной деятельности.
- Владеет современными информационными и коммуникационными технологиями,

необходимыми для профессиональной деятельности в сфере охраны окружающей среды; использует полученные знания в профессиональной деятельности при сборе, анализе, оценке био- и экосистем; способен разрабатывать стратегии и программы развития регионов с учётом природно-ресурсных возможностей;

Решает тесты базового уровня, активно участвует в дискуссиях, предлагает собственные подходы к решению поставленных задач в рамках эссе, при подготовке докладов использует иностранные источники, свободно отвечает на контрольные задания продвинутого уровня сложности.

**06.04.01 Биология, ОПОП Медико-биологические науки,
Микробиология и вирусология, Радиационная биология,
Гистология, Генетика, Биотехнология, ФОС РПД Учение о биосфере,
форма обучения очная**

Проректор по учебной работе утверждено 24.02.2025 А.А. Саламатов

Ученым советом биологического факультета

Протокол заседания № 6 от 21.02.2025

Председатель Ученого совета

биологического факультета согласовано Д.С. Сташкевич

Заседанием кафедры микробиологии, иммунологии и общей биологии

Протокол заседания № 6 от 21.02.2025

Заведующий кафедрой

согласовано А. Л. Бурмистрова

Автор (составитель)

Д.С. Сташкевич

**Структура рабочей программы соответствует приказу ректора ФГБОУ
ВО «ЧелГУ» от «13» апреля 2021 г. № 247-1**