

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Методические указания

по выполнению лабораторных работ по дисциплине

Экобиотехнология

Направление подготовки
Направленность (профиль)

19.03.01 Биотехнология
Промышленная биотехнология

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1

ФАКТОРЫ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ И ОБЩИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ИХ ДЕЙСТВИЯ НА ОРГАНИЗМЫ

Цель работы: изучить основные факторы среды обитания и общие закономерности их действия на организмы

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Наша планета Земля - уникальное явление в солнечной системе и известных галактиках. По современным представлениям Земля возникла 4,5 млрд. лет назад, а жизнь на Земле существует 3,5 млрд. лет. До сих пор история возникновения жизни на Земле находится на стадии гипотез. Одни ученые говорят о возможности возникновения и развития органической жизни из неорганической материи за счет условий, сложившихся на Земле, другие - не исключают возможность занесения жизни на нашу планету из космоса.

Современная жизнь во всем ее многообразии развилась в результате длительной эволюции.

В 1875 г. профессор Венского университета Э. Зюсс ввел в науку понятие **биосфера**. **Биосфера** (от греч. "**bios**" - жизнь, "**sfera**" - шар) - сфера существования живых организмов, включающая части атмосферы, гидросферы и литосферы.

Современное учение о биосфере создано В.И. Вернадским. **Биосферой** он называл совокупность тех составляющих планеты, в которых существует или когда-либо существовала жизнь, и которые подвергаются или подвергались воздействию живых организмов.

Участие каждого отдельного организма в геологической истории Земли ничтожно мало. Однако живых существ на Земле бесконечно много и они обладают высоким потенциалом размножения, активно взаимодействуют со средой обитания и в конечном счете представляют в глобальных масштабах фактор, преобразующий верхние оболочки Земли.

Толщина биосферы достигает 40 - 50 км. Она включает часть атмосферы до высоты 20 - 25 км (до озонового слоя), практически всю гидросферу (11 км) и литосферу - до 4 км.

В состав биосферы, кроме **живого вещества** - растений, животных и микроорганизмов, входят: **биогенное вещество** - продукт жизнедеятельности живых организмов - осадочные породы органического происхождения (нефть, каменный уголь, торф, карбонаты и др.); **косное вещество** - горные породы магматического происхождения, космическая пыль, минералы, вода и др., и **биокосное вещество** - продукты распада и переработки горных и осадочных пород живыми организмами (почва, природная вода и др.).

Итак, **биосфера** — это система с прямыми и обратными связями (отрицательными и положительными), которые обеспечивают ее функционирование и устойчивость.

Биосфера — **открытая система**, она не может существовать без поступления энергии извне.

Биосфера – саморегулирующаяся система, для которой характерна организованность.

Биосфера – система, характеризующаяся большим разнообразием, а разнообразие – основное условие устойчивости любой экосистемы и биосферы в целом (закон У. Р. Эшби).

Биосфера имеет механизм, обеспечивающий круговорот веществ, а следовательно, неисчерпаемость отдельных химических элементов и их соединений. Только благодаря круговоротам обеспечивается непрерывность процессов в биосфере.

В середине XIX века ученые систематизировали принципы взаимодействия растений и животных между собой, а также и с окружающей средой. Эту область биологии Э. Геккель (1866 г.) назвал **экологией** (от греч. **oikos** - дом, **logos** - наука). В настоящее время понятие экология более широкое - это наука о взаимодействии живых организмов между собой и с окружающей их средой. Принципы экологии применимы и к человеку, причем в глобальных масштабах. Эту составляющую экологии называли наукой об **окружающей среде**.

Окружающая среда - совокупность факторов живой и неживой природы, прямо или косвенно воздействующих на организм. Различают **биотические и абиотические факторы**.

Биотические факторы (факторы живой природы) – это влияние одних организмов или сообществ на другие.

К **биотическим** относятся: **фитогенные** (растительные организмы); **зоогенные** (животные); **микробиогенные** (вирусы, простейшие, бактерии) и **антропогенные** (деятельность человека) факторы.

Абиотические (или физико–химические) – факторы неживой природы. К **абиотическим** факторам относятся: **климатические** (свет, температура, влажность, движение воздушных масс, давление); **структурные** (механический состав, плотность, воздухопроницаемость, влажность); **орографические** (рельеф, высота над уровнем моря), **химические** (состав воздуха и воды, кислотность и состав почвы).

Антропогенные факторы, в силу их более значительного влияния на окружающую среду, выделяют в отдельную - третью группу факторов. **Антропогенные факторы** - это те формы деятельности человека, которые воздействуют на естественную природную среду, изменяя условия обитания живых организмов, или непосредственно влияют на отдельные виды растений и животных.

Биоценоз – совместно обитающие популяции всех живых организмов на определенной территории.

Биотоп - природное, жизненное пространство, занимаемое определенным биоценозом. Это понятие включает не только вещества, но и физико-химические факторы (температуру, освещенность, химический состав и т.д.).

Например, в экосистеме "озеро" к биотопу можно отнести: воду, донные отложения, а к биоценозу - фитопланктон, зоопланктон, рыб и т.д. На суше

биотоп включает не только минеральные элементы почвы, но и микроорганизмы, живущие в ней и участвующие в круговороте простых веществ.

Биотоп и соответствующий ему биоценоз образуют **экологическую систему**. Экосистемы могут быть различны по размеру: капля воды, лес, пень, озеро. **Экосистемы** - безразмерные, устойчивые системы живых и неживых компонентов, в которых совершаются внешний и внутренний круговороты веществ и энергии.

Между экосистемами существуют связи, но всегда менее важные, чем между организмами внутри системы.

Близким понятием "экосистеме" является "биогеоценоз".

Биогеоценоз - это совокупность на известном протяжении земной поверхности однородных природных явлений (атмосферы, горных пород, растительности, животного мира, микроорганизмов), имеющая свою особую специфику взаимодействия слагающих ее компонентов и определенный тип обмена веществом и энергией. Внешние границы биогеоценозов чаще всего совпадают с границами растительных сообществ.

Естественные экологические системы (биогеоценозы) стабильны и существуют длительное время. Состояние подвижно-стабильного равновесия экосистемы носит название **гомеостаза**.

В естественных экосистемах гомеостаз поддерживается тем, что они открыты, т.е. постоянно обмениваются веществом и энергией с окружающей средой. В антропогенных, созданных под влиянием человека, системах, для поддержания гомеостаза необходимо вмешательство (управление) людей.

Несмотря на то, что естественные экосистемы находятся в состоянии гомеостаза, под действием внешних факторов они претерпевают медленные изменения во времени. Такая последовательная смена одного биоценоза другим носит название **сукцессии**. Например, заброшенную пашню сначала осваивают травянистые растения, затем кустарники, светолюбивые деревья (березы), а потом хвойные деревья.

Все живые организмы существуют в форме популяций.

Популяция - совокупность особей данного вида, в течение длительного времени населяющих определенную область географического пространства, связанных между собой определенными взаимоотношениями и приспособленных к жизни в условиях данного места обитания (биотопа). Воздействуя на биоценоз, человек воздействует не на отдельные организмы (особи), а на всю популяцию в целом.

В каждой экосистеме есть два основных компонента: организмы и факторы окружающей их неживой среды. Всю совокупность организмов (растений, животных, микробов) называют **биотой** экосистемы.

Биотическая структура

Несмотря на громадное разнообразие экосистем (от тундры до пустынь), всем им свойственна примерно одинаковая биотическая структура, все они включают одни и те же составляющие. Это продуценты, консументы и деструкторы.

Любая экосистема включает несколько **трофических (пищевых)** уровней.

Продуценты (от лат. **produsena** – создающий) - это в основном зеленые растения **автотрофы** (от греч. **autos** – сам; **trofo** – пища), которые под влиянием солнечной энергии в процессе фотосинтеза с помощью хлорофилла из воды и CO_2 образуют сахара и в качестве побочного продукта выделяют кислород (O_2). Кроме того, к продуцентам относят и **хемоавтотрофы** - организмы, использующие в качестве питания углерод неорганических соединений и энергию химических превращений одних веществ в другие (азотофиксирующие бактерии).

Консументы - гетеротрофные организмы (от греч. **getoros** – другой) - потребители органического вещества, созданного автотрофами. К **первичным консументам** относятся организмы, питающиеся травой, **фитофаги** (от греч. **fiton** – растение, **fagos** – пожирающий) и **паразиты зеленых растений**. Среди травоядных в наземной среде преобладают насекомые, грызуны и копытные, а в водной - мелкие ракообразные и моллюски. **Вторичные консументы** питаются травоядными. Состав вторичных консументов разнообразен: здесь хищники, убивающие жертву (**зоофаги**), трупоеды (**некрофаги**), **паразиты** и др.

Мертвые растения и животные остатки (опавшие листья, фекалии, детрит) служат пищей консументам - **детритофагам** (грифы, земляные черви, муравьи). И наконец, **редуценты (деструкторы)** - организмы, разлагающие органические вещества до простых неорганических - преимущественно микроорганизмы (бактерии, дрожжи, грибы-сапрофиты). Идет процесс, обратный процессу фотосинтеза – распад органических молекул в клетке с выделением энергии, необходимой для жизнедеятельности (клеточное дыхание).

Детритофаги и редуценты играют в биосфере одну и ту же роль - питаются мертвым органическим веществом. Они, в свою очередь, также являются объектом питания. Таким образом, все в природе связано посредством пищевых цепей (или пищевой сети, т.к. одним и тем же веществом питаются сотни, тысячи организмов).

Существуют также **симбиотрофы** - организмы, ведущие совместный образ жизни. Классический пример: лишайники, представляющие тесное взаимовыгодное сосуществование грибов и водорослей.

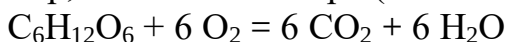
Продуценты, первичные, вторичные консументы, детритофаги и редуценты находятся на разных уровнях этой общей схемы, называемых **трофическими (пищевыми) уровнями** (обычно 3 - 4 уровня).

На каждом трофическом уровне биомасса на 90-99 % меньше, чем на предыдущем. К примеру, если биомасса продуцентов составляет 10 т, то фитофагов около 100 кг, а плотоядных около 10 кг.

Таким образом, очевидно, что без непрерывного образования органического вещества экосистема быстро бы "съела" сама себя и прекратила существование.

Разложение и горение - это процессы, обратные росту, при которых из

сложных органических молекул строятся простые неорганические вещества, например, окисление сахара (глюкозы):



Здесь мы наблюдаем закон сохранения массы, который можно сформулировать так: атомы в химических реакциях никогда не исчезают, не образуются вновь и не превращаются друг в друга, они только перегруппируются с образованием различных молекул и соединений.

Однако химическая реакция - это не только перегруппировка атомов, здесь одновременно происходит поглощение и выделение энергии, т.е. бесконечный круговорот веществ и энергий в природе.

Взаимоотношения организмов и среды

Среда обитания - часть природы, окружающая живой организм, с которым она непосредственно взаимодействует. Любое живое существо живет в сложном, меняющемся мире, постоянно приспосабливаясь к нему и регулируя свою жизнедеятельность в соответствии с его изменениями.

Живые организмы вынуждены приспосабливаться к множеству факторов среды. Это приспособление, закрепляемое в процессе эволюции и естественного отбора на генетическом уровне, называют **адаптацией**.

Каждый вид организмов занимает в среде обитания определенное место, обусловленное потребностью в пище, территории, воспроизводстве, т.е. занимает определенную **экологическую нишу**. Для каждого вида характерна своя экологическая ниша. Организмы, ведущие сходный образ жизни, вследствие межвидовой конкуренции не живут в одних местах. Если какой-либо вид организмов уничтожается, его место занимает вид с близкой экологической нишей.

Отдельные свойства или элементы среды, действующие на организм, называются экологическими факторами (биотическими, абиотическими и антропогенными). Они могут быть как необходимыми, так и вредными для живых существ, способствовать или препятствовать выживанию и размножению.

Самыми существенными для экосистем являются антропогенные факторы. В настоящее время судьба всего живого покрова Земли и всех видов организмов находится в руках человеческого общества, зависит от антропогенного влияния на природу.

Один и тот же фактор среды имеет различное значение в жизни совместно обитающих организмов разных видов. Например, сильный ветер зимой не благоприятен для крупных, открыто обитающих животных, но не действует на более мелких, которые укрываются в норах под снегом. Солевой состав почвы важен для питания растений, но безразличен для большинства наземных животных.

Экологические факторы среды могут влиять: как раздражители, вызывающие приспособительные изменения физиологических и биологических функций; как ограничители, обуславливающие невозможность существования в данных условиях; как модификаторы, вызывающие анатомические и морфологические изменения организмов; как

сигналы, свидетельствующие об изменениях других факторов среды.

Ни один из факторов окружающей среды не действует в одиночку. Это всегда результат взаимодействия биотических и абиотических факторов. Связи их очень запутаны. Например, засуха может привести к гибели птиц, а это обуславливает рост численности насекомых, фитофагов, которыми они питались. Это, в свою очередь, повлечет массовое поражение растений, служащих пищей другим консументам. **Следовательно, изменение любого биотического или абиотического фактора неизбежно приведет в действие цепную реакцию с далеко идущими последствиями.**

Несмотря на большое разнообразие экологических факторов, при их воздействии на организмы выделяются общие закономерности.

Закон толерантности или оптимума

Каждый фактор имеет лишь определенные пределы положительного влияния на организм. Недостаточное или избыточное значение фактора отрицательно сказывается на жизни особей.

Совокупность экологических факторов, наиболее благоприятно влияющих на жизнедеятельность организма или вида, называется **зоной оптимума** (рисунок 1) или **зоной экологического комфорта**. В этой зоне организмы дают наивысшую продуктивность. **Зона пессимума** или **стресса** - это условия, при которых жизнедеятельность организмов максимально угнетена, и они с трудом могут существовать. И, наконец, существуют **летальные (смертельные)** пределы экологического фактора, когда организм уже существовать не может. Такая кривая называется кривой толерантности (отгреч. **толеранция** - терпение). Толерантность может изменяться, если организм попадает в другие условия, организм приспосабливается к условиям (адаптируется).

Каждый вид имеет свою зону оптимума и пессимума. Например, оптимум для белого медведя - льды Северного ледовитого океана, для дикобраза - теплые предгорья Тянь-Шаня.

Зона оптимума (или зона экологического комфорта), наиболее богатая видами, наблюдается в Западной Европе, многих районах США, Южной Америки, в западных районах России, на Кавказе, в предгорьях Тянь-Шаня, Алтая, Памира. Эти районы отличаются большим разнообразием растений и животных, высокой плотностью населения, развитыми промышленностью и сельским хозяйством.

Для зоны пессимума характерно меньшее разнообразие видов, меньшая плотность организмов и продуктивность экосистемы, низкая плотность населения и весьма неблагоприятные условия жизни. Это Арктика, Антарктика, тундра, лесотундра, холодные высокогорные районы и жаркие пустыни.

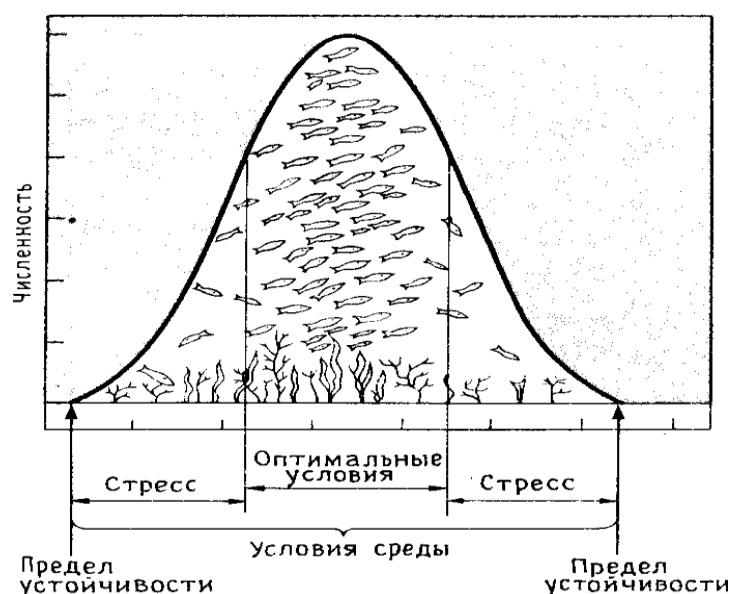


Рисунок 1 – Зависимость результата действия экологического фактора от его интенсивности

Практическая часть

Задание 1. Заполните таблицу 1. В зависимости от способа питания подберите трофическую группу организмов. Приведите примеры.

Таблица 1 – Способы питания и трофические группы организмов

№ п/п	Способ питания	Трофическая группа	Пример
1	Используют углерод неорганического вещества, например CO_2		
2	Животные питаются живыми растениями		
3	Используют углерод неорганического вещества и химическую энергию		
4	Используют углерод органических веществ и заключенную в них энергию		
5	Питаются другими животными		
6	Для синтеза органических веществ используют углерод неорганических веществ и солнечную энергию		
7	Питаются мертвыми органическими веществами		
8	Питаются соками организма-хозяина		

Трофические группы (автотрофы, гетеротрофы, фотоавтотрофы, хемоавтотрофы, фитофаги, зоофаги, паразиты, симбиотрофы, детритофаги).

Задание 2. Согласны ли Вы с утверждением, что продуктивность морей значительно ниже продуктивности суши? Ответ обоснуйте.

Задание 3. Какие абиотические факторы влияют на организмы, живущие на суше, в воде и в почве? Впишите названия факторов в таблицу 2 и подчеркните важнейшие из них в каждой среде.

Таблица 2 – Основные экологические факторы сред жизни

Среда обитания	Основные факторы
Суша	
Вода	
Почва	

Задание №4. Построить и проанализировать графики действия света, тепла и влаги на растения.

По таблице 3 построить графики действия света, тепла и влаги. На оси ординат отмечаются календарные месяцы, а на оси абсцисс - величина суммарной солнечной радиации, средних месячных температур и сумм атмосферных осадков.

Проанализировать графики, установить факторы, определяющие начало и конец вегетации растений и их зону жизнедеятельности, отметив ее штриховкой на графике, учитывая, что вегетация растений возможна при положительных температурах, величине солнечной радиации выше 2 ккал/ см и количестве осадков не менее 30мм/ г.

Таблица 3 – Величины суммарной солнечной радиации, средних месячных температур и сумм атмосферных осадков

Месяцы	Суммарная рад. (ккал/см ²)	Температура(градусы)	Осадки (мм)
1	0	-38	30
2	2	-51	33
3	6	-40	39
4	7	-25	35
5	10	-7	49
6	10	10	42
7	15	17	54
8	6	12	57
9	1	-2	41
10	1	-13	40
11	0	-23	32
12	0	-31	27

Задание №5 Величину теплопродукции можно оценивать по количеству потребляемого кислорода. Исходя из данных таблицы 4, объясните закономерность изменения величины теплопродукции в зависимости от массы тела.

Таблица 4 –Потребление кислорода животных разной величины (по Н.П. Наумову, 1963)

Животные	Масса, г	Температура среды (в опыте)С	Потребление кислорода на 1 кг массы, см ³ /ч
Лошадь	400000	-	220
Баран	50000	-	284
Кролик	3000	29	478
Крыса	115,5	29	1800
Мышь	12,9	29	4130

Задание№6 Определение степени насыщения воды кислородом.

Построить график зависимости концентрации растворенного в воде кислорода от температуры воды, пользуясь таблицей 5. По оси абсцисс отмечаются температуры (t ,С), по оси ординат - концентрация кислорода (мг/л). Определить оптимальные условия для организмов от 0 до 16,5 С, заштриховать на графике.

Таблица 5 – Зависимость концентрации растворенного в воде кислорода от температуры воды

Температура (t, С)	Концентрация кислорода (мг О ₂ /л)
0	14,6
2	14
4	13
6	12,2
8	11,6
10	11
12	10,6
14	10
16	9,8
18	9,5
20	9
22	8,8
24	8,5
26	8,2
28	7,9
30	7,8

Отчет о лабораторной работе должен содержать:

1. Название работы.
2. Цель работы.
3. Ответы на вопросы заданий.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2

ИЗУЧЕНИЕ КРУГОВОРОТОВ ВЕЩЕСТВ В БИОСФЕРЕ

Цель работы: изучить круговороты некоторых веществ в биосфере.

Теоретическая часть

Живое вещество состоит из множества химических элементов. Из них преобладают три: кислород (70 %), углерод (18 %) и водород (10 %). На долю азота, натрия, фосфора, магния, кремния, серы, калия, железа и хлора падает 1,5 %. На все остальные элементы системы Менделеева приходится менее 0,5 %.

Все химические элементы, в том числе и искусственно созданные, обычно циркулируют в биосфере по характерным путям. Зеленые растения трансформируют световую энергию в потенциальную химическую (при фотосинтезе). Эта энергия сосредотачивается в органических соединениях (белках, жирах, углеводах), созданных из минеральных веществ, поставляемых окружающей абиотической средой.

Совокупность организмов (биомасса) каждого трофического уровня характеризуется некоторым количеством энергии. Переходы с одного уровня пищевой цепи на другой (например, от продуцентов к первичным консументам) сопровождаются значительными потерями вещества и потенциальной энергии. Так, например, только 1 % солнечной энергии используется на фотосинтез, остальная часть рассеивается в форме тепла.

В большей или меньшей степени замкнутые пути прохождения элементов из внешней среды в организмы и опять во внешнюю среду называются **биогеохимическими циклами**. "Био" относится к живым организмам, а "гео" — к горным породам, воздуху и воде.

Перемещение необходимых для жизни элементов и неорганических соединений можно назвать **круговоротом элементов питания**.

Движение в циклах не всегда бывает равномерным, существуют пункты сосредоточения (фонды), в которых элементы задерживаются на более или менее длительное время. Поэтому в каждом круговороте можно выделить:

- **резервный фонд** - большая масса медленно движущихся веществ, в основном небиологический компонент;
- **подвижный (обменный) фонд** - меньший, но более активный, для которого характерен быстрый обмен веществ между организмами и их непосредственным окружением.

Любой атом, находящийся в резервном фонде, не обязательно все время недоступен для организмов, так как между резервным и обменным фондами существует постоянный обмен как за счет естественных процессов (извержения вулканов, пожары и др.), так и за счет деятельности человека (сжигание топлива, применение минеральных удобрений, искусственное орошение и др.).

Основными биогеохимическими циклами являются циклы воды, углерода, кислорода, водорода, азота, фосфора и серы. Они пока не изучены в

полном масштабе, т.к. некоторые фазы протекают внутри малоизученных экосистем. Водные экосистемы наиболее изучены в силу их гомогенности. Кроме того, все циклы неразрывно связаны друг с другом и составляют в целом биосферу.

Круговорот воды

Вода — наиболее важная часть тела живых существ. В теле человека она составляет 60 % по весу, а в растительном организме достигает 95 %.

Круговорот (циркуляция) воды в природе происходит по условной схеме: выпадение атмосферных осадков, поверхностный и подземный сток, инфильтрация, перенос водяного пара в атмосфере, конденсация водяного пара, повторное выпадение атмосферных осадков. В результате круговорота происходит накопление, очистка и перераспределение планетарного запаса воды. Под действием солнечной энергии и сил земного притяжения вода непрерывно перемещается между океанами, атмосферой, сушей и живыми организмами. Пары воды в атмосфере конденсируются, захватывая газы атмосферы, вулканические газы, вредные вещества антропогенной деятельности и выпадают на Землю. Основная масса воды, извлекая растворимые соединения из пород литосферы, разрушая их, стекает обратно в океан, постепенно изменяя его состав. Труднорастворимые соединения химических элементов оседают на дне. Вредные вещества из атмосферы и с поверхности почвы, смешиваясь с естественными водами, приводят к локальным загрязнениям окружающей среды.

Человек может вмешиваться в круговорот воды двумя способами:

- * забирая большое количество пресной воды из рек, озер и водоносных горизонтов, тем самым истощая запас грунтовых вод и открывая доступ океанической соленой воде в подземные водоносные горизонты;
- * сводя растительный покров суши в интересах развития сельского хозяйства, при добыче полезных ископаемых, строительстве жилья, дорог и других видах деятельности, что приводит к уменьшению просачивания поверхностных вод под землю, что, в свою очередь, сокращает пополнение запасов грунтовых вод, увеличивает риск наводнений, повышает интенсивность поверхностного стока, усиливая эрозию почв.

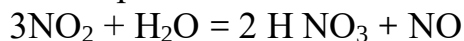
Круговорот азота

Азот (от греч. **azoos** - безжизненный). Газообразный азот, составляющий 78 % объема земной атмосферы, не может непосредственно использоваться живыми организмами. В свободном состоянии он обладает химической инертностью, а соединяясь с другими элементами, весьма активен. Организмы нуждаются в различных химических формах азота для образования белков и генетически важных нуклеиновых кислот (ДНК). Большинству зеленых растений требуется азот в форме нитрат – ионов (NO_3^-) и ионов аммония (NH_4^+). Но он может преобразовываться в растворимые в воде соединения, содержащие ионы NO_3^- и NH_4^+ , которые и усваиваются корнями растений.

В результате деятельности человека в круговорот включается азот, образующийся при сжигании топлива, выделяемый при добыче полезных ископаемых для производства минеральных удобрений, попадающий в

окружающую среду со стоками животноводческих ферм и при удобрении сельскохозяйственных полей и др.

Соединения азота с кислородом называются оксидами азота. Известны N_2O , NO , N_2O_3 , NO_2 (и его димер N_2O), N_2O_5 . Для окружающей среды наибольшую опасность представляет диоксид азота NO_2 , который при взаимодействии с водой образует азотную кислоту и оксид азота, что является причиной образования кислотных дождей:



Диоксид азота, взаимодействуя со щелочами, образует нитриты и нитраты.

Азот вовлекается в биогенный круговорот двумя путями:

- 1 - путем растворения разных оксидов азота в дождевой воде и внесения их таким образом в почву и океан;
- 2 - путем биологической фиксации N_2 клубеньковыми бактериями бобовых растений и микроорганизмами.

Значительные запасы азота сосредоточены в почве в виде минеральных и органических соединений. У животных большая часть азота выводится из организма, у растений обмен азота замкнут. Поступивший в них азот возвращается в почву с самими растениями. Остатки организмов, погребенные в толщах земли, под действием микроорганизмов подвергаются денитрификации, при которой элементарный азот возвращается в атмосферу.

Нитраты при несоблюдении норм могут накапливаться в продуктах питания, питьевой воде и вызывать тяжелые отравления, а также нарушения кислородного обмена в организме человека, называемого метаглобинемией.

Круговорот фосфора

Фосфор главным образом в виде фосфат – ионов (PO_4^{3-} и HPO_4^{2-}) является важным питательным элементом как для растений, так и для животных. Он входит в состав молекул ДНК, несущих генетическую информацию; молекул АТФ и АДФ, в которых запасается необходимая для организмов химическая энергия, используемая при клеточном дыхании; молекул жиров, образующих клеточные мембраны в растительных и животных клетках; а также веществ, входящих в состав костей и зубов.

В своем круговороте фосфор медленно перемещается из фосфатных месторождений на суше и мелководных океанических осадков к живым организмам и затем обратно.

Фосфор, высвобождаемый при медленном разрушении (или выветривании) фосфатных руд, растворяется почвенной влагой и поглощается корнями растений. Фосфатные соединения очень плохо растворяются в воде и встречаются лишь в определенных типах горных пород. Таким образом, во многих почвах и водных экосистемах содержание фосфора является лимитирующим фактором роста растений.

Животные получают необходимый им фосфор, поедая растения или растительных животных. Значительная часть этого фосфора в виде экскрементов животных и продуктов разложения мертвых животных и растений возвращается в почву, в реки и, в конце концов, на дно океана в виде нерастворимых фосфатных осадочных пород.

Часть фосфора возвращается на поверхность суши в виде гуано — обогащенной фосфором органической массы экскрементов питающихся рыбой птиц (пеликанов, олуш, бакланов и т.п.). Однако несравнимо большее количество фосфатов ежегодно смывается с поверхности суши в океан в результате природных процессов и антропогенной деятельности.

Вследствие геологических процессов, длящихся миллионы лет, могут подниматься и осушаться участки океанического дна, образуя острова или материки. Последующее выветривание обнажившихся горных пород приводит к высвобождению новых количеств фосфора и продолжению круговорота.

Вмешательство человека в круговорот фосфора сводится в основном к добыче больших количеств фосфатных руд для производства минеральных удобрений и моющих средств и избытку фосфат – ионов в водных экосистемах при попадании в них загрязненных стоков с животноводческих ферм, смытых с полей фосфатных удобрений, а также очищенных и неочищенных коммунально-бытовых стоков.

Круговорот углерода

Углерод является основным строительным материалом молекул белков, жиров, нуклеиновых кислот (ДНК и РНК) и других важных для жизни органических соединений. Растения поглощают диоксид углерода IV (CO_2) из атмосферы и под действием солнечного света с помощью хлорофилла осуществляют фотосинтез сложных органических соединений, например сахаров.

В процессе клеточного метаболизма молекулы сахара преобразуются в протеины, липиды и т.д. Эти различные вещества служат углеводным питанием животным, не фотосинтезирующим растениям и человеку. Для животных этот процесс осложняется необходимостью переваривания съеденной пищи, в процессе которого сложные молекулы, содержащие углерод, разлагаются до простых.

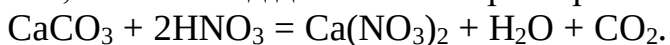
С другой стороны, все организмы осуществляют клеточное дыхание — процесс обратный фотосинтезу, то есть выбрасывают в атмосферу CO_2 .

Когда наступает смерть, то детритофаги и биоредуценты разлагают и минерализуют трупы, образуя цепи питания, в конце которых углерод вновь поступает в круговорот в форме углекислоты ("почвенное дыхание"). Детритофаги превращают животные и растительные остатки в новые органические соединения (гумус). Грибы и бактерии разлагают гумус с выделением углекислого газа. При недостатке воздуха, а также высокой кислотности детритофаги не могут функционировать, и органические остатки накапливаются в виде торфа и образуют торфяные болота. Это приостанавливает круговорот.

В далекие геологические эпохи значительная часть фотосинтезированного органического вещества, не использованная консументами и редуцентами, накапливалась, погребаясь под минеральными осадками. За миллионы лет под действием высоких температур и давлений это вещество превратилось в нефть, газ и уголь, в зависимости от исходного

материала, продолжительности и условий пребывания в земле. При сжигании их в качестве топлива накопившийся углерод вновь превращается в CO_2 . При неполном сгорании топлива в атмосферу могут выбрасываться окись углерода CO (угарный газ), сажа C и другие углеродсодержащие соединения (альдегиды, бензапирен и др.). Они могут непосредственно вступать во взаимодействие с живым веществом, разрушая и отравляя его.

В воде также происходит замедление круговорота углерода, так как углерод, помимо фотосинтеза водорослями, накапливается в составе CaCO_3 (мел, известняк, кораллы) химического или биогенного происхождения. Эти массы углерода остаются вне круговорота в течение целых геологических периодов, пока CaCO_3 в виде горных цепей не поднимается над поверхностью моря. С этого момента начинается выщелачивание известняка атмосферными осадками, а также под действием корней растений.



Углерод горных пород может быть также высвобожден в результате человеческой деятельности (добыче полезных ископаемых, разложении под действием кислотных дождей и др.). Так разрушаются мраморные памятники архитектуры, простоявшие несколько тысячелетий (Акрополь, Колизей и др.).

Практическая часть

Задание №1. Круговорот веществ.

Используя теоретическую часть методических рекомендаций рассмотреть последовательность преобразования веществ на схемах круговорота азота, фосфора, воды, углерода в биосфере, пути поступления углерода в атмосферу и азота в почву. Зарисовать схемы круговорота каждого элемента и воды в тетради.

Задание №2 Роль сапрофитов в биологическом круговороте веществ.

Изучите таблицу 1, рассчитайте для каждой группы организмов, какую долю общей массы разлагающихся за год растительных остатков способны разрушить редуценты (например, кивсяки) в данной экосистеме, где фитомасса луга составляет 230 г/м, запас подстилки - 120 г/м, в течение вегетационного периода успевает разложиться около 110 г/м опада. Длительность пищевой активности редуцентов составляет 4 месяца в году.

Таблица 1 – Численность и пищевая активность редуцентов данной экосистемы

Весовая группа	Масса, мг	Число особей на 1м ²	Суточный рацион, мг/особь	Усвояемость, %
I	До 25	17	3	84,6
II	26-50	34	3,2	81,2
III	51-75	34	2,8	84,6
IV	76-100	34	3	83,3
V	101-150	34	9,1	77,5
VI	151-200	5	9,1	77,5

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3 ИЗУЧЕНИЕ ПОПУЛЯЦИЙ

Цель работы: изучить основные характеристики популяций.

Теоретическая часть.

Экология популяций (демэкология) — описывает колебания численности различных видов под воздействием экологических факторов и устанавливает их причины, рассматривает особь не изолированно, а в составе группы таких же особей, занимающих определенную территорию и относящихся к одному виду.

Вся область пространства, занимаемая каким-либо биологическим видом, называется его **ареалом** (от лат. "area" — площадь, пространство). В пределах ареала особи вида расселяются неоднородно. При этом характер их распределения зависит от условий окружающей среды (рельеф местности, структура ландшафта, запасы пищи, убежища распределены неравномерно) и от особенностей взаимодействия самих особей.

В итоге особи обычно образуют в пределах ареала более или менее крупные скопления, в середине которых концентрация организмов максимальна, а по краям достигает минимальных значений. Такие скопления могут быть относительно, а то и полностью изолированными друг от друга, если они разделены природными преградами. Например, условия окружающей среды, подходящие данному виду, могут приходиться не на весь ареал, а лишь на отдельные участки местности в его пределах.

Такие участки будут заселены группами особей данного вида, более или менее изолированными друг от друга. Вот эти сравнительно обособленные, крупные группы особей и называют **популяциями**.

Термин «**популяция**» происходит от латинского слова "**populus**" (народ, население) и заимствован из демографии. Этот термин ввел в экологию в 1903г. датский биолог **В.Л. Иогансен**. Сначала биологи называли так самые разные группы особей одного вида. Однако к середине XX века понятие популяции у генетиков и экологов специализировалось и приобрело значительные различия.

Популяция — это исторически сложившаяся естественная совокупность особей данного вида, связанных между собой определёнными взаимоотношениями и приспособлением к жизни в условиях определённого района.

Различают географические и экологические популяции.

Географическая популяция — это группа особей одного вида, населяющие территории с однородными условиями существования.

Экологическая популяция — это группа особей одного вида, находящихся в таких условиях, где любые две могут явноввероятно скреститься друг с другом.

Экологическая популяция является подсистемой географической популяции. Каждая популяция имеет определённую структуру: возрастную, пространственную и др. Каждая популяция имеет определённую численность

и амплитуду колебаний этой численности.

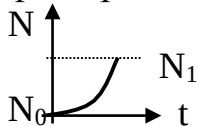
Численность популяции – это количество особей данного вида в популяции.

Плотность популяции – это численность популяции, отнесённая к единице площади или объёма.

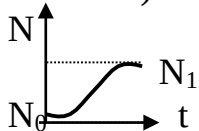
Численность популяции не бывает постоянной, и колеблется в том или ином пределе.

Рассмотрим несколько типов **динамики популяции**:

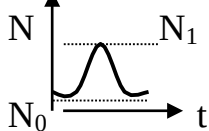
1) Экспоненциальный рост при отсутствии любых ограничивающих факторов. В реальности такой тип динамики существовать не может.



2) Численность популяции переходит с уровня N_0 на N_1 .



3) Экспоненциальный рост, а затем экспоненциальное падение численности.



Все типы динамики делятся на две группы:

- 1) Периодические (осцилляция)
- 2) Непериодические (флуктуация)

Степень внутренней неоднородности популяции проявляется в характере распределения особей в пространстве.

Типовыми являются три типа распределения: **равномерное**, **случайное**, или беспорядочное и **агрегированное**, или пятнистое – при котором особи образуют отдельные группы.

Равномерное распределение особей встречается при совпадении двух условий. Во-первых, все ресурсы, полезные для особей данного вида, должны быть рассредоточены в занимаемом пространстве более или менее равномерно. Во-вторых, и сами особи должны активно избегать общества себе подобных, максимально отдаляться от соседей.

Случайное распределение наблюдается, если полезные ресурсы распределены беспорядочно, а особи совершенно игнорируют друг друга: то есть, не стремятся ни сблизиться, ни удалиться от соседей.

Агрегированное распределение возникает в двух случаях: во-первых, если полезные ресурсы образуют в пространстве отдельные сгущения (области повышенной концентрации); во-вторых, если самим особям выгодно образовывать скопления. При этом агрегации (скопления особей) могут, в

свою очередь, распределяться в пространстве по-разному: случайно, равномерно или же создавать агрегации более высокого порядка (скопления скоплений особей).

Статистические характеристики (в момент времени t)	
Характеристика	Единица измерения
Численность: n_t - общее число особей в популяции	экз.
Плотность: N_t - количество особей в единице объема или на единице площади	экз. · м ⁻² экз. · м ⁻³
Биомасса: B_t - суммарная масса особей в единице объема или на единице площади	г · м ⁻² г · м ⁻³
Средняя масса особи W_t - соотношение биомассы и плотности (характеристика размерно-весовой структуры популяции)	г
Соотношение плотности особей разного пола (характеристика половой структуры популяции)	-

К демографическим показателям популяции относятся также **рождаемость и смертность, возрастная структура популяции, колебание численности популяции.**

Рождаемость бывает максимальной и экологической.

Максимальная рождаемость – это теоретический максимум скорости образования новых особей в идеальных условиях среды, то есть при отсутствии факторов, сдерживающих процессы размножения.

Экологическая рождаемость – это скорость образования новых особей в реальных условиях среды.

Смертность – это число особей, погибших в популяции за единицу времени. Смертность меняется в течение жизни популяции. Она высока на ранних стадиях, затем снижается и вновь возрастает к старости. При благоприятных внешних факторах смертность минимальна.

Возрастная структура популяции – это распределение численности популяции по возрастным группам. Популяция, включающая в себя много возрастных групп, в меньшей степени подвержена влиянию факторов, влияющих на размножение в конкретном году.

Колебание численности популяции. Когда рост популяции завершён, её численность колеблется около более или менее постоянной величины. Эти колебания вызываются сезонными или годовыми изменениями условий жизни, то есть имеют циклический характер.

Практическая часть

Задание №1 Изучение динамика численности на примере популяции белки.

Построить график динамики численности белки и гистограмму изменения урожайности кедровой сосны по данным таблицы 1. Совпадают ли кормовые годы с годами массового размножения белки? Каков средний период между сроками массового размножения белки? Можно ли планировать объем заготовки пушнины?

Таблица 1 – Величина заготовок маньчжурской белки (в условных единицах) и урожая кедра (в баллах) за 25 последовательных лет

Последовательность, лет	Величина заготовки	Урожай семян кедра	Последовательность, лет	Величина заготовки	Урожай семян кедра
1	1,3	5	14	28,5	1
2	31,6	4	15	0,6	1
3	3,7	0	16	21,9	2
4	27,4	3	17	21,7	3
5	25,4	2	18	40,6	2
6	1,7	0	19	26,1	3
7	2,7	3	20	61,5	0
8	36,6	1	21	10,4	1
9	0,6	0	22	18,8	5
10	6,3	5	23	144,4	3
11	94,8	1	24	33,2	0
12	20,7	2	25	17,4	3
13	67,9	4	-	-	-

Задание №2 Рассчитать смертность во время спячки в двух популяциях суслика, в первой из них плотность популяции перед спячкой составляла 160 зверьков/га, выжило 80, а во второй - соответственно 90 и 56. На каком участке смертность в % выше и почему (при условии, что запас кормов одинаков)?

Задание №3 На восьми учётных площадках размером 50X50 см каждая обнаружено 80 дождевых червей. После применения гербицида на 10 таких же площадках обнаружили в сумме 25 червей. Какова плотность популяции в расчёте на 1 м² до и после применения гербицида?.

Задание №4 В начале сезона было помечено 1000 рыб. В ходе последующего лова в общем вылове из 5000 рыб обнаружилось 350 меченых. Какова была численность популяции перед началом промысла?

$T/N = R/C$, где

T - общее число меченых особей C - произвольный вылов

R - число выловленных меченых особей N — численность популяции

$N = (T \cdot C) / R$

Задание №5 Численность популяции окуня в озере составляет 15632 особи. В ходе лова в сети попало 525 меченых особей. Общий же улов

составил 6128 особей. Определите общее число меченых особей.

Задание №6 Орнитологи поместили 950 ласточек. При отлове через некоторое время к ним попало 412 меченых птиц. Какое количество птиц отловили орнитологи, если численность популяции ласточек составляет 20693 особи.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №4

АНТРОПОГЕННЫЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ПРИРОДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ. ОЦЕНКА КАЧЕСТВЕННОГО СОСТАВА АТМОСФЕРЫ

Цель работы: изучить методику определения качественного состава атмосферного воздуха.

Теоретическая часть

Основными компонентами атмосферного воздуха являются азот (78,084%) и кислород (20,946%). На долю остальных газов приходится менее 1%, в том числе аргона - 0,934%, углекислого газа - 0,027%, водорода, неона, гелия, криптона, метана - 0,009%. Плотность воздуха 1,2928 г/л.

Состав воздуха влияет на жизнедеятельность человека, животных и растительность, поэтому попадание в воздух других веществ классифицируется как загрязнение атмосферы.

Чтобы понимать, как происходит загрязнение окружающей среды, необходимо знать классификацию источников загрязнения окружающей среды промышленностью в зависимости от объекта загрязнения: атмосферы, водного бассейна или литосферы.

Атмосфера — это газовая оболочка Земли. Важнейшие климатические и экологические особенности Земли в решающей степени определяются наличием и свойствами атмосферы.

Под загрязнением атмосферы следует понимать изменение ее состава при поступлении примесей естественного или антропогенного происхождения.

Под влиянием промышленных выбросов формируется фоновое техногенное загрязнение атмосферы, которое существенно увеличивается под воздействием трансграничных переносов загрязняющих веществ из стран, соседствующих с Россией.

Вещества-загрязнители атмосферы бывают трех видов: газы, пыль и аэрозоли. Наиболее распространенными загрязняющими веществами атмосферы являются углекислый газ, оксид углерода, диоксиды серы и азота, парниковые газы.

Состав выбросов предприятия различается в зависимости от характера производства и применяемого сырья. При использовании топлива, которое сжигается в котельных, на факелах, в топках печей, в двигателях автомобилей и др., в атмосферу выбрасываются оксид углерода (CO), оксиды азота (NO, NO₂, N₂O₅), канцерогенный компонент сажи бенз(а)пирен (C₂₀H₁₂) и др.

При сжигании серосодержащего топлива выделяются оксиды серы (SO₂, SO₃).

Атмосферные загрязнения могут оказывать воздействие на человека и животных. Кислые компоненты атмосферных загрязнений (NO_x, CO₂, SO₂), соединяясь с водой, могут выпадать из атмосферы в виде кислотных дождей, закисляя почву и водоемы.

Для предупреждения неблагоприятного воздействия атмосферных

загрязнений на человека, животных и растительный мир для всех загрязняющих компонентов установлены предельно допустимые концентрации (ПДК). **ПДК** - количество вредного вещества в атмосферном воздухе, которое при постоянном воздействии за определенный промежуток времени практически не влияет на здоровье человека и не вызывает неблагоприятных последствий у его потомства. Существуют ПДК для воздуха рабочей зоны и для населенных пунктов.

Для населенных пунктов установлено два вида ПДК: максимально-разовая и среднесуточная. Максимально - разовая ПДК учитывает залповые, массовые выбросы в аварийных ситуациях и устанавливается на 20 мин. в сутки. Среднесуточные ПДК учитывают пиковые и наименьшие концентрации атмосферных загрязнений, которые имеют место в течение суток. Эта концентрация представляет собой среднее арифметическое всех проб, отобранных в населенных пунктах в течение суток.

Попадая в атмосферу, загрязняющие вещества в зависимости от химических свойств, молекулярной массы, токсичности ведут себя по - разному. Тяжелые загрязнения (пыль, аэрозоль) под действием силы тяжести постепенно оседают на земную поверхность, загрязняя почву, воду и растительный покров. Газообразные выбросы под действием атмосферных процессов подвергаются рассеиванию, распространяясь на значительные расстояния.

Рассеивание загрязнений зависит от состояния атмосферы. При нормальном состоянии, в ясную солнечную погоду, температура атмосферного воздуха падает примерно на 1°C на каждые 100 м высоты. За счет этого наряду с горизонтальным рассеиванием загрязняющие вещества вместе с теплыми потоками воздуха поднимаются и рассеиваются в верхних слоях атмосферы.

При резкой смене температур (во время туманов, в безветренную погоду) происходит нарушение нормального состояния атмосферы, возникают так называемые **инверсии**. При этом температура не везде падает с высотой, а на разных высотах могут образоваться более теплые слои воздуха, которые не дают загрязнениям подниматься вверх. В эти периоды вредные вещества прижимаются к земле и создают повышенное загрязнение атмосферного воздуха.

Для того, чтобы при любых метеорологических условиях загрязнение атмосферы не превышало ПДК, для всех предприятий устанавливаются предельно допустимые выбросы (ПДВ).

ПДВ - это такие выбросы, которые при любых метеорологических условиях не создают в приземном слое концентрации загрязнений, превышающие ПДК.

Для установления ПДВ предприятия должны выявить все источники загрязнения атмосферы и определить качественный и количественный состав выбросов загрязняющих веществ. Количество выбросов может быть определено при помощи инструментальных замеров или расчетным путем. Для большинства источников разработаны методики расчета величины

выбросов по различным ингредиентам.

Поскольку большинство технологических процессов предусматривает выбросы в атмосферу воздуха, содержащего вредные вещества, то для уменьшения загрязнения окружающей среды используются различные методы очистки отходящих газов от загрязняющих веществ.

Правовые основы охраны атмосферного воздуха отражены в Законах РФ "Об охране окружающей среды" (2002), "Об охране атмосферного воздуха" (1999).

Важнейшими общими мероприятиями охраны воздушного бассейна являются установление нормативов предельно-допустимых воздействий (ПДК, ПДВ) и платежи за выбросы и атмосферу загрязняющих веществ.

Наиболее радикальная мера охраны воздушного бассейна от загрязнения - экологизация технологических процессов, создание безотходных и малоотходных технологий, исключающих попадание в атмосферу загрязняющих веществ.

Практическая часть

Задание №1 Оцените качество воздуха, если известно, что в воздухе одновременно присутствуют диоксид серы концентрацией $0,022 \text{ мг/м}^3$ и диоксид азота концентрацией $0,028 \text{ мг/м}^3$. (см. пример приложение А)

Задание №2. Оцените качество воздуха, если известно, что в воздухе одновременно присутствуют пары фенола концентрацией $0,0018 \text{ мг/м}^3$ и ацетона концентрацией $0,165 \text{ мг/м}^3$.

Задание №3. Оцените качество воздуха, если известно, что в воздухе одновременно присутствуют диоксид серы концентрацией $0,021 \text{ мг/м}^3$ и аэрозоль серной кислоты концентрацией $0,06 \text{ мг/м}^3$.

Задание №4. Оцените качество воздуха, если известно, что в воздухе одновременно присутствуют диоксид серы концентрацией $0,032 \text{ мг/м}^3$ и никель металлический концентрацией $0,09 \text{ мкг/м}^3$.

Задание №5. Оцените качество воздуха, если известно, что в воздухе одновременно присутствуют диоксид серы концентрацией $0,011 \text{ мг/м}^3$, оксид углерода концентрацией $0,92 \text{ мг/м}^3$, диоксид азота концентрацией $0,022 \text{ мг/м}^3$, фенол концентрацией $1,0 \text{ мкг/м}^3$.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №5

АНТРОПОГЕННЫЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ПРИРОДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ. ОЦЕНКА КАЧЕСТВЕННОГО СОСТАВА ВОДЫ

Цель работы: изучить методику определения качественного состава воды в различных водоемах.

Теоретическая часть

Гидросфера — это прерывистая водная оболочка Земли, совокупность океанов, морей, континентальных вод (включая подземные) и ледяных покровов.

Источниками загрязнения гидросферы являются: атмосферные осадки, городские, промышленные и сельскохозяйственные сточные воды. Следует отметить, что загрязнение водных систем представляет большую опасность, чем загрязнение атмосферы. Это обусловлено тем, что процессы самоочищения протекают в видимой среде гораздо медленнее, чем и воздушной.

Качество воды большинства водных объектов не соответствует нормативным требованиям. Наиболее распространенными загрязняющими веществами поверхностных вод являются нефтепродукты, фенолы, органические вещества, соединения металлов, аммонийный и нитратный азот, которые поступают в водные объекты со сточными водами.

За предельно – допустимую концентрацию (ПДК) вредных веществ в водных объектах берут совокупность показателей, при которых сохраняются безопасность для здоровья человека и нормальные условия водопользования.

ПДК загрязняющего вещества в воде водного объекта – это такая концентрация, при превышении которой вода становится не пригодной для одного или нескольких видов водопользования.

В основе нормирования лежат три критерия вредности: а) влияние на общий санитарный режим водного объекта; б) влияние на органолептические свойства воды;

в) влияние на здоровье населения.

Влияние на общий санитарный режим оценивается по способности водоема к самоочищению; интенсивности процессов минерализации азотосодержащих соединений; интенсивности развития и отмирания водорослей.

Органолептические свойства (окраска, запах, привкус) легко обнаруживаются органами чувств человека и не устраняются обычными методами очистки.

Влияние на здоровье выявляется длительными экспериментами на животных.

ПДК устанавливается по наиболее значимому (**лимитирующему**) **показателю вредности (ЛПВ)**, воздействие которого проявляется при меньшей концентрации.

Различают: **общесанитарный, санитарно - токсикологический и токсикологический** показатели вредности, а для водоемов

рыбохозяйственного значения еще и **рыбохозяйственный**.

Рыбохозяйственный показатель вредности - это такая концентрация вредного вещества, при постоянном присутствии которой водоем остается практически чистым:

- 1) в нем не зарегистрированы случаи гибели рыб и их кормовых организмов;
- 2) не наблюдается постоянного исчезновения тех или иных видов рыб;
- 3) не происходит порчи товарного качества рыбы;
- 4) не отмечаются условия, способные в определенные сезоны привести к гибели рыбы.

Как правило, водоем загрязняется несколькими ингредиентами. Поэтому оценивается комбинированное воздействие загрязняющих веществ, относящихся к одной группе по лимитирующему показателю вредности (ЛПВ). Для всех веществ при рыбохозяйственном использовании и для веществ 1 и 2 классов опасности при хозяйственно-питьевом и культурно-бытовом водопользовании сумма отношений концентраций загрязняющих веществ в контрольном створе ($C_{к.ст.}$) к их ПДК должна быть меньше или равна единице (см. приложение).

Показатели качества воды.

Основными показателями качества воды различных источников являются: **физические, химические, биологические и бактериологические.**

К физическим показателям относятся:

- **содержание взвешенных веществ** (частиц песка, ила, планктона), которые определяются взвешиванием осадка после его выпаривания, (мг/л);
- **цветность (окраска)** оценивается в условных единицах;
- **вкус и запах** оцениваются в баллах (органолептически) либо по порогу разбавления.

Химические показатели условно делятся на пять групп: главные ионы, растворенные газы, биогенные вещества, микроэлементы и органические вещества.

Главные -ионы. В природных водах наиболее распространены **анионы:** HCO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^- , NO_2^- , NO_3^- ;

катионы:

Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Fe^{2+} .

Содержание в воде растворимых солей **кальция и магния** характеризует ее **жесткость**. Различают жесткость **карбонатную** (CaCO_3 , MgCO_3) и **некарбонатную** (CaSO_4 , MgSO_4 , CaCl_2 , MgCl_2 , $\text{Ca(NO}_3)_2$, $\text{Mg(NO}_3)_2$).

Растворенные газы: O_2 , CO_2 , H_2S и др.

Содержание кислорода в воде определяется поступлением его из воздуха и образованием в результате фотосинтеза. Растворимость кислорода зависит от температуры воды: чем ниже температура, тем его меньше.

CO_2 в воде находится как в растворенном виде, так и в виде уголекислоты. Основными источниками углекислого газа являются процессы распада биохимических веществ.

H_2S бывает органического (продукт распада) и неорганического (растворение минеральных солей) происхождения. Сероводород придает воде

неприятный запах и вызывает коррозию металла.

Биогенные вещества, необходимые для жизнедеятельности водных организмов, образуются в процессе обмена веществ (**соединения азота и фосфора**).

Микроэлементы - элементы, содержание которых в воде менее одного мг/л. Наиболее важными для человека являются йод и фтор.

Органические вещества присутствуют в виде гуминовых соединений, образующихся при разложении растительных остатков и органических соединений, поступающих со стоками. Их определяют показателями: **ХПК (химическое потребление кислорода)** и **БПК (биологическое потребление кислорода)**. **ХПК (мг/л)** – это количество кислорода, которое идет на окисление органики химическим путем в присутствии катализатора (сульфата серебра или бихромата калия). **БПК (мг/л)** – это количество кислорода, которое идет на окисление органики естественным путем (биологическое окисление веществ).

Биологические показатели характеризуются наличием в воде гидробионтов и гидрофлоры.

Гидробионты - обитатели водоема от дна до поверхности.

Гидрофлора - водная растительность (**макро - и микрофиты**). **Макрофиты** - высшая форма растительности. **Микрофиты** - водоросли. При отмирании макрофитов вода обогащается органическими веществами, ухудшающими органолептические показатели. Микрофиты продуцируют кислород.

Бактериологические показатели - присутствие болезнетворных микроорганизмов (кишечной палочки). Содержание бактерий группы кишечной палочки в 1 литре воды определяет ее **коли-индекс**. Наименьший объем воды (мл), приходящийся на 1 кишечную палочку, называется **коли-титром**.

Активная реакция pH. pH – числовое выражение относительной кислотности и щелочности раствора, измеряемое по шкале от 0 до 14. Это отрицательный логарифм концентрации ионов водорода в растворе.

Требования к качеству воды зависят от цели ее использования.

Нормы качества поверхностных вод устанавливаются для водных объектов **хозяйственно-питьевого, коммунально-бытового и рыбохозяйственного** использования(см.приложение).

К хозяйственно-питьевому относится использование водных объектов для бытовых целей и предприятий пищевой промышленности.

Коммунально-бытовое водопользование - использование водных объектов для купания, спорта и отдыха населения.

Рыбохозяйственные водотоки и водоемы используются для воспроизводства, промысла и миграции рыб, беспозвоночных и водных млекопитающих. Основными требованиями являются: выживаемость, воспроизводство, темпы роста, отсутствие неприятного привкуса и запаха, отсутствие токсикантов и возбудителей болезней в рыбах и других водных организмах.

Условия сброса сточных вод в водные объекты регламентируются «Правилами охраны поверхностных вод от загрязнений сточными водами». Они учитывают категорию водного объекта и распространяются на проектируемые, реконструируемые, расширяющиеся и действующие предприятия. «Водный объект» - это обобщающее название различных водоприемников сточных вод: водоем (озеро, пруд и т.д.), водоток (река, ручей и т.д.).

При определении условий сброса сточных вод в водный объект, в первую очередь, рассматриваются следующие возможности:

- 1) совершенствование технологии производства, направленное на сокращение водопотребления и сброса сточных вод в водный объект (вплоть до его устранения); использование сточных вод в системах оборотного водоснабжения, а также уменьшение степени загрязнения сточных вод;
- 2) использование очищенных и обезвреженных городских сточных вод в технологическом водоснабжении предприятий;
- 3) использование сточных вод данного предприятия для технического водоснабжения других предприятий;
- 4) совместная очистка и обезвреживание сточных вод данного предприятия со сточными водами других предприятий и с городскими сточными водами;
- 5) самостоятельная очистка и отведение сточных вод.

Сброс сточных вод не допускается:

- 1) при размещении предприятия на маломощном водном объекте, когда возможность разбавления в нем сточных вод и его самоочищение ограничены;
- 2) при наличии в сточных водах высокотоксичных веществ, ПДК которых в водном объекте чрезвычайно низки;
- 3) когда на водном объекте расположены другие предприятия, создающие в нем высокий уровень загрязнения.

Показателем безопасной величины сбрасываемых стоков является предельно-допустимый сброс загрязняющего вещества в водный объект (ПДС).

Современный уровень очистки сточных вод остается достаточно низким, и во многих водных объектах концентрации загрязняющих веществ превышают ПДК, установленные санитарными и рыбоохранными правилами.

Охрана водных ресурсов. Водный кодекс Российской Федерации регулирует правовые отношения в области использования и охраны водных объектов. Правовые нормы направлены на рациональное использование вод и их охрану от загрязнения, засорения и истощения.

Практическая часть

Задание №1 Оцените качество воды на водоеме хозяйственно-бытового назначения, если известно, что проба воды содержит аммиак концентрацией 0,9 мг/л, ртуть концентрацией 0,042 мг/л. (см. пример приложение В)

Задание №2 Оцените качество воды в водоеме культурно-бытового

назначения, если известно, что проба воды содержит бром концентрацией 0,16 мг/л и мышьяк концентрацией 9,9 мг/м³.

Задание №3 Оцените качество воды в водоеме культурно-бытового назначения, если известно, что проба воды содержит ДДТ концентрацией 0,066 мг/л и фреон-12 концентрацией 3,41 г/м³.

Задание №4 Оцените качество воды в водоеме рыбохозяйственного назначения, если известно, что проба воды содержит аммиак концентрацией 0,032 мг/л и бензол концентрацией 0,318 мг/л.

Задание №5 Оцените качество воды в водоеме рыбохозяйственного назначения, если известно, что проба воды содержит нефть многосернистую концентрацией 0,032 мг/л и фенол концентрацией 0,28 мкг/л.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №6. АНТРОПОГЕННЫЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ЛИТОСФЕРУ. ОЦЕНКА КАЧЕСТВЕННОГО СОСТАВА ЛИТОСФЕРЫ

Цель работы: изучить методику определения содержания некоторых экотоксикантов.

Теоретическая часть.

Литосфера — верхняя твердая оболочки Земли постепенно с глубиной переходящая в сферы с меньшей плотностью вещества. И хотя человек практически не воздействует на литосферу в целом, верхние горизонты земной коры подвергаются сильной трансформации. Больше всего в результате антропогенной деятельности изменяется самый верхний, поверхностный горизонт литосферы в пределах суши — почва.

Почвенный покров — важнейшее природное образование. Ее роль в жизни общества определяется тем, что почва представляет собой источник продовольствия, обеспечивающий 95-97% продовольственных ресурсов для населения планеты. Особое свойство почвенного покрова — его плодородие, под которым понимается совокупность свойств почвы, обеспечивающих урожай сельскохозяйственных культур.

Источниками загрязнения литосферы являются жилые дома и бытовые предприятия, сельское хозяйство, теплоэнергетика, транспорт, промышленные предприятия. Следует обратить внимание на тот факт, что при загрязнении почв самоочищение практически не происходит, или происходит очень медленно. В таком случае токсичные вещества накапливаются, что способствует постепенному изменению химического состава почв, нарушению единства геохимической среды и живых организмов. Попадающие и почву загрязняющие вещества вызывают гибель живых организмов, которые вырабатывают гумус, соответственно снижается плодородие почв. Состояние земель, находящихся в сфере хозяйственной деятельности, неудовлетворительно и постоянно ухудшается: продолжается развитие таких процессов, как засаливание и подтопление земель, загрязнение токсичными отходами.

Охрана земельных ресурсов. Охрана земель регулируется Законом Российской Федерации "О недрах" (1992). Он устанавливает правовые отношения при изучении, использовании и охране недр. К числу экологических нарушений, затрагивающих недра как часть природной среды, Закон в первую очередь относит их загрязнение.

Изучая антропогенные воздействия на литосферу, нельзя не уделить внимание *проблеме накопления отходов*.

Отходы. По мере развития современного производства с его масштабностью и темпами роста все большую актуальность приобретает проблема отходов. Отходы относятся к материальным объектам, которые могут обладать высокой потенциальной опасностью для окружающей среды и здоровья человека. Изучая тему "отходы", студенты должны узнать о существовании таких понятий, как: *отходы производства и потребления*,

твердые бытовые отходы, токсичные и опасные отходы.

Отходы производства - это остатки сырья, материалов, полуфабрикатов химических соединений, образовавшиеся при производстве продукции или выполнении работ (услуг) и утратившие полностью или частично исходные потребительские свойства.

Отходы потребления — изделия и материалы, утратившие свои потребительские свойства в результате морального или физического износа.

Практически все отходы являются вторичными материальными ресурсами, которые в настоящее время могут повторно использоваться в производстве.

Твердые бытовые отходы (ТБО) — совокупность твердых веществ (пластмасса, бумага, стекло, кожа и др.) и пищевых отходов, образующихся в бытовых условиях. Жидкие бытовые отходы представлены в основном сточными водами хозяйственно-бытового назначения, газообразные — выбросами различных газов.

При изучении данного раздела следует уделить внимание проблеме накопления и утилизации отходов. В настоящее время в мире существует семь наиболее распространенных способов обработки твердых бытовых отходов (ТБО):

1. *Открытые свалки* — неконтролируемый сброс отходов без уплотнения, изоляции, чаще всего "диким" способом; это наиболее низкий и неприемлемый способ хранения ТБО.

2. *Закрытые свалки* — в настоящее время самый распространенный, организованный метод обезвреживания, позволяющий обрабатывать большие объёмы ТБО при относительно малом воздействии на окружающую природную среду (исключает попадание фильтрата в подземные горизонты, горение, пожары).

3. *Полигоны ТБО* — более современный способ обработки отходов, совмещающий достоинства предыдущего; но при этом способе обработки утилизируется "биогаз" — метан (55-60%), образующийся в теле полигона вследствие анаэробной биодеструкции органических веществ. К сожалению, такой способ пока не применяется.

Все три перечисленных метода обработки ТБО рассчитаны на длительное (более 100 лет) отторжение площадей. Поэтому их нельзя назвать перспективными: отходы не включаются в малые и большие круговороты вещества и энергии и, следовательно, ведут к дополнительной антропогенной нагрузке на окружающую природную среду, снижению ее экологической устойчивости.

4. *Компостирование* — биохимический процесс обезвреживания ТБО. Эту технологию используют на мусороперерабатывающих заводах, поэтому для осуществления этого процесса не требуется дополнительных площадей. В результате компостирования получают биотопливо и компост, который применяется в сельском хозяйстве и качестве удобрения.

5. *Прессование* — принудительное разделение ТБО на твердые и жидкие компоненты с последующей их переработкой под давлением 80 МПа.

Получаемый при этом твердый материал имеет плотность 1000 кг/м³ и используется для строительства дорог, жидкая фаза подвергается компостированию.

6. *Пиролиз* — нагрев ТБО до 600—800 °С в условиях дефицита кислорода, что приводит к термическому разложению и обезвреживанию органической части и получению горючих газов, угля. К сожалению, отечественного практического опыта прессования и пиролиза ТБО нет.

7. *Сжигание* — неприемлемый в настоящее время способ. Используется на мусоросжигательных заводах. Сжигание ТБО, имеющих в зависимости от морфологического состава и влажности теплотворную способность 800—2000 ккал/кг, целесообразно в случае комплексного использования образующегося тепла для выработки тепловой или электрической энергии, для защиты атмосферы от газов и твердых выбросов, для утилизации образующегося шлака (до 20 %), содержащего потенциальные источники загрязнения (тяжелые металлы).

Токсичные отходы направляются на *переработку, обезвреживание, складирование* и др. Отходы, не подлежащие использованию и переработке, идут на *захоронение*. Под полигонами для захоронения отходов в России занята площадь около 15 тысяч га. Недостаточное количество полигоном приводит к росту несанкционированных свалок, на которых отходы разлагаются, часто происходит их возгорание и образующийся при этом специфический папах распространяется на большие расстояния.

Закон Российской Федерации "Об отходах производства и потребления" (1998) определяет правовые основы образования отходов и в целях предотвращения их вредного воздействия на здоровье человека и окружающую среду и 'экономии природных ресурсов за счет максимально возможного вторичного вовлечения отходов в хозяйственный оборот.

Практическая часть.

Задание 1. При сжигании угля на ТЭЦ и на мусоросжигательном заводе с золой происходит значительный выброс тяжелых металлов (ТМ) (табл. 3). Используя исходные данные (табл.1), оцените суммарную эмиссию токсикантов по трем классам опасности (табл. 2) за расчетный период.

Указания к выполнению

1. Рассчитайте количество токсикантов (кг) по группам опасности при работе ТЭЦ: $M_{1i} = 30 \cdot q_{1i} \cdot m_1 \cdot t$ где q_{1i} — удельный выброс i -го металла, мг/кг топлива; m_1 - расход угля на ТЭЦ, т/сут; t - расчетный период, мес.

2. Рассчитайте количество токсикантов (кг) по группам опасности при работе мусоросжигательного завода: $M_{2i} = 30 \cdot q_{1i} \cdot m_1 \cdot t$, где q_{2i} — удельный выброс i -го металла, мг/кг топлива; m_2 - масса сжигаемого мусора, т/сут; t - расчетный период, мес.

3. Определите количество образовавшихся за год при сжигании мусора шлаков, если известно, что из 3,5 т мусора получается 1 т шлаков. Количество дней работы мусоросжигательного завода – 320. Сделайте выводы.

Задание 2. В сертифицированной лаборатории, определяющей качество

продуктов питания, получены данные по содержанию тяжелых металлов в пересчете на 100 г навески (табл.4). Охарактеризуйте наличие ТМ с точки зрения допустимости употребления продуктов человеком, используя сведения о ПДК (табл. 5).

1. Обратите внимание на то, что значения ПДК приведены в пересчете на кг продукта.

2. Превышение значений ПДК даже по одному из элементов является основанием для признания продуктов бракованными.

Таблица 1 – Варианты исходных данных для задания 1

Исходные данные	Варианты								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Расчетный период t, мес.	6	5	6	5	4	6	3	5	6
Расход угля ТЭЦ, тыс. т/сут.	7	6,5	5	5,5	6	7,5	7	5,5	6
Масса сжигаемого мусора m_1 , т/сут.	1,8	2,0	1,5	1,7	1,9	2,0	1,8	1,5	1,4

Таблица 2 – Распределение некоторых химических веществ по классам опасности

Класс опасности	Химическое вещество
I	Мышьяк, кадмий, ртуть, селен, свинец, цинк, фтор, бенз(а)пирен
II	Бор, кобальт, никель, молибден, медь, сурьма, хром
III	Барий ванадий, вольфрам, марганец, стронций, ацетон

Таблица 3 – Удельный выброс тяжелых металлов с золой при сжигании угля на ТЭЦ и мусора, мг/кг топлива

Металл	Мусоросжигательный завод	Угольная электростанция
Мышьяк	18	490
Барий	2100	1900
Бериллий	4	30
Кадмий	500	30
Хром	650	370
Кобальт	140	40
Медь	1450	300
Свинец	20000	2100
Ртуть	130	2
Стронций	290	1800
Ванадий	160	850
Цинк	48000	2800

Таблица 3 – Удельный выброс тяжелых металлов с золой при сжигании угля на ТЭЦ и мусора, мг/кг топлива

Металл	Мусоросжигательный завод	Угольная электростанция
Мышьяк	18	490
Барий	2100	1900
Бериллий	4	30
Кадмий	500	30
Хром	650	370
Кобальт	140	40
Медь	1450	300
Свинец	20000	2100
Ртуть	130	2
Стронций	290	1800
Ванадий	160	850
Цинк	48000	2800

Таблица 4 – Варианты исходных данных для задания 2

Токсиканты, мг	Варианты								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Pb	0,05	0,02	0,05	0,02	0,01	0,03	0,8	0,03	0,07
Cd	0,01	0,005	0,01	0,05	0,002	0,001	0,3	0,004	0,01
As	0,4	0,01	0,06	0,06	0,008	0,01	0,05	0,008	0,005
Hg	0,1	0,001	0,002	0,04	0,005	0,001	0,05	0,002	0,003
Cu	0,7	0,8	0,05	6	0,07	0,4	25	0,3	1
Zn	3	3	0,2	10	5	0,8	15	5	10
Продукт питания	рыба морск.	крупа	сахар	шоколад	молоко	овощи свежие	чай	мясо	колбаса вареная

Таблица 5 – ПДК ТМ в сырье и продуктах, мг/кг

Пищевые продукты	Свинец	Кадмий	Мышьяк	Ртуть	Медь	Цинк
<i>Хлебобулочные и кондитерские изделия</i>						
Зерновые	0,5	0,1	0,2	0,03	10	50
Зернобобовые	0,5	0,1	0,3	0,02	10	50
Крупы	0,5	0,1	0,2	0,03	10	50
Мука, кондитерские изделия	0,5	0,1	0,2	0,02	10	50
Хлеб	0,3	0,05	0,1	0,01	5	25
Бараночные и сухарные изделия	0,5	0,1	0,2	0,02	10	30
Отруби пшеничные	1	0,1	0,2	0,03	20	130
Соль поваренная	2	0,1	1	0,01	3	10
Крахмал	0,5	0,1	0,1	0,02	10	30
Сахар-песок	1	0,05	0,5	0,01	1	3
Пектин	1	0,1	0,5	0,1	10	30
Желатин	2	0,03	1	0,05	15	100
Орехи (ядро)	0,5	0,1	0,3	0,03	20	50
Конфеты	1	0,1	0,5	0,01	15	30
Какао-порошок и шоколад	1	0,5	1	0,1	50	70
Печенье	0,5	0,1	0,3	0,02	10	30
<i>Молочные изделия</i>						
Молоко, кисломолочные изделия	0,05	0,03	0,05	0,05	1	5
Молоко консервированное	0,3	0,1	0,15	0,015	3	15
Молоко сухое	0,05	0,03	0,05	0,005	1	5
Сыры, творог	0,3	0,2	0,2	0,03	4	50
Масло сливочное, жиры животные	0,1	0,03	0,1	0,03	0,5	5
Казеин	0,3	0,2			4	50
<i>Растительные продукты</i>						
Масло растительное	0,1	0,05	0,1	0,05	1	5
Маргарин и кулинарные жиры	0,1	0,05	0,1	0,05	5	10
Овощи свежие	0,5	0,03	0,2	0,02	5	10
Фрукты, ягоды	0,4	0,03	0,2	0,02	10	10
Грибы	0,5	0,1	0,5	0,05		20
Чай	10	1	1	0,1	100	10
Консервы овощные в стеклянной таре	0,5	0,03	0,2	0,02	5	10
Консервы овощные в металлической таре	1	0,05	0,2	0,02	5	10
Консервы фруктовые, ягодные и соки в стеклянной таре	0,4	0,03	0,2	0,02	5	10
Консервы фруктовые, ягодные и соки в металлической таре	1	0,05	0,2	0,02	5	10
Овощи сушеные	0,5	0,03	0,2	0,02	5	10

Фрукты и ягоды сушеные	0,4	0,03	0,2	0,02	5	10
Специи и пряности	5	0,2	5			
<i>Мясные продукты</i>						
Мясо и птица (свежие и мороженые)	0,5	0,05	0,1	0,03	5	70
Колбасы вареные	0,5	0,05	0,1	0,03	5	70
Консервы из мяса и птицы в стеклянной, алюминиевой и цельнотянутой жестяной таре	0,5	0,05	0,1	0,03	5	70
Консервы из мяса и птицы в сборной жестяной таре	2	0,1	0,1	0,03	5	70
Почки и продукты их переработки	1	1	1	0,2	20	100
Яйца	0,3	0,01	0,1	0,02	3	50
Яичный порошок	3	0,1	0,5	0,1	15	200
<i>Рыбные продукты</i>						
Рыба свежая и мороженая пресноводная:						
Хищная	1	0,2	1	0,6	10	40
Нехищная	1	0,2	1	0,3	10	40
Рыба свежая и мороженая морская	1	0,2	5	0,4	10	40
Рыба тунцовая свежая	2	0,2	5	0,7	10	40
Рыба консервированная в стеклянной таре:						
пресноводная	1	0,2	1	0,3	10	40
Морская	1	0,2	5	0,4	10	40
Тунцовая	2	0,2	5	0,7	10	40

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №7 ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА И ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА

Цель работы: ознакомиться с различными видами загрязнения окружающей человека среды; изучить влияние отдельных загрязнителей на здоровье человека; установить источники поступления в окружающую среду данных загрязнителей.

Теоретическая часть.

Окружающая среда - это совокупность природных и антропогенных факторов. Влияние последних на природу (загрязнения, технические преобразования и разрушения природных экосистем, истощение природных ресурсов, глобальные климатические воздействия, эстетические нарушения) стало основным и решающим в современной и будущей жизни на Земле. Человек создал новую сферу своего обитания - техносферу, которая вытесняет природные экосистемы и занимает все больше объема биосферы.

Здоровье - это объективное состояние и субъективное чувство полного физического, психического и социального благополучия индивида (формулировка Всемирной организации здравоохранения - ВОЗ).

Общественное здоровье и общая продолжительность жизни определяются биологическими (наследственность), природными и социальными факторами. Здоровье создается и поддерживается в повседневной жизни благодаря людям и среде обитания.

Основными показателями общественного здоровья являются:

- 1) заболеваемость (распространенность, частота новых случаев);
- 2) смертность и ее производная - ожидаемая средняя продолжительность жизни;
- 3) нетрудоспособность (временная, стойкая);
- 4) физическое развитие.

Здоровье профессиональное - способность человеческого организма сохранять компенсаторные и защитные свойства, обеспечивающие работоспособность в условиях протекания профессиональной деятельности.

Классификация антропогенных загрязнений окружающей среды

Загрязнением считается привнесение в какую-либо среду новых, не характерных для нее физических, химических или биологических агентов или превышение естественного среднесного уровня этих агентов в среде.

Из всех **антропогенных** воздействий именно загрязнения наиболее существенно разрушают природу, приводят как к необратимому изменению отдельных экосистем и биосферы в целом, так и к потере материальных ценностей, энергии и труда, затраченного человеком.

Загрязнения могут быть и **естественными**, возникающими в результате мощных природных процессов (извержения вулканов с огромными по массе выбросами пыли, пепла, газов, пара и т.д.; лесные и степные пожары; наводнения; пылевые и песчаные бури и т.п.).

Все загрязнения подразделяют на четыре основные группы: *физическое, химическое, биологическое и эстетическое.*

Физическое загрязнение связано с изменением физических параметров внешней среды:

- тепловое загрязнение - это изменение режима температуры какой-либо среды (источники в городе: подземные трубопроводы, теплотрассы);
- световое загрязнение - это нарушение естественного режима освещенности в том или ином месте в результате воздействия искусственных источников света, приводящее к аномалиям в жизни животных и растений;
- шумовое загрязнение - это увеличение интенсивности и повторяемости шума сверх природного уровня (20 - 30 дБ);
- электромагнитное загрязнение - изменение электромагнитных свойств среды, приводящее к местным и глобальным геофизическим аномалиям и изменениям в тонких биологических структурах (источники: линии электропередач, мощные электроустановки, компьютеры, радиотелефоны); при длительном воздействии электромагнитных полей даже у здоровых людей отмечаются утомляемость, головные боли;
- радиоактивное загрязнение - превышение естественного уровня содержания радиоактивных веществ в окружающей среде.

Биологическое загрязнение - случайное или связанное с деятельностью человека проникновение в техногенные и природные экосистемы чуждых им растений, животных или микроорганизмов, а также продуктов их жизнедеятельности.

Биологическое загрязнение может быть не менее опасным, чем другие виды загрязнений. Например, эпидемии таких болезней, возбудителями которых являются микроорганизмы - бактерии, вирусы (*микробиологическое загрязнение*). Недостаточно очищенные и обезвреженные бытовые сточные воды содержат большой комплекс

патогенных микроорганизмов, вызывающих кожные, кишечные заболевания (холера, брюшной тиф, сальмонеллез, гепатит и др.). В почве обитают в основном возбудители столбняка, ботулизма, сибирской язвы - споровые микроорганизмы. Источниками и разносчиками возбудителей особо опасных инфекций (бешенство, чума, туляремия) являются грызуны.

Возможно загрязнение окружающей среды в результате деятельности предприятий микробиологической промышленности (изготовление антибиотиков, ферментов, вакцин, биоконцентратов и т.д.).

В ряде случаев случайно интродуцированные (переселенные) в новые экосистемы животные или растения (*макробиологическое загрязнение*) могут приносить большой ущерб хозяйству.

Эстетическое загрязнение - это связанное с деятельностью человека преднамеренное или случайное изменение визуальных доминант (образов) природных или антропогенных ландшафтов.

Химическое загрязнение - это увеличение концентраций выше обычной нормы тех или иных химических компонентов в определенной среде или проникновение в нее чуждых веществ. Именно этот вид загрязнения является наиболее опасным для природных экосистем и качества жизни человека в связи с тем, что он поставляет в окружающую среду различные

токсиканты.

Загрязняющим может быть любое вещество или соединение, находящееся в составе воздуха, воды, почвы. Вещества, входящие в состав окружающей среды, называются **ингредиентами**.

Отрицательные влияния изменения качества внешней химической среды на метаболизм (обмен веществ) живых организмов в последнее время получили название "**экологических ловушек**". В качестве примера такой ловушки можно привести воздействие **метилртути** (образуется в воде из Hg микробиологическим путем) на физиологические процессы в организме человека (болезнь "Минамата"), а также влияние на организм некоторых **пестицидов** - средств защиты растений (от лат. пестис - зараза, циде - убиваю).

Перечень "экологических ловушек" можно дополнить примером с **нитратами**, широко использующихся в качестве удобрений (соли азотной кислоты) в сельском хозяйстве. Интенсивное поступление нитратов в растения приводит к тому, что они не полностью включаются в обменные процессы и накапливаются в листьях, стеблях и корнях, причем избыток частично восстанавливается до аммиака.

Непосредственно для растений избыток нитратов опасности не представляет, но при попадании в организм теплокровных с пищей они превращаются в значительно более токсичные нитриты, вступающие во взаимодействие с аминами и амидами (продуктами взаимодействия аммиака с радикалами или металлами). В результате возможно образование нитрозосоединений - нитрозаминов и нитрозамидов. Накопление в организме человека нитратов при длительном употреблении такой растительной пищи вызывает тяжелые нарушения обмена веществ, аллергию, нервные расстройства. В крови нитраты превращают двухвалентное железо гемоглобина в трехвалентное, что нарушает перенос кислорода от легких к тканям. Что касается нитрозосоединений, то в ряде случаев они способны вызывать злокачественные новообразования, рак желудка, лейкоз. Поступление нитратов в организм в дозе более 5 мг на 1 кг массы тела уже является опасным.

Другим примером "экологической ловушки" являются **радионуклиды**, которые содержатся в радиоактивных отходах атомной энергетики или образуются в результате ядерных испытаний. Это изотопы элементов, которые способны к ионизирующему излучению (альфа, бета, гамма и рентгеновское).

Особенно опасными являются **диоксины**, которые называют суперэкоотоксикантами в силу их чрезвычайно высокой токсичности и биологической активности. Диоксины - это группа веществ, которая включает дибензо-1,4-диоксины (ПХДД), дибензофураны (ПХДФ) и бифенилы (ПХБФ). В эту группу входят сотни хлор-, бром- и хлорброморганических циклических эфиров. Диоксины образуются во многих технологических процессах: от целлюлозно-бумажного, металлургического и других производств до биологической очистки сточных вод и хлорирования питьевой воды, сжигания отходов, сгорания топлива в двигателях. Эти вещества по своей токсичности превосходят соединения тяжелых металлов, хлорорганические пестициды

(ДДТ, гексахлоран и пр.), а по канцерогенности - ароматический углеводород бенз(а)пирен.

Диоксины способны накапливаться в организме, являясь причиной многих тяжелых заболеваний и вызывая острые и хронические отравления и перерождения кожи и слизистых оболочек, нарушений в развитии плода у женщин, разрушения печени, злокачественных новообразований. Они также могут быть причиной иммунодефицита, и в этом смысле их иногда сравнивают с вирусом СПИД.

Кадмий как токсикант окружающей среды. Из тяжелых металлов кадмий является самым опасным токсикантом среды (например, он значительно токсичнее свинца). Он содержится в мазуте и дизельном топливе (и освобождается при его сжигании!), его используют в качестве присадки к сплавам, при нанесении гальванических покрытий (кадмирование благородных металлов), для получения кадмиевых пигментов, нужных при производстве лаков, эмалей и керамики, в качестве стабилизаторов для пластмасс (например, поливинилхлорида), в электрических батареях и т.д. В организм человека больше всего кадмия попадает с растительной пищей и грибами. Хроническое отравление кадмием может произойти очень легко, так как он выводится из организма человека очень медленно (0,1 % в сутки) и накапливается в первую очередь в почках, волосах. Ранние симптомы отравления кадмием: поражение почек и нервной системы, нарушение функций половых органов, легких. Кроме того, предполагается канцерогенное действие кадмия.

Цинк как токсикант окружающей среды. В небольших количествах тяжелый металл цинк необходим для жизнедеятельности человека, является микроэлементом (5 - 15 мг в сут.). Однако увеличение его содержания значительно выше нормы вызывает токсический эффект и представляет угрозу для здоровья. Кроме того, Zn обладает каталитическим действием, повышая токсический эффект других тяжелых металлов.

Цинк необходим морскому планктону для его роста, однако из-за загрязнения морей металлами концентрация цинка в воде заметно возросла. В норме в литре морской воды должно содержаться менее 5 мкг Zn. Между тем, в некоторых прибрежных водах у Британских островов было найдено значительно более высокое содержание цинка - вплоть до 46 мкг/л. В такой концентрации цинк подавляет фотосинтез всех планктонных растительных организмов. А так как планктон служит начальным звеном пищевой цепи и главным пищевым ресурсом для многих видов рыб, то подавление фотосинтеза (синтез крахмала и сахара в зеленых растениях с помощью солнечной энергии) может иметь далеко идущие последствия.

Свинец как токсикант окружающей среды. Тяжелый металл свинец имеет особое значение вследствие высокой токсичности его соединений. Свинец ингибирует ферментативные реакции, вступая в химическое взаимодействие с белками и осаждая их. В организме свинец накапливается во многих органах и тканях: в костях, мышцах, печени, почках, селезенке, головном мозге, сердце и лимфатических узлах. Признаки свинцовой

интоксикации: резкие спазмы сосудов, повышение артериального давления, судорожные припадки.

В окружающую среду свинец поступает при сжигании нефти и бензина. Автомобильные выхлопы дают около 50 % общего неорганического свинца, попадающего в организм человека. Другим важным источником поступления свинца в окружающую среду является производство черных и цветных металлов, горнодобывающая промышленность.

Для человека главная угроза со стороны **фтора как токсиканта окружающей среды** заключается в следующем. Дело в том, что в результате применения хлорированных или фторированных углеводородов (фреонов) в качестве хладагентов и газов - вытеснителей в холодильниках и аэрозольных баллонах, они попадают в атмосферу. Будучи весьма устойчивыми соединениями, они могут подниматься в стратосферу и расщепляться там под действием УФ-излучения Солнца. Образующиеся при этом радикалы легко вступают в реакции с озоном, что может привести к разрушению слоя озона, а значит к возрастанию заболеваемости раком кожи, так как слой озона надежно защищает нас от ультрафиолетового излучения Солнца.

СО и СО₂ в воздухе. СО образуется при неполном сгорании углеродистых веществ. Источники СО - выхлопные газы автомобильных двигателей и промышленные газовые выбросы.

СО (угарный газ) воздействует на психические функции и поведение человека и животных, вызывает удушье (вступает в реакции с гемоглобином крови).

Еще больше внимания обращается на антропогенное увеличение концентрации двуокиси углерода (СО₂) в атмосфере ввиду ее несомненного значения для теплового режима Земли и для всей органической жизни.

Установлено, что на протяжении трех последних десятилетий количество СО₂ в атмосфере возросло примерно на полпроцента в год. За тот же период времени средние температуры в мире, несмотря на бурное развитие промышленности, снизились приблизительно на 10⁰С.

SO₂ и NO₂ в воздухе. При сжигании ископаемого топлива и при обработке серосодержащих руд диоксид серы улетучивается в воздух. Из SO₂ и влаги воздуха в конечном счете образуется серная кислота, составляющая около 60 % всех содержащихся в дождевой воде кислот. Остальные 35% представлены азотной кислотой, которая образуется из окислов азота (в т.ч. NO₂), выбрасываемых с выхлопными газами автомобилей, а также образующихся при электрических разрядах во время гроз.

Прямое воздействие кислотного дождя может усугубляться благодаря непрямому сопутствующему эффекту. Так, тяжелые металлы (например, ртуть), которые могут содержаться в почве и горных породах, не вымываются обычной дождевой водой, но зато вымываются кислыми растворами. Воздействие кислотных дождей снижает устойчивость лесов к неблагоприятным факторам, что может закончиться их деградацией; приводит к закислению озер, что опасно для популяций рыб и планктона.

Экологическая патология - это учение о болезнях человека, в

возникновении и развитии которых ведущую роль играют неблагоприятные факторы внешней среды в комплексе с другими болезнетворными факторами.

При систематическом или периодическом поступлении в организм сравнительно небольших количеств токсичных веществ происходит хроническое отравление.

Токсическое действие загрязнителей - это ядовитое действие, вызывающее отравление. Яды - это чужеродные химические соединения (**ксенобиотики**), которые при поступлении в организм (через дыхательные пути, кожные покровы, пищеварительный тракт) в незначительных количествах способны вступать во взаимодействие с жизненно важными структурами организма и вызывать нарушение его жизнедеятельности, переходящее при определенных условиях в болезненное состояние (отравление) или смерть. Науку, исследующую взаимодействие организма и яда называют **токсикологией**.

Тератогенное действие загрязнителей - действие вещества на организм человека в стадии внутриутробного развития, приводящее к ненаследуемому уродству (например, дефект конечностей, неба и т.д.).

Онкогенное действие загрязнителей - действие, приводящее к образованию злокачественных опухолей.

Мутагенное действие загрязнителей - действие, вызывающее мутации в организме (изменения химической структуры молекул ДНК). Известны химический и радиационный мутагенез. Химический мутагенез - явление возникновения мутаций под действием химических **поллютантов** (загрязняющих веществ). Их комбинированное (совместное) действие может оказаться синергидным, то есть приводящим к значительному усилению вредного эффекта по сравнению с отдельным эффектом каждого из них.

Экотоксикология - раздел токсикологии, который изучает ингредиентный состав, особенности распространения, биологического действия, активизации, дезактивизации вредных веществ в окружающей среде;

Медико-генетическое консультирование - консультации в специальных медицинских учреждениях для выяснения характера и последствий действия экотоксикантов на генетический аппарат человека с целью рождения здорового потомства;

Скрининг - отбор и проверка на мутагенность и канцерогенность факторов среды (производственной, домашней, окружающей человека природной среды).

Гигиеническая регламентация вредных веществ в среде (нормирование) - установление санитарно-гигиенических нормативов их содержания в воздухе, воде, почве, а также в растениях, продуктах питания, материалах. Предельно-допустимая концентрация (ПДК) - это количество вредного вещества в среде, которое практически не оказывает влияния на здоровье человека и не вызывает неблагоприятных последствий у его потомства.

В развитии патологических процессов в организме человека различные

загрязнения окружающей среды могут играть роль **факторов риска**, т.е. не являться непосредственной причиной определенной болезни, но увеличивать вероятность ее возникновения. Влияние факторов среды на развитие поражений органов человека и их систем показано в таблице 1.

Таблица 1 – Ориентировочный перечень факторов окружающей среды, оказывающих влияние на распространенность некоторых классов и групп болезней

№	Болезни	Факторы окружающей среды
1	Болезни системы кровообращения (сердце, сосуды)	1. Суммарный индекс загрязнения атмосферного воздуха химическими веществами 2. Шум 3. Электромагнитные поля 4. Состав питьевой воды (хлориды, нитраты, нитриты, жесткость) 5. Эндемичность территории по микроэлементам (кальций, магний, медь и др.) 6. Загрязнение продуктов питания пестицидами 7. Климат: быстрота смены погоды, число дней с осадками, перепады атмосферного давления и др.
2	Болезни органов дыхания	1. Загрязнение атмосферного воздуха химическими веществами и пылью, особенно оксидами углерода и серы 2. Погодные условия: быстрота смены погоды, влажность, ветер 3. Социальные условия: жилище, материальный уровень семьи 4. Загрязнение воздушной среды пестицидами
3	Болезни органов пищеварения	1. Загрязнение продуктов питания и воды ядохимикатами 2. Эндемичность местности по микроэлементам 3. Социальные условия: материальный уровень, жилищные условия 4. Загрязнение атмосферного воздуха химическими веществами, особенно диоксидом серы 5. Состав питьевой воды, ее жесткость 6. Шум
4	Болезни эндокринной системы	1. Шум 2. Загрязнение атмосферного воздуха, особенно оксидом углерода 3. Эндемичность территории по микроэлементам
5	Болезни крови	1. Эндемичность территории по микроэлементам (хрому, кобальту, железу) 2. Электромагнитные поля 3. Загрязненность пищи и воды нитратами и нитритами, пестицидами 4. Ионизирующая радиация
6	Болезни аллергической природы	1. Суммарный индекс загрязнения атмосферного воздуха 2. Социальные условия: жилище 3. Загрязнение пищи и воды пестицидами
7	Болезни кожи и подкожной клетчатки	1. Уровень инсоляции 2. Недостаток или избыток микроэлементов во внешней среде 3. Загрязнение атмосферного воздуха химическими веществами в сочетании сприродными факторами (осадки, туман, давление)
8	Патология беременности и врожденные аномалии	1. Загрязнение атмосферного воздуха химическими веществами. 2. Электромагнитные поля 3. Шум 4. Недостаток или избыток микроэлементов во внешней среде 5. Ионизирующая радиация
9	Психические расстройства	1. Суммарный уровень загрязнения воздуха химическими веществами 2. Шум 3. Электромагнитные поля 4. Загрязнение среды ядохимикатами
10	Болезни	1. Недостаток или избыток микроэлементов

	мочеполовых органов	2. Загрязнение атмосферного воздуха 3. Состав и жесткость питьевой воды
11	Злокачественные новообразования	1. Загрязнение воздуха, особенно канцерогенными веществами 2. Загрязнение пищи и воды нитратами и нитритами, пестицидами и др. 3. Эндемичность местности по микроэлементам 4. Состав и жесткость питьевой воды 5. Ионизирующая радиация

Практическая часть

Изучите теоретический материал и проанализируйте воздействие различных факторов окружающей среды, а также отдельных загрязнителей на здоровье человека. Систематизируйте полученные знания путем заполнения таблиц, закрепите изученный материал с помощью тестов и контрольных вопросов.

Задание 1. Заполните таблицу

Загрязнитель, его краткая характеристика	Источники поступления в окружающую среду	Особенности воздействия и вия для здоровья человека
1.		
2. и т. д.		

Задание 2. Заполните таблицу

Факторы окружающей среды	Наиболее характерные болезни органов и их систем
1. Шум	
2. Электромагнитные поля	
3. Уровень инсоляции	
4. Ионизирующая радиация и т.д.	

Задание 3. Выполните тесты. Выберите один правильный вариант ответа.

1. Загрязнение природной среды живыми организмами, вызывающими у человека различные заболевания, называется:

- а) радиоактивным;
- б) биологическим;
- в) химическим;
- г) шумовым.

2. Некачественная питьевая вода может стать причиной заражения:

- а) столбняком, холерой;
- б) холерой, брюшным тифом;
- в) гриппом, гепатитом;
- г) холерой, ботулизмом.

3. В природных условиях естественными носителями возбудителя чумы являются:

- а) волки, лисы;

- б) птицы;
- в) грызуны;
- г) человек.

4. Канцерогенами называют вещества, вызывающие:

- а) раковые заболевания;
- б) аллергические заболевания;
- в) хроническое отравление;
- г) инфекционные заболевания.

5. Возбудители столбняка и ботулизма обитают:

- а) в воде;
- б) в воздухе;
- в) в почве;
- г) в организме животных.

6. Естественный шумовой фон составляет:

- а) 20—30 дБ;
- б) 50—60 дБ;
- в) 80—90 дБ;
- г) 110—120 дБ.

7. Повышенные дозы облучения человеческого организма не вызывают:

- а) нарушений функции кроветворения;
- б) злокачественных опухолей;
- в) врожденных аномалий;
- г) инфаркта миокарда.

8. Уровень профессионального здоровья зависит от биологического возраста людей следующих профессий:

- а) инженер;
- б) официант;
- в) танцор;
- г) библиотекарь.

9. Естественное загрязнение биосферы происходит в результате:

- а) отмирания значительного количества биомассы в экосистеме;
- б) лесных пожаров;
- в) многократного увеличения численности одного из видов;
- г) обработки растений пестицидами.

10. Специфические заболевания, связанные с воздействием биологических агентов микробиотехнологических предприятий, следующие:

- а) психические расстройства;
- б) болезни эндокринной системы;

- в) конъюнктивиты;
- г) желудочно-кишечные расстройства.

11. Наиболее опасными загрязнителями окружающей среды являются:

- а) пестициды;
- б) диоксины;
- в) микроорганизмы;
- г) цинк.

12. Ионизирующее излучение оказывает наибольшее воздействие на:

- а) животных;
- б) человека;
- в) микроорганизмы;
- г) растения.

Задание 4. Выберите правильные суждения

1. Реакция организма на загрязнения зависит от индивидуальных особенностей человека.
2. Фтористые соединения могут разрушать озоновый слой.
3. Избыток нитратов опасен для растений.
4. Изменения погоды одинаково сказываются на самочувствии разных людей.
5. Если продукт не содержит избытка нитратов, значит, он экологически чистый.
6. Значительная часть болезней человека связана с ухудшением экологической обстановки.
7. Окружающая человека среда - это техногенная и социальная среда.
8. Общественное здоровье определяется биологическими факторами.
9. Химическое загрязнение является наиболее опасным видом загрязнения для здоровья человека.

Задание 5. Охарактеризуйте каждый вид загрязнения окружающей среды путем проставления номеров правильных ответов

Химические загрязнения —

Биологические загрязнения —

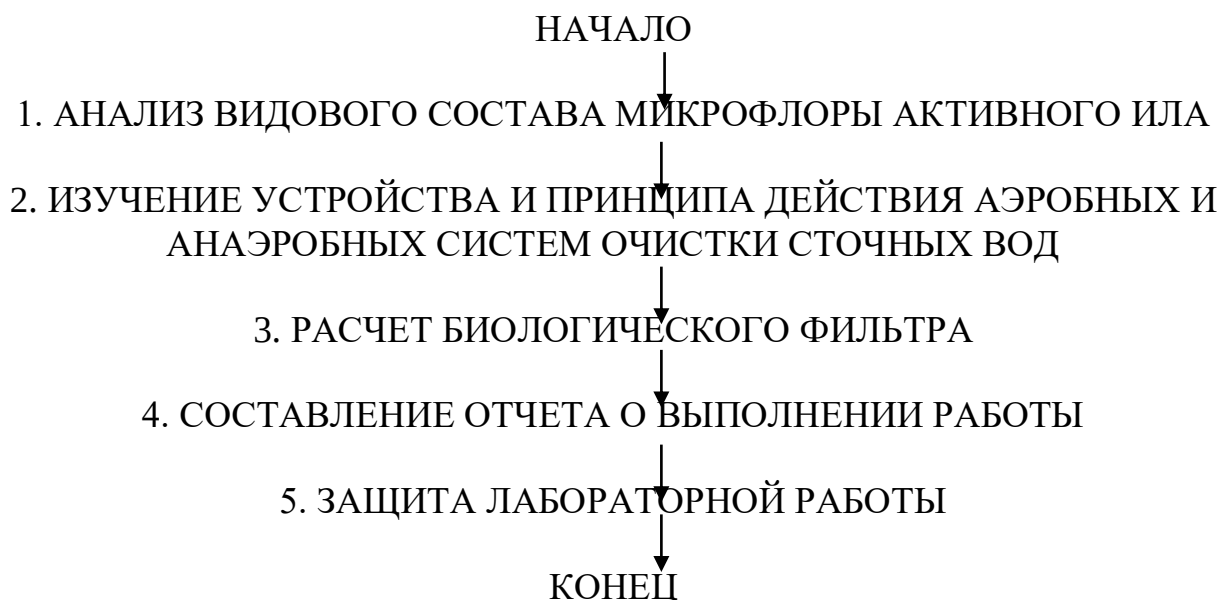
Физические загрязнения —

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 8

ИЗУЧЕНИЕ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ АЭРОБНОЙ И АНАЭРОБНОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД

Цель работы: изучить видовой состав микрофлоры активного ила, используемого для аэробной и анаэробной очистки сточных вод; рассмотреть устройство и принцип действия систем аэробной и анаэробной очистки сточных вод; разработать технологические схемы комплексной очистки сточных вод; провести расчет биологического фильтра.

АЛГОРИТМ ПРОВЕДЕНИЯ РАБОТЫ



Блок 1. По литературным источникам и лекционному материалу изучить состав микрофлоры активного ила, используемого для аэробной и анаэробной очистки сточных вод. Рассмотреть биологические функции различных групп микроорганизмов.

Блок 2. Изучить устройство, выполнить принципиальные схемы и краткое описание систем анаэробной и аэробной очистки сточных вод.

Блок 3. Исходные данные для расчета биологических фильтров приведены в приложении 1. Последовательность выполнения расчета двухступенчатого биологического фильтра.

1) Определяем требуемую степень снижения концентрации загрязняющих веществ на первой стадии очистки:

$$K_1 = L_{\text{см}} / L_{\text{т}}^1, \quad (1)$$

где $L_{\text{см}}$ – БПК_{полн.} сточных вод, поступающих на биофильтр с учетом разбавления при рециркуляции, принимаем $L_{\text{см}} = 200$ мг/л;

$L_{\text{т}}^1$ – требуемое значение БПК после первой стадии очистки, рекомендуется принимать на (15-30) мг/л выше конечной концентрации загрязняющих веществ в сточных водах.

2) По заданным значениям гидравлической нагрузки на биологический фильтр и температуры сточных вод по приложению 2 определяем высоту фильтра, соответствующую требуемой степени снижения БПК на первой ступени очистки.

3) Рассчитываем требуемую степень снижения БПК на второй ступени очистки:

$$K_2 = L_T^1 / L_T^K, \quad (2)$$

4) По приложению 2 принимаем требуемую высоту фильтра на второй ступени очистки.

5) Расчет геометрических параметров фильтра проводим по двум вариантам.

I вариант. Работа биологического фильтра с рециркуляцией очищенной жидкости после второй ступени. В этом случае коэффициент рециркуляции будет равен:

$$n = (L_{\Pi} / L_{\text{см}}) / (L_{\text{см}} / L_T^K), \quad (3)$$

Площадь биологического фильтра:

$$\text{- первой ступени } F_1 = (Q * (n + 1)) / q_1, \quad (4)$$

$$\text{- второй ступени } F_2 = (Q * (n + 1)) / q_2, \quad (5)$$

II вариант. Работа биологического фильтра с рециркуляцией очищенной жидкости после первой ступени. Тогда коэффициент рециркуляции может быть определен по формуле:

$$n = (L_{\Pi} / L_{\text{см}}) / (L_{\text{см}} / L_T^1), \quad (6)$$

Площадь биологического фильтра:

$$\text{- первой ступени } F_1 = (Q * (n + 1)) / q_1, \quad (7)$$

$$\text{- второй ступени } F_2 = Q / q_2, \quad (8)$$

6) Выбираем вариант с наименьшей суммарной площадью фильтров и определяем объем загрузки фильтров первой и второй ступеней очистки по формуле:

$$V = F * H, \quad (9)$$

На основании результатов расчетов по приложению 3 выбирают тип фильтра биологической очистки сточных вод.

Блок 4. Отчет о работе должен включать:

- титульный лист;
- цель работы и схему ее выполнения;
- принципиальные схемы и описание работы систем аэробной и анаэробной очистки сточных вод;
- результаты расчета и подбора биологических фильтров;
- выводы.

Блок 5. Контрольные вопросы:

- теоретические основы анаэробной очистки сточных вод;
- биохимия и микробиология анаэробного сбраживания органических веществ;
- факторы, влияющие на эффективность анаэробной очистки;
- общие принципы аэробной очистки сточных вод;

- состав микрофлоры активного ила, используемого для аэробной очистки сточных вод;
- факторы, влияющие на эффективность аэробной очистки;
- промышленные способы и аппаратное оформление анаэробной и аэробной очистки сточных вод;
- принцип расчета фильтров биологической очистки.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

№ варианта	Расход сточных вод, м³/сутки	БПК сточных вод, мг/л		Температура сточных вод, °С	Гидравлическая нагрузка, м³/м²*ч	
		L _п	L _т ^к		q ₁	q ₂
1	525	1250	30	10	20	20
2	425	1110	20	14	30	20
3	450	1300	30	18	40	30
4	600	1050	20	22	40	30
5	550	1000	15	14	30	20
6	400	1200	30	22	40	30
7	575	1150	25	10	20	20
8	500	950	15	18	40	30
9	475	1050	20	22	40	30
10	500	900	15	18	40	30
11	550	1200	25	14	30	20
12	450	1110	20	10	20	20

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Температура сточных вод, °С	Степень очистки	Высота фильтра, м	L _п / L _т при гидравлической нагрузке, м³/м² * ч		
			q = 20	q = 30	q = 40
10	Первая	2	2,13	1,87	1,73
		3	3,73	3,00	2,62
		4	6,65	4,88	4,04
	Вторая	2	1,48	1,39	1,36
		3	1,90	1,71	1,61
		4	2,43	2,11	1,94
14	Первая	2	2,33	2,01	1,84
		3	4,37	3,46	2,98
		4	8,73	6,12	4,93
	Вторая	2	1,58	1,46	1,40
		3	2,12	1,88	1,75
		4	2,86	2,42	2,18
18	Первая	2	2,63	2,22	2,01
		3	5,68	4,24	3,54
		4	12,85	8,42	6,51
	Вторая	2	1,69	1,55	1,47
		3	2,41	2,09	1,92
		4	3,45	2,83	2,50
22	Первая	2	2,95	2,44	2,18
		3	7,23	5,16	4,21
		4	18,93	11,58	8,59
	Вторая	2	1,83	1,65	1,56
		3	2,78	2,36	2,13
		4	4,27	3,38	2,93

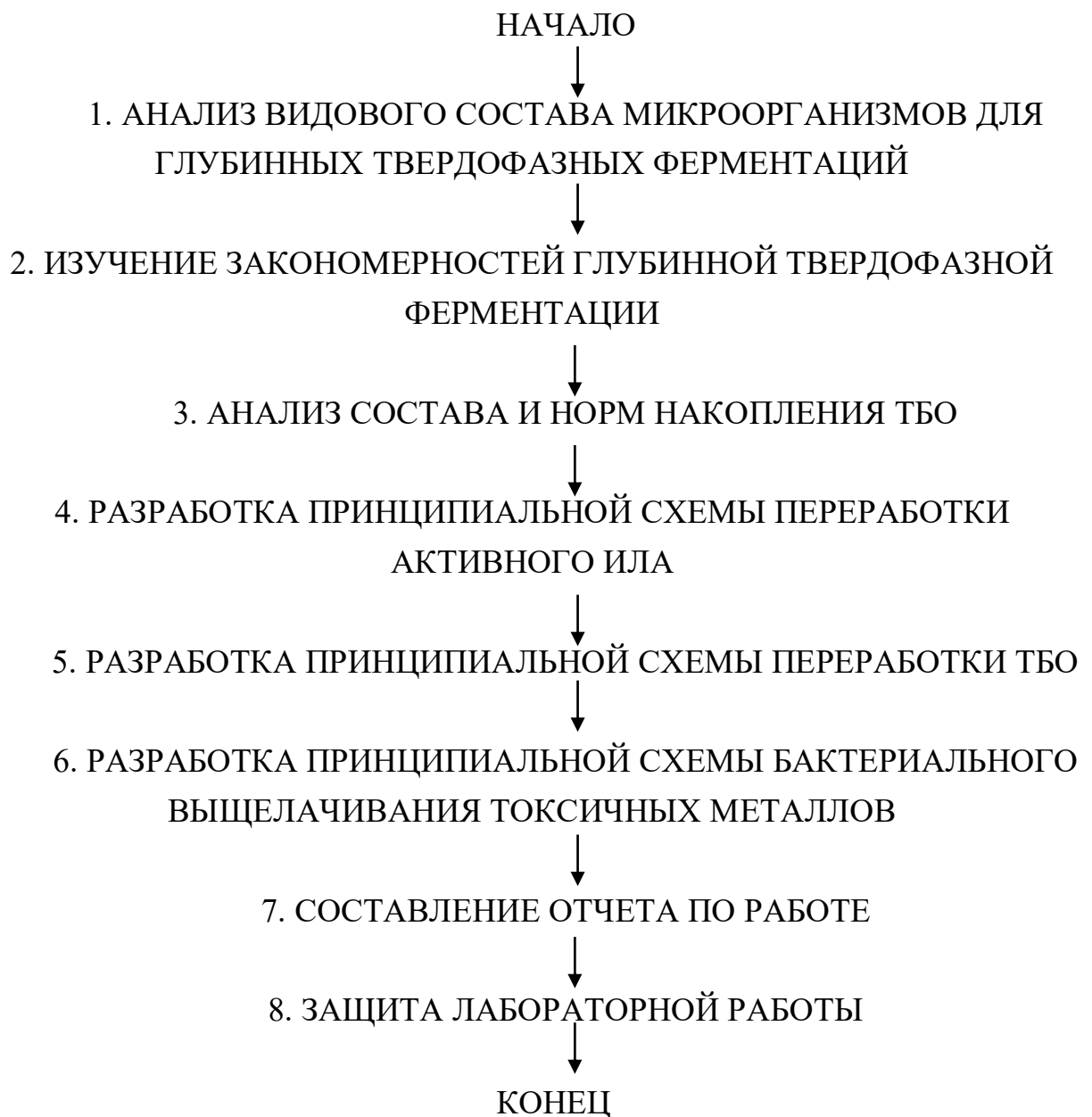
ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Тип фильтра	Пористость, %	Развитость поверхности	Удельная поверхность, м ³ /м ²
Капельный	40-45	Высокая	30-120
Высоконагружаемый с объемной загрузкой	40-50	Средняя	50-80
	45-55	Низкая	30-50
Высоконагружаемый с объемной загрузкой	90-97	Средняя	60-80
	90-99	Высокая	90-120
	70-90	Высокая	70-100

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 9 ИЗУЧЕНИЕ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПЕРЕРАБОТКИ ТВЕРДЫХ ОТХОДОВ

Цель работы: изучить видовой состав микроорганизмов, используемых в процессах очистки твердых отходов, общие закономерности процессов глубинной твердофазной ферментации; рассмотреть состав, нормы накопления твердых бытовых отходов; выполнить принципиальные технологические схемы переработки активного ила, твердых бытовых отходов, токсичных отходов.

АЛГОРИТМ ПРОВЕДЕНИЯ РАБОТЫ



Блок 1. При выполнении задания следует рассмотреть следующие вопросы:

- виды активного ила, состав нормальной и патогенной микрофлоры вторичного активного ила;
- факторы, влияющие на качественный состав микрофлоры при анаэробной и аэробной утилизации твердых бытовых отходов;
- характеристика микроорганизмов, участвующих в бактериальном выщелачивании металлов из твердых отходов.

Блок 2. Изучить общие принципы глубинной твердофазной ферментации, выполнить схемы аппаратов для твердофазной ферментации.

Блок 3. Дать определение норм накопления ТБО, привести данные по нормам накопления ТБО в Российской Федерации; проанализировать доступность компонентов ТБО для утилизации различными группами микроорганизмов.

Блок 4. Выполнить схема аппаратов для концентрирования, фильтрования прессования, сбраживания активного ила. Разработать принципиальные технологические схемы анаэробной и аэробной утилизации активного ила с указанием параметров основных технологических процессов.

Блок 5. Рассмотреть общие закономерности анаэробного сбраживания и аэробного компостирования ТБО. Выполнить принципиальную технологическую схему переработки ТБО с использованием процесса аэробного компостирования.

Блок 6. Привести принципиальную схему бактериального выщелачивания металлов. Проанализировать возможность применения метода для очистки твердых промышленных и бытовых отходов от тяжелых металлов, радиоактивных элементов.

Блок 7. Отчет о работе должен включать:

- титульный лист;
- цель работы и схему ее выполнения;
- анализ видового состава микрофлоры твердых отходов;
- принцип работы и схемы аппаратов для глубинной твердофазной ферментации;
- принципиальные схемы переработки активного ила, ТБО, бактериального выщелачивания металлов;
- выводы.

Блок 6. Контрольные вопросы:

- классификация активного ила по стадиям образования;
- видовой состав нормальной и патогенной микрофлоры активного ила;
- факторы, влияющие на качественный состав микрофлоры при анаэробной и аэробной ферментации твердых бытовых отходов;
- биохимия и микробиология бактериального выщелачивания металлов;
- теоретические основы и аппаратное оформление глубинной твердофазной ферментации;
- технологические процессы подготовки активного ила к анаэробной и аэробной утилизации;

- принципиальные схема биотехнологической переработки активного ила, твердых бытовых отходов, токсичных отходов.

ПРИЛОЖЕНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Оценка качества окружающей природной среды осуществляется с использованием следующей формулы:

$$\frac{C}{ПДК} \leq 1,$$

где С — фактическая концентрации вредного вещества, измеряемая в мг/л (вода), мг/м³ (воздух), мг/кг (почва).

Если в атмосферном воздухе одновременно присутствует несколько веществ, обладающих *эффектом суммации*, то их суммарная концентрация не должна превышать единицы при расчете по формуле

$$\sum_{i=1}^n \frac{C_i}{ПДК_i} \leq 1, \text{ или } \frac{C_1}{ПДК_1} + \frac{C_2}{ПДК_2} + \dots \leq 1,$$

где С₁, С₂, ... С_i. — фактические концентрации вредных веществ, измеряемых в мг/л (вода), мг/м³ (воздух), мг/кг (почва); ПДК₁, ПДК₂, ... ПДК_i, — это предельно-допустимые концентрации вредных веществ [6].

Эффект суммации — совмещенное (однонаправленное) действие на организм не одного какого-либо вещества, а нескольких одновременно, поскольку эти вещества при одновременном присутствии усиливают свой негативный эффект.

Эффектом суммации обладают:- ацетон, фенол;

- бензол и ацетофенон;
- озон, диоксид азота и формальдегид;
- оксид углерода, диоксид азота, формальдегид и гексан;
- диоксид серы и аэрозоль серной кислоты;
- диоксид серы и никель металлический;
- диоксид серы и сероводород;
- диоксид серы и диоксид азота;
- диоксид серы и оксид углерода, фенол и пыль конверторного производства;
- диоксид серы, оксид углерода, диоксид азота и фенол;
- диоксид серы и фтороводород;
- оксид и диоксид серы, аммиак и оксид азота;
- сильные минеральные кислоты (серная, соляная и азотная);
- углерода оксид и пыль цементного производства;
- уксусная кислота и уксусный ангидрид;
- фенол и ацетофенон;
- фурфурол, метиловый и этиловый спирты;
- циклогексан и бензол;
- этилен, пропилен, бутилен и амилен.

ПРИМЕР РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ ПО ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА АТМОСФЕРЫ

Для того чтобы оценить качество атмосферы, необходимо знать ПДК данных вредных веществ в атмосфере населенных пунктов. Для случая совместного действия веществ должно выполняться неравенство:

$$\sum_{i=1}^i \frac{C_i}{ПДК_i} \leq 1,$$

$$\frac{C_{\text{керосин}}}{ПДК_{\text{керосин}}} + \frac{C_{\text{проп. спирт}}}{ПДК_{\text{проп. спирт}}} = \frac{0,056}{0,1} + \frac{0,11}{0,25} = 1.$$

При условии соблюдения неравенства качество атмосферы удовлетворительно и не опасно для здоровья человека.

Наименование вещества	Значение Критерия ПДК, мг/м ³
Железа оксид	0,04
Марганец и его соединения	0,01
Меди (II) оксид	0,00
Натрия гидроксид	0,01
Никель оксид	0,00
Хрома (VI) оксид	0,00
Азот (IV) оксид (Азота диоксид)	0,20
Углерод черный (Сажа)	0,15
Сера диоксид	0,50
Углерод оксид	5,00
Фториды газообразные	0,02
Фториды плохо растворимые	0,20
Ксилол (смесь изомеров)	0,20
Керосин	1,20
Масло минеральное нефтяное	0,05
Уайт-спирит	1,00
Углеводороды предельные C12-C19	1,00
Взвешенные вещества	0,50
Пыль неорганическая: 70-20% SiO ₂	0,30
Пыль абразивная	0,04
Пыль древесная	0,50

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

ПРИМЕР РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ ПО ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ВОДЫ

Оцените качество природной воды, имеющей хозяйственно-питьевое назначение, если известно, что проба содержит керосин концентрацией 0,056 мг/л и пропиловый спирт концентрацией 0,11 мг/л.

Для того чтобы оценить качество воды, необходимо знать ПДК и ЛПВ данных вредных веществ, приведенных в таблице. Для объектов хозяйственно-питьевого назначения $ПДК_{\text{керосин}} = 0,1$ мг/л, $ПДК_{\text{проп. спирт}} = 0,25$ мг/л. Оба вещества имеют органолептический ЛПВ, следовательно, обладают эффектом суммации. Качество воды оценим по известной формуле

$$\sum_{i=1}^i \frac{C_i}{ПДК_i} \leq 1,$$
$$\frac{C_{\text{керосин}}}{ПДК_{\text{керосин}}} + \frac{C_{\text{проп. спирт}}}{ПДК_{\text{проп. спирт}}} = \frac{0,056}{0,1} + \frac{0,11}{0,25} = 1.$$

Так как условия неравенства соблюдаются, следовательно, качество воды удовлетворительно и не опасно для здоровья человека.

ПРЕДЕЛЬНО ДОПУСТИМЫЕ КОНЦЕНТРАЦИИ НЕКОТОРЫХ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ (МГ/Л) В ВОДНЫХ ОБЪЕКТАХ.

(Извлечение из приложения 2 к "Правилам охраны поверхностных вод от загрязнения сточными водами" и дополнительных перечней)

НАИМЕНОВАНИЕ ИНГРЕДИЕНТА	Водные объекты хозяйственно-питьевого и культурно-бытового назначения		Водные объекты рыбохозяйственного назначения	
	ЛПВ*	ПДК	ЛПВ	ПДК
1	2	3	4	5
Аммиак	Общесанитарный	2,0	Токсикологический	0,05
Ацетон	То же	0,05	--	--
Бензол	Санитарно-токсикологический	0,5	Токсикологический	0,5
Бром	То же	0,2	--	--
Дихлордифенилтрихлорэтан (ДДТ)	То же	0,1	Токсикологический	Не допустим
Дихлорэтан	Органолептический	2,0	--	--
Железо	То же	0,5	--	--
Кобальт	Санитарно-токсикологический	1,0	То же	0.01
Керосин	Органолептический	0.1	--	--
Карбофос	То же	0.03	Токсикологический	0.05
Мышьяк	Санитарно-токсикологический	0.05	То же	0.05
Медь	Органолептический	1.0	--	--
Метанол	Санитарно-токсикологический	3.0	Токсикологический	0.1
Нитраты (по азоту)	Общесанитарный	10.0	--	0.1
Нафталин	--	--	Токсикологический	0.004
1	2	3	4	5
Нефть многосернистая	Органолептическая	0.1	Рыбохозяйственный	0.05
Никель	Санитарно-токсикологический	0.1	Токсикологический	0.01
Пиридин	То же	0.2	То же	0.003
Пропиловый спирт	Органолептический	0.25	--	--
Ртуть	Общесанитарный	0.05	--	--
Свинец	То же	0.1	Общесанитарный	0.1
Фенол	Органолептический	0.001	Рыбохозяйственный	0.001
Формальдегид	Общесанитарный	0.05	--	--
Фреоны	Санитарно-токсикологический	10.0	--	--
Фтор	То же	1.5	Токсикологич.	0.05
Хлор активный	Общесанитарный	отсутствие	--	--
Хром	Органолептический	0.1	Санитарно-токсикологический	0.001
Цианиды	Санитарно-токсикологический	1.0	Токсикологический	1.0
Цинк	Общесанитарный	1.0	То же	0.1

* ЛПВ – лимитирующий показатель вредности, отражающий приоритетность требований к качеству воды.

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования**

«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**Методические рекомендации по выполнению практических работ по
дисциплине**

Экобиотехнология

Направление подготовки 19.03.01 Биотехнология

**Направленность «Промышленная биотехнология»
(профиль)**

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 1

«ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА ВЫБРОСОВ В АТМОСФЕРУ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ, ПОСТУПАЮЩИХ ОТ АВТОТРАНСПОРТА, РАСЧЕТНЫМ МЕТОДОМ»

Задания:

1. Охарактеризуйте основные типы загрязнения окружающей среды.
2. Обоснуйте роль экологической биотехнологии в решении задач охраны окружающей среды.
3. Ознакомьтесь с основными методическими подходами определения ПДК в различных средах и расскажите в чем их особенности.
4. Выполните следующую практическую работу.

Материалы и оборудование: калькулятор, секундомер.

Ход работы:

1. Определите число единиц автотранспорта (N_i , шт.) (легковые автомобили, грузовые автомобили, автобусы, в том числе микроавтобусы), проезжающего по участку дороги ул. Пушкина длиной 300 м вблизи главного корпуса СКФУ за 20 мин.
2. Рассчитайте общий путь (L_i , км), пройденный установленным числом единиц автотранспорта каждого типа за 20 мин по формуле (1):

$$L_i = N_i \cdot l, (1)$$

где i – обозначение типа автотранспорта ($i = 1$ для легковых автомобилей, $i = 2$ для грузовых автомобилей, $i = 3$ для автобусов);

l – длина участка (по условию 0,3 км);

N_i – число автомобилей каждого типа за 20 мин.

3. Рассчитайте количество сожженного топлива (Q_i , л) по средним нормам расхода топлива при движении для автотранспорта каждого типа по формуле (2):

$$Q_i = L_i \cdot q_i (2)$$

где q_i – средний расход топлива в л на 1 км (0,11 л – для легковых автомобилей, 0,32 л – для грузовых автомобилей, 0,41 л – для автобусов).

4. Определите объемы выбросов (V , л) трех загрязняющих веществ (угарного газа, углеводородов и диоксида азота), образующихся при сгорании в двигателе автотранспорта в зависимости от вида горючего, учитывая, что количество автомобилей с бензиновым двигателем в Беларуси составляет около 76 %, а с дизельным – 24 %. Эмпирические коэффициенты (K), определяющие выброс вредного компонента в выхлопных газах автомобилей в зависимости от вида топлива, приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Эмпирические коэффициенты выброса загрязняющих веществ

Вид топлива	Значение коэффициента (K)		
	CO ₂	C ₅ H ₁₂	NO ₂

Бензин	0,6	0,1	0,04
Дизельное топливо	0,1	0,03	0,04

Массу загрязняющих веществ (m, г) рассчитайте по формуле (3):

$$m = V \cdot M / 22,4 \quad (3)$$

где М – молекулярная масса (для СО – 28, для углеводородов (пентана) – 72, для NO₂ – 46).

5. Полученные результаты расчетов оформите в виде таблицы 2.

Таблица 2 – Схема записи результатов

Расчетный показатель	Тип автотранспорта		
	легковые автомобили	грузовые автомобили	автобусы
Число единиц (N _i , шт.)			
Общий путь (L _i , км)			
Расход топлива (Q _i , л): – общий – бензин – дизельное топливо			
Количество выбросов угарного газа (V, л/ м, г): – бензин – дизельное топливо – всего			
Количество выбросов углеводородов (пентана) (V, л/ м, г): – бензин – дизельное топливо – всего			
Количество выбросов диоксида азота (V, л/ м, г): – бензин – дизельное топливо – всего			

6. Сделайте вывод об экологической нагрузке автотранспорта на исследуемом участке за фиксированный период времени (20 мин), сравнив фактическую концентрацию загрязняющих веществ с максимальной разовой величиной ПДК.

7. Предложите возможные подходы, содействующие решению экологических проблем, связанных с автотранспортом.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №2

«АНАЛИЗ ИЗМЕНЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ ЗАГРЯЗНЕНИЙ В СТОЧНЫХ ВОДАХ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СТЕПЕНИ БЛАГОУСТРОЙСТВА ЗДАНИЙ В НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТАХ»

Цель работы: поиск и выявление закономерности изменения степени загрязнения бытовых сточных вод при переменных значениях нормы водоотведения.

При рассмотрении состава сточных вод одним из наиболее важных показателей является концентрация загрязнений, т.е. масса загрязнений (по абсолютно сухому веществу), содержащихся в единице объема воды. Обычно концентрация загрязнений измеряется в мг/л или в г/м³.

Изменение концентрации загрязнений в сточных водах, например по взвешенным веществам, ведет к изменению их плотности, что существенно влияет на изменение транспортирующей способности потока, а следовательно, на надежность работы водоотводящих систем и степень очистки сточных вод.

Концентрация загрязнений сточных вод обычно определяется двумя способами: лабораторным [1,2] или расчетным путем. Так, количество загрязнений по отдельным показателям для бытовых сточных вод нормируются СНиП [5, табл.25]. Зная норму водоотведения на одного человека в л/сут – n_i , можно вычислить содержание этих загрязнений в единице объема, т.е. установить концентрацию их в мг/л по формуле (1.1),

$$C_{ji} = \frac{a_j \cdot 1000}{n_i}, \quad (1.1)$$

где a_j показатель загрязнений, поступающих в сточную воду от одного жителя, г/сут [5, табл.25];

n_i – норма водоотведения бытовых сточных вод (с учетом степени благоустройства зданий) в расчете на одного жителя, в л/сут.

При наличии в населенном пункте зданий с различной степенью благоустройства, а также определенного количества промышленных предприятий с разной концентрацией загрязнений (осредненной за сутки) концентрацию загрязнений смеси бытовых и производственных сточных вод можно вычислить по формуле (1.2),

$$C_{\text{см}} = \frac{\sum C_{\text{быт.}} \cdot Q_{\text{быт.}} + \sum C_{\text{пр.}} \cdot Q_{\text{пр.}}}{\sum Q_{\text{быт.}} + \sum Q_{\text{пр.}}}, \quad (1.2)$$

где $C_{\text{быт.}}$ и $C_{\text{пр.}}$ – концентрация вычисляемого вида загрязнений соответственно в бытовых и промышленных сточных водах, г/м³ или мг/л;

$Q_{\text{быт.}}$ и $Q_{\text{пр.}}$ – суточные расходы соответственно бытовых сточных вод от районов с различной степенью благоустройства зданий и от промышленных предприятий, м³/сут.

Например, по взвешенным веществам концентрацию загрязнений смеси бытовых и производственных сточных вод, г/м³ или мг/л, можно определить

по формуле (1.3)

$$K_{\text{ср}} = \frac{K_1 \cdot Q_1 + K_2 \cdot Q_2 + \dots + K_k \cdot Q_k + K_{\text{лпм}} \cdot Q_{\text{лпм}} + \dots + K_{\text{мпп}} \cdot Q_{\text{мпп}}}{\sum_1^k Q_k + \sum_1^m Q_{\text{мпп}}}, \quad (1.3)$$

где $K_1, K_2, \dots, K_k$ – концентрация взвешенных веществ, найденная по формуле (1.1) соответственно для 1, 2, ..., k района с соответствующей нормой водоотведения, мг/л или г/м³;

$Q_{\text{лпм}}, \dots, Q_{\text{мпп}}$ – суточные расходы сточных вод от соответствующих промышленных предприятий, м³/сут.

Плотность чистой водопроводной воды [4] при температуре $T_w = 15$ оС и нормальном атмосферном давлении составляет $\rho_{\text{вод}} = 999$ кг/м³.

Плотность сточных вод и осадка существенно зависят от концентрации взвешенных веществ и плотности их частиц. Для бытовых сточных вод с содержанием $K_{\text{вз.}}$ (мг/л) взвешенных веществ, состоящих на 70-80 % из органических веществ, при условии $50 < K_{\text{вз.}} \leq 600$ мг/л плотность сточной воды по данным проф. Федорова Н.Ф. [4,7], т/м³, может быть определена по формуле (1.4)

$$\rho_{\text{ст.в. (быт.)}} = 1.0002 + 7.4 \cdot 10^{-7} \cdot K_{\text{вз.}} \quad (1.4)$$

Величину *плотности* любой сточной жидкости можно найти по известной зависимости – как отношение массы вещества к занимаемому объему, кг/м³ или т/м³:

а) для воды

$$\rho_{\text{вод}} = M_{\text{вод}} / V_{\text{вод}}; \quad (1.5)$$

б) для твердых частиц по массе сухого вещества или объему без учета пор

$$\rho_{\text{тв.}} = M_{\text{тв.}} / V_{\text{тв.}} \quad (1.6)$$

Плотность сточных вод также можно вычислить по формуле [4] через объемную концентрацию S_o , представляющую собой отношение объема твердых частиц в плотном теле к объему в смеси, т.е.

$$S_o = V_{\text{тв.}} / V_{\text{см.}} \quad (1.7) \quad \text{или} \quad S_o = \frac{(\rho_{\text{см.}} - \rho_{\text{вод.}})}{(\rho_{\text{тв.}} - \rho_{\text{вод.}})}, \quad (1,7 \text{ а})$$

$$\text{тогда} \quad \rho_{\text{см.}} = \rho_{\text{вод.}} + S_o \cdot (\rho_{\text{тв.}} - \rho_{\text{вод.}}); \quad (1.8)$$

либо плотность сточных вод можно выразить через массовую концентрацию S_m , представляющую собой отношение массы твердого вещества к массе всего объема смеси, т.е.

$$S_m = \frac{M_{\text{тв.}}}{(M_{\text{воды}} + M_{\text{тв.}})} = \frac{M_{\text{тв.}}}{M_{\text{см.}}} \quad (1.9)$$

С учетом условия формулы (1.9) получим

$$\rho_{\text{см.}} = \left(1 - S_m + S_m \cdot \frac{\rho_{\text{вод.}}}{\rho_{\text{тв.}}} \right) \cdot \rho_{\text{вод.}} \quad (1.10)$$

С учетом формул (1.8) и (1.10) соотношение Т - твердой и Ж – жидкой фаз, т.е. Т/Ж (по массе или объему), можно выразить зависимостью

$$\frac{T}{Ж} = \frac{S_o}{1 - S_o} = \frac{\frac{\rho_{см} - \rho_{вод}}{\rho_{ТВ} - \rho_{вод}}}{1 - \frac{\rho_{см} - \rho_{вод}}{\rho_{ТВ} - \rho_{вод}}} = \frac{\rho_{см} - \rho_{вод}}{\rho_{ТВ} - \rho_{вод}}. \quad (1.11)$$

Опытом эксплуатации установлено, что в жилых зданиях с различной степенью благоустройства нормы водоотведения в литрах на 1 человека в сутки также будут различными. Согласно СНиП нормы водоотведения следует принимать с учётом степени благоустройства жилых зданий или по табл. 1.1.

Из табл. 1.1 видно, что норма водоотведения увеличивается с увеличением степени благоустройства зданий.

Если нормы водоотведения могут меняться с изменением степени благоустройства жилых зданий, то количество загрязнений, которые вносятся одним человеком в граммах за одни сутки, остаются постоянными и нормируются СНиП [5, табл. 25, с. 21] либо принимаются по табл. 1.2.

Таблица 1.1. – Нормы водоотведения при различной степени благоустройства жилых зданий

Степень благоустройства жилых зданий	Норма водоотведения, л/(чел.·сут)
Здания оборудованы холодным водоснабжением и канализацией, но без ванн	125 – 140
Здания оборудованы холодным водоснабжением, канализацией и горячим водоснабжением с водонагревателями: - на твердом топливе - на газе	150 – 180 230 – 250
Здания оборудованы централизованным холодным и горячим водоснабжением с канализацией	300 – 350

Таблица 1.2

Наименование загрязнений	Количество загрязнений, вносимых одним человеком, в граммах за 1 сутки
Взвешенные вещества (К)	65
Потребность в кислороде для окисления органических веществ, т.е. БПКполн.	75
Азот аммонийных солей (N)	8,0
Фосфаты (P ₂ O ₅)	3,0

Так как количество вносимых в воду загрязнений одним человеком является величиной постоянной и не зависит от степени благоустройства зданий, то концентрация любого нормируемого вещества будет изменяться от количества воды, в которую будут поступать те или иные загрязнения.

Знание концентрации различных веществ в сточной воде позволит оценить степень ее загрязненности, а следовательно, можно прогнозировать не только надежность работы водоотводящих сетей, но и сооружений по очистке сточных вод.

Порядок выполнения работы

1. Вычислить концентрацию каждого вида загрязнения сточных вод при всех возможных нормах водоотведения.

2. Для оценки концентрации вещества конкретного вида загрязнений C_{ji} , мг/л, при любой норме водоотведения следует воспользоваться формулой (1.1). Для оценки конкретного вида загрязнений целесообразно воспользоваться зависимостями:

а) по взвешенным веществам, в мг/л

$$K_i = \frac{65 \cdot 1000}{n_i}, \quad (1.12)$$

б) по БПКполн.

$$L_i = \frac{75 \cdot 1000}{n_i}, \quad (1.13)$$

в) по азоту аммонийных солей

$$N_i = \frac{8 \cdot 1000}{n_i}, \quad (1.14)$$

г) по фосфатам (P_2O_5)

$$P_i = \frac{3.3 \cdot 1000}{n_i}. \quad (1.15)$$

Оформление работы

Вычисленные значения концентрации загрязнений по формулам (1.12), (1.13), (1.14) и (1.15) следует занести в расчетную табл. 1.3 и построить графики зависимости (рис.1.1).

Наименование загрязняющего вещества	Норма водоотведения n_i , л/(чел.·сут)						
	125	150	180	230	250	300	350

K_i , мг/л							
L_i , мг/л							
N_i , мг/л							
P_i , мг/л							

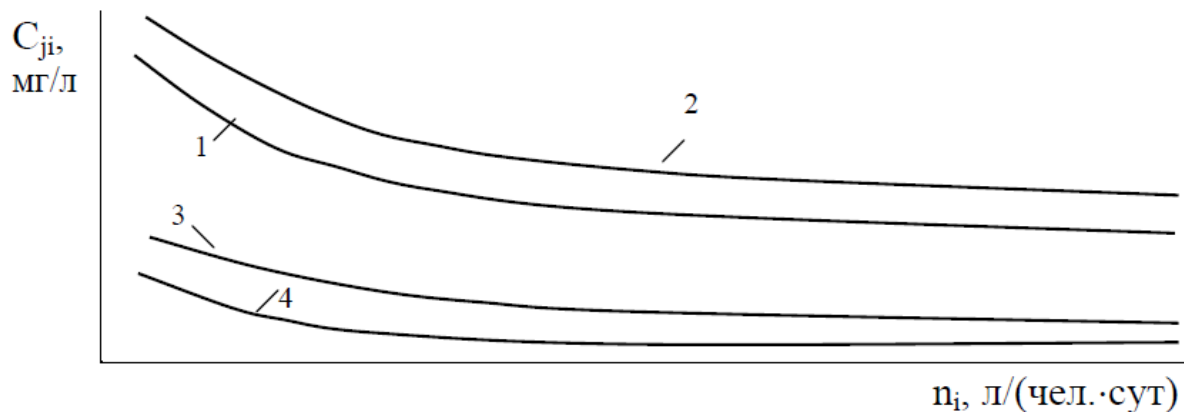


Рисунок 1.1 – График зависимости концентрации загрязнений от нормы водоотведения:

1 – по взвешенным веществам; 2 – по БПКполн.; 3 – по общему азоту; 4 – по фосфору

По результатам вычислений и графическим зависимостям следует составить общие выводы и дать исчерпывающие ответы на контрольные вопросы.

При составлении общих выводов необходимо увязать полученные результаты с гидравлическими процессами, имеющими место в водоотводящих сетях и сооружениях механической очистки сточных вод, а также влияние БПК, азота и фосфора на работу сооружений биологической очистки сточных вод.

Контрольные вопросы

1. По каким показателям загрязнений бытовые сточные воды будут иметь большие значения концентрации?
2. Как повлияет снижение расхода воды (норма водоотведения) на показатели концентрации загрязнений, плотность и вязкость сточных вод?
3. Как концентрация загрязнений по взвешенным веществам повлияет на надежность работы водоотводящих сетей и на работу сооружений механической очистки сточных вод (по степени очистки)?
4. Какие показатели загрязнений сточных вод представляют наибольшую опасность для водоемов и почему?
5. По концентрации каких загрязнений сточных вод можно судить о применении глубокой биологической очистки сточных вод?

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №3

«ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСЧЕТНЫХ РАСХОДОВ СТОЧНЫХ ВОД»

Цель работы: сформировать навыки выполнения расчетов расходов сточных вод для проектирования систем водоотведения и очистных сооружений канализации.

Задание:

По исходным данным рассчитайте расходы сточных вод населенного пункта:

- средний секундный, л/с;
- максимальный секундный, л/с и м³/с;
- максимальный часовой, м³/ч;
- средний суточный, м³/сут.

Полученные данные оформите в предложенной табличной форме для удобства использования при последующих расчетах. Проанализируйте результаты расчетов и ответьте на вопросы для самоконтроля.

Основные понятия и определения

Сточные воды – это пресные воды, изменившие свои физико-химические свойства после использования в бытовой и производственной деятельности человека и требующие отведения, а также воды, стекающие с территории населенных пунктов и промышленных предприятий в результате выпадения атмосферных осадков или поливки улиц.

Очистка сточных вод – это обработка сточных вод с целью разрушения или удаления из них определенных веществ.

Загрязняющее воду вещество – вещество в воде, вызывающее нарушение норм качества воды.

Предельно-допустимая концентрация (ПДК) – максимальная концентрация вещества в воде, в которой вещество при ежедневном поступлении в организм в течение всей жизни не оказывает прямого или опосредованного влияния на здоровье населения в настоящем и последующих поколениях, а также не ухудшает гигиенические условия водопользования. Расход сточных вод – объем сточных вод, протекающий в интервал времени для расчета сетей и сооружений канализации.

Коэффициент неравномерности расходов сточных вод – отношение максимального или минимального расхода к среднему расходу сточных вод за определенный интервал времени.

Норма водоотведения сточных вод – объем сточных вод в интервал времени от одного потребителя или на единицу вырабатываемой продукции.

По происхождению (категории) сточные воды могут быть классифицированы на:

- хозяйственно-бытовые;
- производственные;
- атмосферные.

Основные характеристики сточных вод, учитываемые при проектировании:

- количество сточных вод, характеризуемое расходом, измеряемым в л/с или

м³/с, м³/ч, м³/смену, м³/сут и т.д.;

- виды (компоненты) загрязнений и содержание их в сточных водах, характеризующее концентрацией загрязнений, измеряемой в мг/л или г/м³;
- степень равномерности (или неравномерности) их образования и поступления в водоотводящие системы, определяемая неравномерностью поступления сточных вод по часам суток в году.

Расчетный расход – расход, являющийся лимитирующим при расчете сооружений водоотведения.

Расчетные расходы бывают суточными, часовыми и секундными. Суточные и часовые наиболее часто выражают в м³, а секундные – в литрах.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСЧЕТНЫХ РАСХОДОВ СТОЧНЫХ ВОД

Расчетный средний суточный расход сточных вод от всех объектов водоотведения определяется по формуле:

$$Q_{\text{ср.сут}} = \Sigma Q_{\text{ср.сут. объекта}}, \text{ м}^3/\text{сут}$$

$Q_{\text{ср.сут. объекта}}$ – среднесуточный расход объекта водоотведения, м³/сут

Расчетный средний секундный расход сточных вод определяется по формуле:

$$q_{\text{ср.с}} = Q_{\text{ср.сут}} / 86,4, \text{ л/с}$$

Расчетный максимальный секундный расход сточных вод определяется по формуле:

$$q_{\text{макс.с}} = q_{\text{ср.с}} \cdot K_{\text{общ}}, \text{ л/с}$$

$K_{\text{общ}}$ – общий коэффициент неравномерности притока сточных вод в зависимости от среднего секундного (определяется по СП 32.13330.2018)

Расчетный максимальный часовой расход сточных вод определяется по формуле:

$$Q_{\text{макс.ч}} = 3,6 \cdot q_{\text{макс.с}}, \text{ м}^3/\text{ч}$$

$q_{\text{макс.с}}$ – расчетный максимальный секундный расход, л/с;

ОБЩИЙ КОЭФФИЦИЕНТ НЕРАВНОМЕРНОСТИ

При расчете сети водоотведения наиболее удобно применять общий коэффициент неравномерности ($K_{\text{общ}}$).

$K_{\text{общ}}$ – отношение максимального часового расхода в сутки наибольшего водоотведения к среднему часовому расходу среднесуточного водоотведения.

Расчётные общие максимальные и минимальные расходы сточных вод с учётом суточной, часовой и внутричасовой неравномерности следует определять по результатам компьютерного моделирования систем водоотведения, учитывающих графики притока сточных вод от зданий, жилых массивов, промпредприятий, протяжённость и конфигурацию сетей, наличие насосных станций и т.д., либо по данным фактического графика водоподачи при эксплуатации аналогичных объектов.

При отсутствии указанных данных допускается принимать общие коэффициенты (максимальный и минимальный) по СП 32.13330.2018, приведенные в таблице 1.

При промежуточных значениях среднего расхода сточных вод, общие коэффициенты неравномерности следует определять интерполяцией.

При средних расходах сточных вод менее 5 л/с максимальный коэффициент

неравномерности принимается 3.

Таблица 1 – Общие коэффициенты неравномерности притока сточных вод (СП 32.13330.2018)

Общий коэффициент неравномерности притока сточных вод	Средний расход сточных вод, л/с								
	5	10	20	50	100	300	500	1000	5000 и более
Максимальный при 1% обеспеченности	3,0	2,7	2,5	2,2	2,0	1,8	1,75	1,7	1,6
Минимальный при 1% обеспеченности	0,2	0,23	0,26	0,3	0,35	0,4	0,45	0,51	0,56
Максимальный при 5% обеспеченности	2,5	2,1	1,9	1,7	1,6	1,55	1,5	1,47	1,44
Минимальный при 5% обеспеченности	0,38	0,46	0,5	0,55	0,59	0,62	0,66	0,69	0,71

5 % обеспеченность предполагает возможное увеличение (уменьшение) расхода в среднем 1 раз в течение суток.

1 % обеспеченность предполагает возможное увеличение (уменьшение) расхода в среднем 1 раз в течение 5 – 6 суток.

Результаты расчетов расходов сточных вод оформить в табличной форме для удобства использования при последующих расчетах (таблица 2).

Таблица 2 – Расчеты расходов сточных вод

Средний секундный, л/с	q _{ср.с}	
Максимальный секундный, л/с	q _{макс.с}	
Максимальный секундный, м ³ /с	q _{макс.с}	
Максимальный часовой, м ³ /ч	Q _{макс.ч}	
Средний суточный, м ³ /сут	Q _{ср.сут}	

Вопросы для самоконтроля:

- 1.Определение и виды сточных вод.
- 2.Расход сточных вод.
- 3.Общий коэффициент неравномерности.
- 4.Норма водоотведения сточных вод.
- 5.Определение К_{общ} при промежуточных значениях среднего расхода сточных вод.
- 6.Определение К_{общ} при средних расходах сточных вод менее 5 л/с.
- 7.Основные характеристики сточных вод, учитываемые при проектировании.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 4

«ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА СМЕШЕНИЯ ПРИ ВЫПУСКЕ СТОЧНЫХ ВОД В ПРОТОЧНЫЕ ВОДОЕМЫ»

Цель работы: сформировать навыки выполнения расчета коэффициента смешения для определения условий выпуска сточных вод в водоемы, необходимой степени их очистки и кратности разбавления.

Задание:

По исходным данным и результатам определения расходов сточных вод (Практическая работа №3) рассчитайте:

- коэффициент смешения при выпуске сточных вод в проточные водоемы;
- коэффициент, зависящий от гидравлических параметров водотока;
- коэффициент извилистости русла;
- коэффициент турбулентной диффузии.

Полученные данные оформите в предложенной табличной форме для удобства использования при последующих расчетах. Проанализируйте полученные результаты, оцените расход воды реки, участвующий в смешении с выпускаемыми сточными водами. Ответьте на вопросы для самоконтроля.

Основные понятия и определения

Предельно допустимый сброс (ПДС) веществ в водный объект – масса веществ или микроорганизмов в сточных водах, максимально допустимая к отведению с установленным режимом в данном пункте водного объекта в единицу времени с целью обеспечения норм качества воды в контрольном створе. При разработке нормативов предельно допустимого сброса загрязняющих веществ в водные объекты используются следующие нормы качества воды, установленные нормативными документами федерального уровня:

- предельно допустимые концентрации загрязняющих веществ в водах объектов, используемых для хозяйственно-питьевых и коммунально-бытовых целей – ПДК_{бв};
- предельно допустимые концентрации загрязняющих веществ в водах объектов, используемых для рыбохозяйственных целей – ПДК_{рх};
- ориентировочные допустимые уровни – ОДУ;
- ориентировочные безопасные уровни воздействия – ОБУВ.

Ориентировочный допустимый уровень (ОДУ) – временный гигиенический норматив, разрабатываемый на основе расчетных и экспресс - экспериментальных методов прогноза токсичности и применяемый только на стадии предупредительного санитарного надзора за проектируемыми или строящимися предприятиями, реконструируемыми очистными сооружениями.

УСЛОВИЯ ВЫПУСКА СТОЧНЫХ ВОД В ВОДОЕМ

При выпуске очищенных сточных вод в водоем необходимо учитывать категорию водного объекта и ПДК вредных загрязнений.

Условия выпуска сточных вод в водоем регламентированы СанПиН 2.1.5.980-

00 «Гигиенические требования к охране поверхностных вод. Санитарные правила и нормы» и Водным кодексом РФ.

Санитарными правилами СанПиН 2.1.5.980-00 установлены гигиенические нормативы состава и свойств воды в водных объектах для двух категорий водопользования:

- к первой категории водопользования относится использование водных объектов или их участков в качестве источника питьевого и хозяйственно-бытового водопользования, а также для водоснабжения предприятий пищевой промышленности;
- ко второй категории водопользования относится использование водных объектов или их участков для рекреационного водопользования (распространяются также на все участки водных объектов, находящихся в черте населенных мест).

Ранее действовавшие «Правила охраны поверхностных вод» добавили ещё один вид водопользования – для рыбохозяйственных целей.

Рыбохозяйственные водные объекты также подразделяются на две категории:

- первая – все водные объекты, используемые для сохранения и воспроизводства ценных пород рыб, обладающих высокой чувствительностью к кислороду;
- вторая – все водные объекты, используемые для других рыбохозяйственных целей.

Содержание химических веществ не должно превышать гигиенические предельно допустимые концентрации и ориентировочные допустимые уровни веществ в воде водных объектов, утвержденные в установленном порядке.

При отсутствии установленных гигиенических нормативов водопользователь обеспечивает разработку ОДУ или ПДК, а также метода определения вещества и/или продуктов его трансформации с нижним пределом измерения $\leq 0,5$ ПДК.

Приведенные в правилах нормативы качества воды в водоемах относятся к створам, расположенным на проточных участках на 1 км выше ближайшего пункта водопользования, на непроточных участках и водохранилищах – к створам в 1 км в обе стороны от пункта водопользования.

ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СОСТАВУ И СВОЙСТВАМ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД

Показатели	Категории водопользования	
	для питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения (I)	для рекреационного водопользования (II)
Взвешенные вещества	При сбросе сточных вод, производстве работ на водном объекте и в прибрежной зоне не должно увеличиваться по сравнению с естественными условиями более чем на	
	0,25 мг/дм ³	0,75 мг/дм ³
Плавающие примеси	На поверхности воды не должны	

	обнаруживаться пленки нефтепродуктов, масел, жиров и скопление других примесей	
Окраска	Не должна обнаруживаться в столбике	
	20 см	10 см
Запахи	Вода не должна приобретать запахи интенсивностью более 2 баллов, обнаруживаемые:	
	непосредственно или при последующем хлорировании или других способах обработки	непосредственно
Температура	Летняя температура воды в результате сброса сточных вод не должна повышаться более чем на 3 °С по сравнению со среднемесячной температурой воды самого жаркого месяца года за последние 10 лет	
Водородный показатель	Не должен выходить за пределы 6,5 - 8,5	
Минерализация воды	Не более 1000 мг/дм ³ , в т.ч.: хлоридов - 350; сульфатов - 500 мг/дм ³	
Растворенный кислород	Не должен быть менее 4 мг/дм ³ в любой период года, в пробе, отобранной до 12 часов дня	
БПК ₅	Не должно превышать при температуре 20 °С	
	2 мг О ₂ /дм ³	4 мг О ₂ /дм ³
ХПК	Не должно превышать:	
	15 мг О ₂ /дм ³	30 мг О ₂ /дм ³
Химические вещества	Не должны содержаться в воде водных объектов в концентрациях, превышающих ПДК или ОДУ	
Возбудители кишечных инфекций	Вода не должна содержать возбудителей кишечных инфекций	
Жизнеспособные яйца гельминтов и цисты патогенных кишечных простейших	Не должны содержаться в 25 л воды	
Термотолерантные колиформные бактерии	Не более 100 КОЕ/100 мл	Не более 100 КОЕ/100 мл
Общие колиформные бактерии	Не более 1000 КОЕ/100 мл	Не более 500 КОЕ/100 мл
Колифаги	Не более 10 БОЕ/100 мл	Не более 10 БОЕ/100 мл
Суммарная активность радионуклидов	SUM (Ai / YBi) <= 1	

ЗОНАЛЬНАЯ СХЕМА СНИЖЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ ЗАГРЯЗНЕНИЙ

При выпуске сточных вод в водоём происходит их разбавления, т.е. снижение концентрации загрязняющих веществ за счет перемешивания с водной средой. Снижение концентрации загрязнений в водоёме происходит постепенно и условно можно выделить 3 зоны.

I зона – начальное разбавление – снижение концентраций загрязнений за счет контакта с водной средой водоема;

II зона – основное разбавление – снижение концентраций загрязнений за счет турбулентности потока;

III зона – снижение концентраций загрязнений за счет процессов самоочищения.

САМООЧИЩЕНИЕ ВОДЫ В ВОДОЁМЕ

Самоочищающая способность водоема зависит от условий смещения и разбавления сточных вод водой водоемов.

Для удовлетворения санитарных требований устанавливают ПДС лимитирующих веществ в целях ограничения поступления загрязнений в водоем со сточными водами.

ПДС устанавливаются для каждого выпуска сточных вод и каждого загрязняющего вещества, в т.ч. продуктов его трансформации, исходя из условия, что их концентрации не будут превышать гигиенические нормативы химических веществ и микроорганизмов в воде водного объекта в створе не далее 500 м от места выпуска.

Процесс самоочищения во многом зависит от степени перемешивания воды реки со сточными водами. При определении степени смешения нельзя принимать в расчет весь расход реки, т.к. вблизи места выпуска нет достаточно полного перемешивания, оно происходит в зоне II.

Для учета расхода реки, участвующего в смешении, вводят коэффициент смешения, который показывает какая часть расхода, смешивается со сточной водой в данном створе.

Для расчета разбавления сточных вод в проточных водоемах наибольшее распространение получил метод Фролова-Родзиллера, в озерах и водохранилищах – методы Руффеля и Лапшева.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА СМЕШЕНИЯ ПРИ ВЫПУСКЕ СТОЧНЫХ ВОД В ПРОТОЧНЫЕ ВОДОЕМЫ

При выпуске сточных вод в проточные водоемы значение коэффициента смешения (а) определяют по методу Фролова и Родзиллера:

$$a = \frac{1 - e^{-\alpha \cdot \sqrt[3]{L_{\Phi}}}}{1 + \frac{Q}{q} e^{-\alpha \cdot \sqrt[3]{L_{\Phi}}}}$$

Q – расход воды (при 95%-ной обеспеченности) в створе реки у места выпуска сточных вод, м³/с;

q – максимальный расход сточных вод м³/с;

α - коэффициент, зависящий от гидравлических параметров водотока;

L_{ϕ} – расстояние от выпуска сточных вод до расчетного створа по фарватеру, м.

Теоретически расстояние от выпуска сточных вод до створа полного смешения равно бесконечности, поэтому значение коэффициента a , равное 1, на практике не встречается. Для практических расчетов следует определять расстояние до створа достаточно полного смешения, для которого $a = 0,90 - 0,95$, т.е. в котором сточная вода смешивается с 95 или 90% расхода воды реки.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА СМЕШЕНИЯ

Расчет коэффициента, зависящего от гидравлических параметров водотока, производится по формуле:

$$\alpha = \varphi \cdot \xi \cdot \sqrt[3]{\frac{E}{q}}$$

φ – коэффициент извилистости русла (отношение длины русла от выпуска до расчетного створа по фарватеру L_{ϕ} к расстоянию между створами по прямой $L_{\text{пр}}$);

ξ – коэффициент, учитывающий место расположение выпуска (при береговом – 1; при русловом – 1,5);

E – коэффициент турбулентной диффузии;

q – максимальный расход сточных вод м³/с.

Расчет коэффициента извилистости русла производится по формуле:

$$\varphi = \frac{L_{\phi}}{L_{\text{пр}}}$$

L_{ϕ} – длина русла от выпуска до расчётного створа по фарватеру, м;

$L_{\text{пр}}$ – расстояние по прямой от выпуска до расчетного створа, м.

Коэффициент турбулентной диффузии определяется по формуле:

$$E = \frac{V_{\text{ср}} \cdot H_{\text{ср}}}{200}$$

$V_{\text{ср}}$ – сред. скорость потока на расчётном участке, м/с;

$H_{\text{ср}}$ – сред. глубина на расчётном участке, м;

Кратность разбавления в расчетных створах определяется по формуле:

$$N = \frac{a \cdot Q + q}{q}$$

a – коэффициент смешения;

Q – расход воды (при 95%-ной обеспеченности) в створе реки у места выпуска сточных вод, м³/с;

q – максимальный расход сточных вод м³/с.

ВЕДОМОСТЬ РАСЧЕТА КОЭФФИЦИЕНТА СМЕШЕНИЯ ПРИ ВЫПУСКЕ СТОЧНЫХ ВОД В ПРОТОЧНЫЕ ВОДОЕМЫ

Полученные данные оформить в предложенной табличной форме для удобства использования при последующих расчетах.

Коэффициент турбулентной диффузии	E	
Коэффициент извилистости русла	φ	
Коэффициент, зависящий от гидравлических параметров водотока	α	
Коэффициент смешения	a	

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

- 1.Предельно допустимый сброс (ПДС).
- 2.Ориентировочно допустимый уровень (ОДУ).
- 3.Самоочищающая способность водоема.
- 4.Классификация водных объектов по категориям водопользования.
- 5.Зональная схема снижения концентрации загрязнений.
- 6.Метод Фролова-Родзиллера.
- 7.Коэффициент извилистости русла.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 5

«ОПРЕДЕЛЕНИЕ НЕОБХОДИМОЙ СТЕПЕНИ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД»

Цель работы: сформировать навыки выполнения расчетов необходимой степени очистки сточных вод по основным показателям для выбора оптимальных методов очистки и разработки технологической схемы очистки сточных вод населенного пункта.

Задание:

По исходным данным и данным, полученным при выполнении Практических работ №2-4, рассчитайте необходимую степень очистки сточных вод выпускаемых в водоем по:

- по содержанию взвешенных веществ;
- по допустимой величине БПКполн;
- по потреблению растворенного в реке кислорода;
- по вредным веществам;
- по изменению pH;
- по температуре сточных вод.

Полученные результаты оформите в предложенной табличной форме для удобства использования при выборе методов очистки сточных вод и конкретных сооружений. Проанализируйте полученные результаты и ответьте на вопросы для самоконтроля.

Необходимая степень очистки по взвешенным веществам определяется по формуле:

$$\Xi_{\text{взв}} = \frac{C - m}{C} \cdot 100\%$$

C – исходная концентрация взвешенных веществ в сточных водах, поступающих на очистку, мг/л;

m – допустимое содержание взвешенных веществ в сточных водах, выпускаемых в водоем, мг/л.

Допустимое содержание взвешенных веществ в сточных водах, выпускаемых в водоем определяется по формуле:

$$m = p \cdot \left(\frac{a \cdot Q}{q} + 1 \right) + b, \text{ мг/л}$$

p – допустимое санитарными нормами увеличение содержания взвешенных веществ в водном объекте

после спуска сточных вод (контролируется в расчетном створе), мг/л

a – коэффициент смешения;

Q – расход воды в реке при 95%-ной обеспеченности;

q – максимальный расход сточных вод м³/с;

b – концентрация взвешенных веществ в речной воде до выпуска в неё сточных вод, мг/л.

Допустимая величина БПКполн сточных вод при выпуске их в водоём

определяется по формуле:

$$L_{\text{ст}} = \frac{a \cdot Q}{q \cdot 10^{-k_{\text{ст}} \cdot t}} \cdot (L_{\text{пр.д}} - L_p \cdot 10^{-k_p \cdot t}) + \frac{L_{\text{пр.д}}}{10^{-k_{\text{ст}} \cdot t}}$$

a – коэффициент смешения;

Q – расход воды в реке при 95%-ной обеспеченности;

q – максимальный расход сточных вод, м³/с;

$k_{\text{ст}}$, k_p – константа скорости потребления кислорода сточной и речной водой;
 $k_{\text{ст}}=0,1$; $k_p=0,1$

$L_{\text{пр.д}}$ – предельно допустимая БПКполн смеси речной и сточной воды в речном створе;

L_p – БПКполн речной водой до места выпуска сточных вод;

t – продолжительность перемещения воды от места выпуска сточных вод до расчетного створа, сут.

Продолжительность перемешивания воды от выпуска сточных вод до расчетного створа определяется по формуле:

$$t = \frac{L_{\phi}}{V \cdot 86400}, \text{ сут}$$

L_{ϕ} – расстояние от выпуска сточных вод до расчетного створа по фарватеру, м.

V – скорость течения воды в реке, м/с.

Если фактическая БПКполн подлежащей сбросу сточной воды больше $L_{\text{ст}}$, то до выпуска в водоем сточная вода должна быть очищена.

Необходимая степень очистки по БПК определяется по формуле:

$$\Xi = \frac{C_{\text{см}}^{\text{БПК}} - L_{\text{ст}}}{C_{\text{см}}^{\text{БПК}}} \cdot 100\%$$

$C_{\text{см}}^{\text{БПК}}$ – БПК в смеси бытовых и производственных сточных вод, мг/л.

В соответствии с правилами выпуска сточных вод, в воде водотока после смешения содержание растворенного О₂ не должно быть ниже 4 мг/л.

Допустимая концентрация органического загрязнения сточных вод, обеспечивающая расходование общего количества О₂ в расчетном створе не ниже нормативного, определяется по формуле:

$$L'_{\text{ст}} = \frac{a \cdot Q}{0,4 \cdot q} \cdot (O_{2p} - 0,4 \cdot L_p - O_{2н}) - \frac{O_{2н}}{10}, \text{ мг/л}$$

Q , q – расходы речной и сточных вод, м³/с;

O_{2p} – концентрация растворенного в речной воде кислорода выше места выпуска сточных вод, мг/л;

$O_{2н}$ – наименьшая (нормативная) концентрация растворенного кислорода, которая должна сохраняться в речной воде в речном створе, мг/л;

L_p – БПКполн речной водой до места выпуска сточных вод;

Если полученное значение $L'_{ст}$ меньше расчетной концентрации проектируемых к спуску в водоем сточных вод, то последние должны быть очищены.

Вредные и ядовитые вещества, входящие в показатели качества сточной воды, нормируются по принципу лимитирующего показателя вредности (ЛПВ), под которым понимается наиболее вероятное неблагоприятное воздействие каждого вещества.

Санитарное состояние водоёма при сбросе в него со сточными водами вредных и ядовитых веществ считается удовлетворительным, если соблюдаются два основных условия:

- предельно допустимая концентрация (ПДК) каждого вещества, входящего в определенный лимитирующий показатель вредности, уменьшена во столько раз, сколько единиц вредных веществ присутствует в сточных водах и водоёме;
- сумма концентраций всех веществ, выраженных в процентах от соответствующих ПДК для каждого вещества в отдельности, не превышает 100 %:

$$\sum_1 \frac{C_{ст}^i}{C_{доп}^i} \leq 1$$

$C_{ст}^i$ – расчетная концентрация i -го вредного вещества в расчетном створе;

$C_{доп}^i$ – предельно допускаемая концентрация соответствующего вещества;

i – число вредных веществ с одинаковым ЛПВ.

Из данного выражения следует, что каждое вещество (в условиях одновременного присутствия с другими вредными веществами из одной группы ЛПВ) в расчетном створе водопользования должно иметь концентрацию:

$$C_{ст} \leq C_{доп}^i \left(1 - \sum_1 \frac{C_{ст}}{C_{доп}^i} \right)$$

$C_{доп}^i$ – предельно допускаемая концентрация расчетного вещества;

Концентрация каждого из растворенных вредных веществ C_o в очищенных сточных водах может быть определена из выражения:

$$C_o \leq n(C_{ст}^i - C_v^i) + C_v^i$$

$C_{ст}^i$ – максимальная допускаемая концентрация расчетного вещества, вычисляемая по предыдущей формуле с учетом максимальной концентрации и ПДК всех компонентов, относящихся к одной группе ЛПВ;

C_v^i – концентрация определенного вещества в воде водоема до сброса стоков. При очистке сточных вод различные вредные вещества определенной группы ЛПВ очищаются неодинаково. Для расчета степени очистки по вредным веществам в первую очередь должна определяться степень очистки того вещества, которое наиболее трудно извлекается.

Степень очистки этого вещества в процентах можно установить по формуле:

$$\Xi = \left(1 - \frac{1 - \frac{n-1}{n} \sum_1^i \frac{C_{\text{в}}^i}{C_{\text{доп}}^i}}{\frac{1}{n} \sum_1^i \frac{C_{\text{ст}}^i}{C_{\text{доп}}^i}} \right) 100$$

Поскольку остальные вещества данной группы ЛПВ имеют более высокий эффект

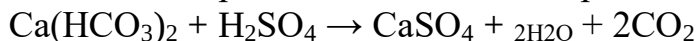
$$\sum_1 \frac{C_{\text{ст}}^i}{C_{\text{доп}}^i} \leq 1$$

очистки, то выражение будет всегда выполняться.

При сбросе в водоёмы сточных вод, содержащих растворённые кислоты или щелочи, наблюдается изменение щелочности и активной реакции воды водоёма.

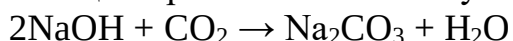
Поэтому при решении вопроса о спуске кислых или щелочных сточных вод необходимо учитывать нейтрализующую способность водоема. Вода водоемов содержит гидрокарбонаты кальция $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ и магния $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$, обуславливающие ее бикарбонатную жесткость. Кислоты, поступающие в водоем с производственными сточными водами, взаимодействуют с гидрокарбонатами (снижают щёлочность воды). При этом их содержание в воде уменьшается, а концентрация свободной угольной кислоты увеличивается.

Реакция нейтрализации в водоеме происходит по следующей схеме:



Поступление в водоем щелочных сточных вод приводит к их взаимодействию со свободным диоксидом углерода. При этом увеличивается щелочность воды.

Реакция протекает в этом случае по следующей схеме:



При сбросе в водоем кислых сточных вод, их следует нормировать по значению pH речной воды:

$$\text{pH}_{\Phi} = \text{pK}_1 + \lg \frac{\text{П}_p \text{ A } [\text{HCO}_3^-] - \text{П}_{\Phi} \text{ В}}{\text{П}_p \text{ A } \text{CO}_2/44 + \text{П}_{\Phi} \text{ В}} \geq 6,5$$

pK_1 - отрицательный логарифм первой константы диссоциации угольной кислоты;

$[\text{HCO}_3^-]$ - концентрация гидрокарбонатов, мг-экв/л;

CO_2 - концентрация диоксида углерода, мг/л;

$\text{A} = 1 + 10^{\text{pH}_{\Phi} - \text{pK}_1}$;

$\text{В} = [\text{HCO}_3^-] - \text{CO}_2/44 * 10^{\text{pH}_{\Phi} - \text{pK}_1}$;

П_p и П_{Φ} - кратности разбавления, расчётная и фактическая;

pH_{Φ} - pH речной воды в контрольном пункте при фактическом режиме.

При сбросе в водоем щелочных сточных вод также определяется значение pH речной воды:

$$pH_{\Phi} = pK_1 + \lg \frac{P_p A [HCO_3^-] - 0,273 P_{\Phi} B}{P_p A CO_2 / 44 - P_{\Phi} B} \leq 8,5$$

$A = 0,273 - 10^{pH_{\Phi} - pK_1}$;

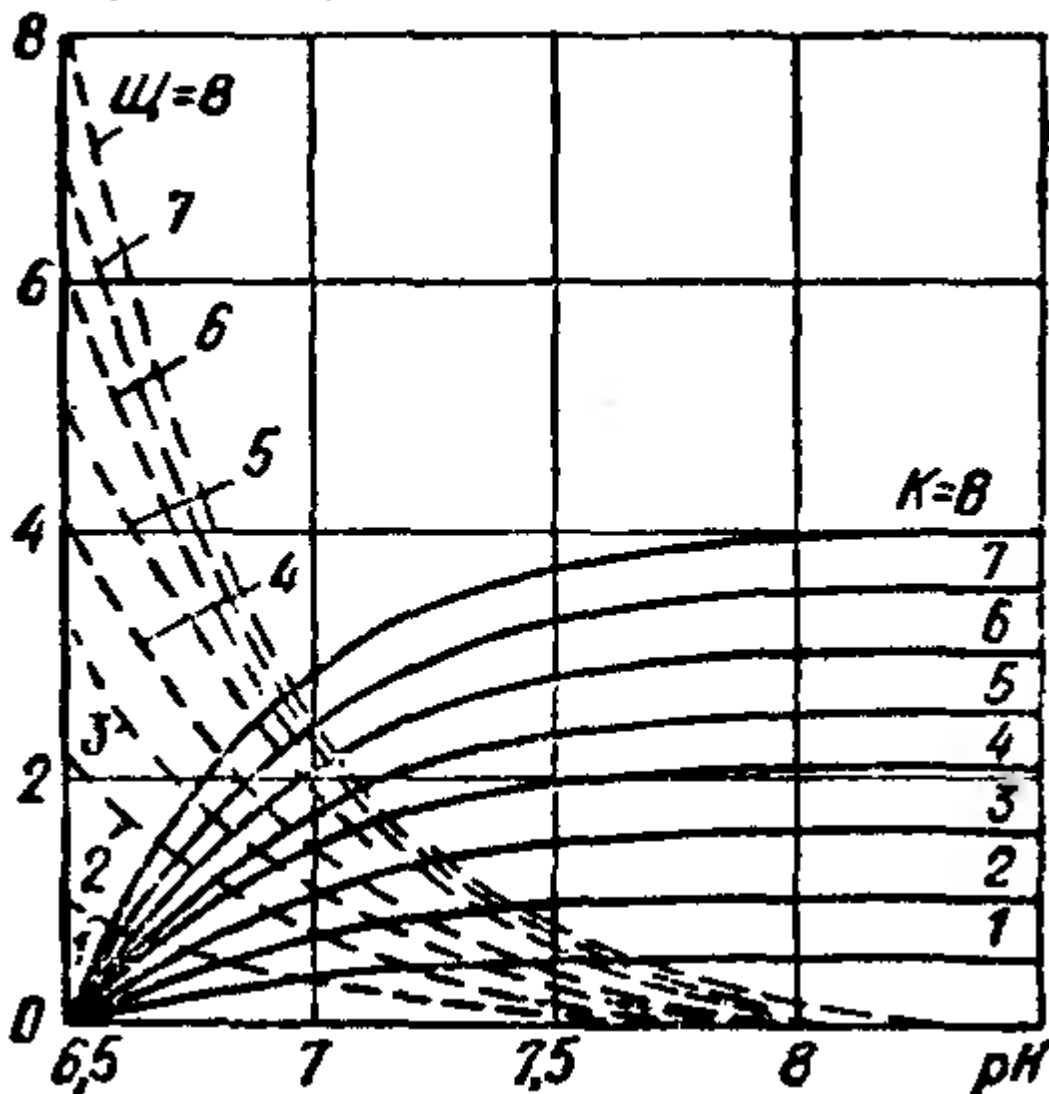
параметр В определяется так же, как и при сбросе кислых сточных вод.

Таким образом, при сбросе щелочных и кислых стоков необходимо, чтобы рН природной воды не выходила за пределы 6,5 – 8,5 (для водоёмов питьевого и культурно-бытового водопользования).

Для определения максимального содержания кислоты C_k или щелочи $C_{щ}$ допустимого при спуске вод в водоём, необходимы данные о рН и щелочности природной воды.

Для обеспечения точности вычисления содержаний C_k и $C_{щ}$ разработан графический метод расчёта по номограммам, где сплошные кривые используются при нахождении C_k , а штриховые – при определении $C_{щ}$.

$C_k; C_{щ}, \text{мг-экв/л}$



Количество кислот и щелочей, нейтрализуемых 1 л воды водоема, рассчитывается в мл 1 н. раствора.

Допустимое количество кислоты или щелочи в сточных водах в мг-экв/л из

условия разбавления их водой источника в n раз определяется по формулам:

$$C_{\text{доп.к}} = n - 1 \cdot C_{\text{к}}$$

$$C_{\text{доп.щ}} = n - 1 \cdot C_{\text{щ}}$$

Расчет производится в соответствии с санитарными требованиями, ограничивающими повышение летней температуры воды за счет поступающих в водоем сточных вод по формуле:

$$T_{\text{ст}} = \Delta T_{\text{доп}} \cdot \left(\frac{a \cdot Q}{q} + 1 \right) + T_{\text{р}}, ^\circ\text{C}$$

$T_{\text{ст}}$ – температура сточных вод, при которой соблюдается требование относительно температуры воды $t_{\text{рп}}$ в створе пункта водопользователя;

$T_{\text{р}}$ – максимальная температура воды в реке до (выше) места выпуска сточных вод;

$\Delta T_{\text{доп}}$ – допустимое повышение (не более чем на 3 °C) температуры воды водоема.

Расчёт на повышение температуры воды в источнике в месте сброса сточных вод производится исходя из условий, что температура воды летом (максимальная температура) не должна повышаться в месте выпуска сточных вод более чем на 3 °C.

Полученную по расчётам $T_{\text{ст}}$ сопоставляют с температурой исходных стоков и при необходимости намечают мероприятия по их охлаждению.

РЕЗУЛЬТАТЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ НЕОБХОДИМОЙ СТЕПЕНИ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД

Полученные данные оформить в предложенной табличной форме для удобства использования при выполнении следующей работы.

Необходимая степень очистки по взвешенным веществам, %	Э взв.в	
Допустимое содержание взвешенных веществ в сточных водах, выпускаемых в водоем, мг/л	m	
Необходимая степень очистки по БПКполн, %	Э БПК	
Продолжительность перемешивания воды от выпуска сточных вод до расчетного створа, сут	t	
Допустимая величина БПКполн при выпуске СВ в водоём, мг/л	L _{ст}	
Допустимая концентрация органического загрязнения сточных вод, обеспечивающая расхождение общего	L' _{ст}	

количества O ₂ в расчетном створе не ниже нормативного, мг/л		
Необходимая степень очистки по содержанию вредных веществ, %	Э вещ-ва	
Необходимая степень очистки по изменению pH	pHф	
Необходимая степень очистки по температуре воды водотока, °C	Tст	

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

1. Необходимая степень очистки по взвешенным веществам.
2. Необходимая степень очистки по БПКполн.
3. Необходимая степень очистки по изменению pH.
4. Необходимая степень очистки по температуре воды водотока.
5. Необходимая степень очистки по содержанию вредных веществ.
6. Допустимое содержание взвешенных веществ в сточных водах, выпускаемых в водоем.
7. Допустимая концентрация органического загрязнения сточных вод, обеспечивающая расходование общего количества O₂ в расчетном створе не ниже нормативного.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №6

«АЭРОБНАЯ И АНАЭРОБНАЯ ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД. МИКРООРГАНИЗМЫ АКТИВНОГО ИЛА»

Задания:

1. Охарактеризуйте основные виды естественной очистки сточных вод.
2. Составьте схему одноступенчатой очистки сточных вод.
3. Охарактеризуйте процесс микробной очистки в аэротенке.
4. Опишите структуру биоты активного ила и охарактеризуйте взаимоотношения между микроорганизмами, его составляющими.
5. Определите преимущества анаэробной очистки сточных вод.
6. Выполните следующую практическую работу.

Материалы и оборудование: предметные и покровные стекла, пипетки, световой микроскоп, проба активного ила.

Ход работы:

1. На предметное стекло нанесите 2–3 капли пробы активного ила, покройте покровным стеклом.
2. Проведите определение качественного состава микроорганизмов активного ила с помощью светового микроскопа.
3. Сделайте вывод о систематической принадлежности биоты активного ила.

Вопросы и задания для самоконтроля

1. Какие типы классификации сточных вод существуют?
2. Какие виды микроорганизмов часто встречаются в сточных водах?
3. Что такое биофильтр и для чего он предназначен?
4. Что представляют собой окситенки и в каких случаях они используются?

Темы для реферативных сообщений

1. Малые установки для локальных очистных сооружений.
2. Технологические схемы многостадийной биологической очистки сточных вод.
3. Анаэробные реакторы первого и второго поколения.
4. Факторы, влияющие на эффективность функционирования анаэробных реакторов.
5. Способы утилизации активного ила.
6. Биотопливо третьего поколения.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №7

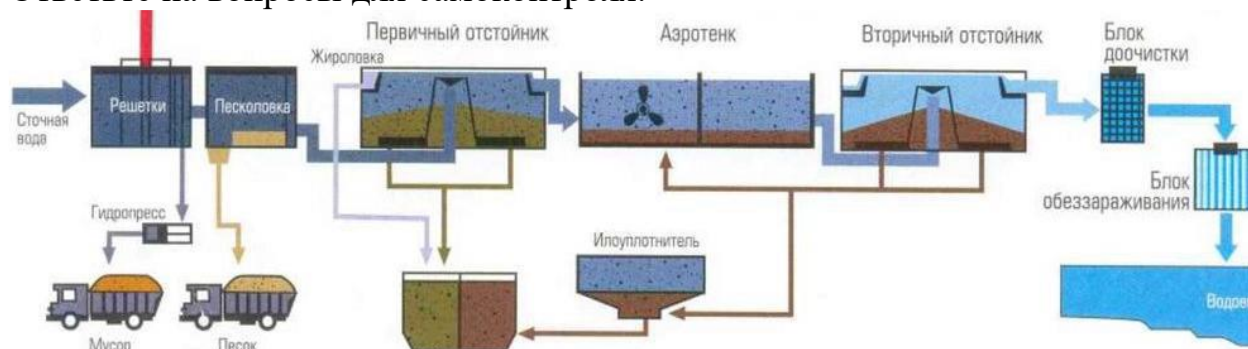
«РАЗРАБОТКА И ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД»

Цель работы: сформировать навыки составления технологических схем очистки сточных вод населенных пунктов, выбора оптимальных методов и сооружений.

Задание:

По исходным данным и результатам определения необходимой степени очистки сточных вод для выпуска в водоем (Практическая работа №6) с учетом приведенных в пособии рекомендаций разработайте технологическую схему очистки сточных вод населенного пункта (представляющих собой смесь бытовых и производственных сточных вод), обоснуйте выбор методов очистки и каждого сооружения. Блок обработки осадка в данной работе не рассматривать.

Ответьте на вопросы для самоконтроля.



КРИТЕРИИ ВЫБОРА МЕТОДОВ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД И ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОСТАВА СООРУЖЕНИЙ

Выбор методов очистки сточных вод и определение состава сооружений представляет собой сложную технико-экономическую задачу и зависят от многих факторов:

- расхода сточных вод и мощности водоема;
- расчета необходимой степени очистки;
- рельефа местности;
- характера грунтов;
- энергетических затрат и др. Расчет необходимой степени очистки показывает, какой эффект задержания загрязняющих веществ необходимо достичь на очистных сооружениях.

Технология обработки осадков, образующихся в процессах очистки, определяется в зависимости от их:

- свойств;
- объемов;
- наличия площадей.

ОСНОВНЫЕ БЛОКИ СТАНЦИЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ

Методы очистки сточных вод выбираются в зависимости от видов загрязнений

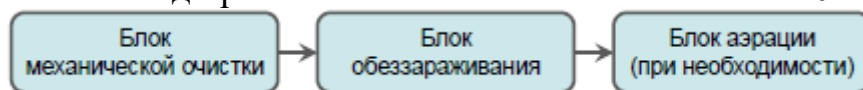
сточных вод, их исходной концентрации и необходимой степени очистки!

Станция очистки сточных вод населенных пунктов, представляющих собой смесь бытовых и производственных стоков, состоит, как правило, из пяти основных блоков:

- блок механической очистки – предназначен для удаления из сточных вод нерастворенных, органических и минеральных загрязнений при пропускании сточных вод через решетки, песколовки и отстойники;
- блок биологической очистки – предназначен для удаления органических загрязнений преимущественно в аэробных сооружениях – аэротенках или биофильтрах;
- блок обеззараживания – предназначен для дезинфекции сточных вод;
- блок аэрации – предназначен для обогащения сточных вод кислородом;
- блок обработки осадка – предназначен для обработки осадков очистных сооружений (в т.ч. избыточной биомассы).

РАЗРАБОТКА И ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА СХЕМЫ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД

Если при расчете необходимой степени очистки сточных вод (бытовых или смеси бытовых и производственных) концентрация взвешенных веществ должна быть снижена на 40-50%, а величина показателя БПК_{полн} – на 20-30%, то можно ограничиться механической очисткой и обеззараживанием. Расход сточных вод при такой схеме составляет не более 10 тыс. м³/сут.



При больших расходах сточных вод и требуемой степени очистки применяются схемы с механической, биологической очисткой сточных вод и обеззараживанием.



Физико-химическая очистка городских сточных вод применяется достаточно редко. При необходимости дополнительного насыщения очищенных сточных вод кислородом перед выпуском их в водный объект следует предусматривать специальные устройства: многоступенчатые водосливы-аэраторы или барботажные сооружения.

ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА СООРУЖЕНИЙ ДЛЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД НАСЕЛЕННОГО ПУНКТА

В состав блока механической очистки очистных сооружений населенного пункта могут входить следующие сооружения:

- решетки;
- песколовки;
- отстойники. В состав блока биологической очистки очистных сооружений населенного пункта могут входить следующие сооружения:
- аэротенки или биофильтры;
- вторичные отстойники. В состав блока обеззараживания очистных сооружений населенного пункта могут входить следующие сооружения (при

применении хлорирования):

- смеситель;
- контактный резервуар. В состав блока аэрации очистных сооружений населенного пункта могут входить следующие сооружения:
- водослив-аэратор или барботажные устройства.

ПРИЕМНАЯ КАМЕРА И РЕШЕТКИ

Приемная камера предназначена для приема сточных вод, поступающих на очистные сооружения, и гашения скорости потока.

Решетки предназначены для удаления из сточных вод крупных нерастворенных загрязнений.

Эффективное удаление крупноразмерных загрязнений из сточных вод при прохождении их через решетки, обеспечивает нормальную эксплуатацию песколовков, первичных отстойников, сооружений по обработке осадка, повышает качество очистки.

Допускается не предусматривать решетки в случае подачи сточных вод на станцию очистки насосами при установке перед насосами решёток с прозорами не более 16 мм или решёток-дробилок.

При этом длина напорного трубопровода не должна превышать 500 м и на насосных станциях должен предусматриваться вывод задержанных на решётке отбросов.

Существуют конструкции решеток, совмещенных с дробилками. Данные комбинированные аппараты называются – решетки-дробилки, в них уловленные решетками загрязнения дробятся под водой без извлечения на поверхность.

В настоящее время на ряду с решетками-дробилками широкое распространение получили ступенчатые самоочищающиеся решетки.

ПЕСКОЛОВКИ

Песколовки предназначены для выделения из сточных вод тяжелых минеральных примесей (главным образом песка) и устанавливаются перед отстойниками.

Работа песколовков основана на использовании гравитационных сил. Применение песколовков обусловлено тем, что при совместном выделении в отстойниках минеральных и органических примесей возникают значительные затруднения при удалении осадка из отстойников.

Песколовки следует предусматривать при расходе сточных вод более 100 м³/сутки.

ПЕРВИЧНЫЕ ОТСТОЙНИКИ

Отстойники предназначены для предварительного осветления сточной жидкости, поступающей на сооружения биологической очистки, от нерастворенных всплывающих или оседающих загрязнений.

Осаждение частиц происходит под действием сил тяжести во время медленного движения сточных вод в горизонтальном или вертикальном направлении. Сооружения осветления сточных вод рекомендуется применять на очистных сооружениях производительностью свыше 1000 м³/сут.

АЭРОТЕНКИ И БИОФИЛЬТРЫ

В учебной литературе рекомендуется в технологических схемах биологической очистки применять:

- биофильтры – при расходах сточных вод 10-20 тыс. м³/сут;
- аэротенки – при расходах от 50 тыс. до 2-3 млн. м³/сут.

При решении конкретных задач на практике при выборе сооружений биологической очистки не всегда руководствуются только расходами сточных вод. На многих очистных сооружениях небольшой мощности биологическая очистка сточных вод осуществляется в аэротенках.

Биофильтры насчитывают столетнюю историю использования их в качестве биологических окислителей. Но с конца 50-х годов XX столетия число строящихся станций биофильтрации в нашей стране по субъективным и объективным причинам стало уменьшаться.

В большинстве случаев биофильтры применялись на ОС небольшой производительности, где площадка сооружений очистки сточной воды была либо сформирована, либо максимально использовался природный рельеф местности с большим перепадом высот (косогор). Сточные воды, проходя сооружения механической очистки, поступали на биофильтры самотёком.

Эксплуатационные проблемы и ограничения при использовании биофильтров:

- необходимость проектирования и эксплуатации насосной станции для подачи сточных вод на биофильтры;
- на малых очистных сооружениях биофильтры желательно располагать в отапливаемом помещении;
- плохая приспособленность биофильтров к значительной неравномерности расхода сточной жидкости малых населенных пунктов;
- при значительных перерывах в орошении загрузочного материала биофильтров возможно высыхание биологической пленки, что приводит к снижению эффективности работы биофильтра;
- при использовании в схеме очистки сточных вод биофильтров дальнейшая модернизация очистных сооружений для глубокого удаления соединений азота (процессов нитри-денитрификации) будет весьма затруднительна. Из общего числа проектируемых и строящихся биологических окислителей на долю биофильтров приходится не более 10%. В настоящее время биофильтрам отдается предпочтение при наличии дешевых местных материалов и дефиците электроэнергии, а также в тяжелых грунтовых условиях и сейсмичных районах.

ВТОРИЧНЫЕ ОТСТОЙНИКИ

Вторичные отстойники являются составной частью сооружений биологической очистки, располагаются в технологической схеме непосредственно после биоокислителей. Эффективность осветления биологически очищенной воды во вторичных отстойниках определяет, как правило, конечный эффект очистки воды и эффективность работы сооружений.

СООРУЖЕНИЯ ДЛЯ ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ СТОЧНЫХ ВОД НАСЕЛЕННОГО ПУНКТА

Для эффективного обеззараживания сточных вод хлорсодержащими

реагентами необходимо предусмотреть на очистных сооружениях смеситель и контактный резервуар.

Смесители предназначены для обеспечения смешения сточных вод с дезинфектантом. Классификация смесителей:

- лоток Паршаля;
- ершовый смеситель;
- дырчатый смеситель.

Контактные резервуары предназначены для обеспечения контакта хлора со сточными водами в течение 30 мин при максимальном притоке сточных вод.

Резервуары проектируются как первичные отстойники, но без скребков и с ребристым днищем, в которых расположены перфорированные трубы для подачи промывной воды и аэраторы по бокам для подачи воздуха (схема представлена на рисунке). Число резервуаров должно быть не менее двух.

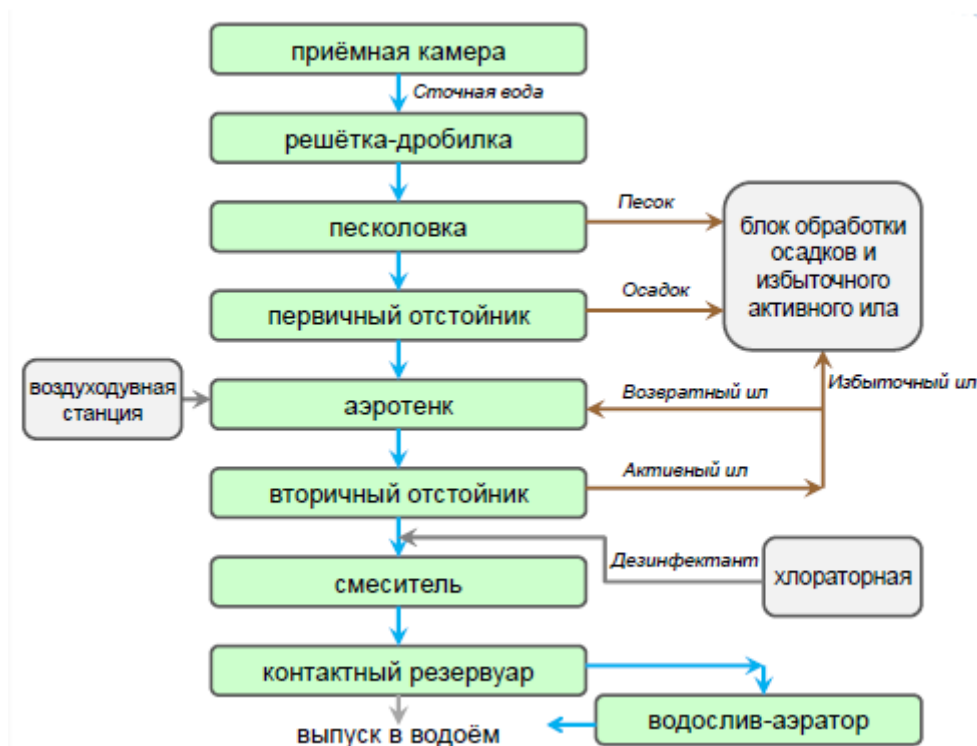
ВОДОСЛИВЫ-АЭРАТОРЫ

При необходимости дополнительного насыщения очищенных сточных вод кислородом перед выпуском их в водный объект следует предусматривать специальные устройства:

- многоступенчатые водосливы-аэраторы или быстотоки – при наличии перепада уровней между сооружениями станции очистки сточных вод и в водном объекте приёмнике очищаемых вод;
- барботажные сооружения – в остальных случаях.

На перепадах и водосливах естественное аэрирование воды происходит как за счет поглощения ею атмосферного воздуха, так и вследствие турбулентной диффузии кислорода из атмосферного воздуха в воду.

ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД



ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

- 1.Выбор методов очистки сточных вод населенного пункта.
- 2.Основные блоки очистных сооружений.
- 3.Назначение приёмной камеры.
- 4.Сооружения механической очистки сточных вод.
- 5.Сооружения биологической очистки сточных вод.
- 6.Сооружения блока обеззараживания.
- 7.Водосливы-аэраторы и быстротоки.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №8

«БИОРЕМЕДИАЦИЯ ПОЧВ»

Задания:

1. Охарактеризуйте методы очистки почв и перечислите преимущества биоремедиации.
2. Ознакомьтесь с алгоритмом обоснования ПДК вредных веществ в почве.
3. Ознакомьтесь с процедурой биологического тестирования почвы.
4. Обоснованно аргументируйте факторы, влияющие на выбор способа ремедиации почв.

Вопросы и задания для самоконтроля

1. Что такое биоремедиация почв и в каких случаях необходимо ее применение?
2. Что такое ремедиация почв *in situ*?
3. Каковы способы ремедиации почв *ex situ*?
4. В чем состоят преимущества и недостатки фиторемедиации?

Темы для реферативных сообщений

1. Биопрепараты для ликвидации нефтяных загрязнений.
2. Биопрепараты для рекультивации территорий и восстановления плодородия почв.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 9

«ПОЛУЧЕНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БИОРАЗЛАГАЕМЫХ БИОПОЛИМЕРОВ»

Задания:

1. Определите экологические проблемы, связанные с аккумуляцией в биосфере синтетических пластиков.
2. Ознакомьтесь с информацией оператора вторичных материальных ресурсов по сортировке изделий из синтетических полимеров, на основании которой заполните таблицу 1.

Таблица 1 – Синтетические полимеры

Обозначение полимера	В каких изделиях можно встретить	Использование после переработки

3. Аргументируйте перспективность использования биопластиков.

Темы для реферативных сообщений

1. Создание методами генетической инженерии штаммов микроорганизмов с повышенной способностью к деградации полимерных материалов.
2. Способы получения биопластика.
3. Биопластик в медицине.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**Методические рекомендации по организации самостоятельной работы
по дисциплине
ЭКОБИОТЕХНОЛОГИЯ**

Направление подготовки
Направленность (профиль)

19.03.01 Биотехнология
Промышленная биотехнология

Оглавление

<u>Введение</u>	94
<u>1 Общая характеристика самостоятельной работы специалиста при изучении дисциплины «Экобиотехнология»</u>	95
<u>2 План-график выполнения самостоятельной работы</u>	95
<u>3 Порядок выполнения самостоятельной работы студентом</u>	95
<u>3.1 Методические рекомендации по работе с учебной литературой</u>	95
<u>3.2 Методические рекомендации по подготовке к практическим занятиям</u>	97
<u>3.3 Методические рекомендации по самопроверке знаний</u>	97
<u>3.4 Методические рекомендации по написанию научных текстов (докладов, рефератов, научных статей и т.д.)</u>	98
<u>3.5 Методические рекомендации по подготовке к экзаменам и зачетам</u>	100
<u>4 Контроль самостоятельной работы студентов</u>	101
<u>Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины</u>	102

Введение

Самостоятельная работа - планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа студентов, выполняемая во внеаудиторное (аудиторное) время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия (при частичном непосредственном участии преподавателя, оставляющем ведущую роль за работой студентов).

Самостоятельная работа студентов (СРС) в ВУЗе является важным видом учебной и научной деятельности студента. Самостоятельная работа студентов играет значительную роль в рейтинговой технологии обучения.

К основным видам самостоятельной работы студентов относятся:

- формирование и усвоение содержания конспекта лекций на базе рекомендованной лектором учебной литературы, включая информационные образовательные ресурсы (электронные учебники, электронные библиотеки и др.);
- написание докладов;
- подготовка к семинарам, практическим и лабораторным работам, их оформление;
- составление аннотированного списка статей из соответствующих журналов по отраслям знаний (педагогических, психологических, методических и др.);
- выполнение учебно-исследовательских работ, проектная деятельность;
- подготовка практических разработок и рекомендаций по решению проблемной ситуации;
- выполнение домашних заданий в виде решения отдельных задач, проведения типовых расчетов, расчетно-компьютерных и индивидуальных работ по отдельным разделам содержания дисциплин и т.д.;
- компьютерный текущий самоконтроль и контроль успеваемости на базе электронных обучающих и аттестующих тестов;
- выполнение курсовых работ (проектов) в рамках дисциплин;
- выполнение выпускной квалификационной работы и др.

Методика организации самостоятельной работы студентов зависит от структуры, характера и особенностей изучаемой дисциплины, объема часов на ее изучение, вида заданий для самостоятельной работы студентов, индивидуальных качеств студентов и условий учебной деятельности.

Процесс организации самостоятельной работы студентов включает в себя следующие этапы:

- подготовительный (определение целей, составление программы, подготовка методического обеспечения, подготовка оборудования);
- основной (реализация программы, использование приемов поиска информации, усвоения, переработки, применения, передачи знаний, фиксирование результатов, самоорганизация процесса работы);
- заключительный (оценка значимости и анализ результатов, их систематизация, оценка эффективности программы и приемов работы, выводы о направлениях оптимизации труда).

1 Общая характеристика самостоятельной работы специалиста при изучении дисциплины «Экобиотехнология»

<i>Виды самостоятельной работы</i>	<i>Цели и задачи каждого вида самостоятельной работы</i>	<i>Формируемые данным видом деятельности компетенции</i>
Подготовка к собеседованию: темы 1-4	Цель: сформировать у студентов целостное, системное восприятие теоретических знаний по дисциплине «Основы экобиотехнологии» Задачи: Освоить методы экспериментальной оценки ущерба от деятельности предприятия; методы выбора рационального способа снижения воздействия на окружающую среду; методы экологического обеспечения производства. Научить решать производственные задачи, связанные с созданием и переработкой материалов с использованием моделирования объектов и процессов биотехнологии логично и последовательно обосновать принятие технологических решений с учетом требований биологической безопасности.	ИД-1 ПК-3

2 План-график выполнения самостоятельной работы

<i>№ п/п</i>	<i>№ темы</i>	<i>Задание</i>	<i>Итоговый продукт самостоятельной работы</i>	<i>Средства и технологии оценки</i>
1	Темы: 1-4	Подготовка к собеседованию по темам: 1-4	собеседование	собеседование
2	Темы: 1-4	Самостоятельное изучение источников и литературы по темам: 1-4	конспект	собеседование

3 Порядок выполнения самостоятельной работы студентом

3.1 Методические рекомендации по работе с учебной литературой

При работе с книгой необходимо подобрать литературу, научиться правильно ее читать, вести записи. Для подбора литературы в библиотеке используются алфавитный и систематический каталоги.

Важно помнить, что рациональные навыки работы с книгой - это всегда большая экономия времени и сил.

Правильный подбор учебников рекомендуется преподавателем, читающим лекционный курс. Необходимая литература может быть также указана в методических разработках по данному курсу.

Изучая материал по учебнику, следует переходить к следующему вопросу только после правильного уяснения предыдущего, описывая на бумаге все выкладки и вычисления (в том числе те, которые в учебнике опущены или на лекции даны для самостоятельного вывода).

При изучении любой дисциплины большую и важную роль играет самостоятельная индивидуальная работа.

Особое внимание следует обратить на определение основных понятий курса. Студент должен подробно разбирать примеры, которые поясняют такие определения, и уметь строить аналогичные примеры самостоятельно. Нужно добиваться точного представления о том, что изучаешь. Полезно составлять опорные конспекты. При изучении материала по учебнику полезно в тетради (на специально отведенных полях) дополнять конспект лекций. Там же следует отмечать вопросы, выделенные студентом для консультации с преподавателем.

Выводы, полученные в результате изучения, рекомендуется в конспекте выделять, чтобы они при перечитывании записей лучше запоминались.

Опыт показывает, что многим студентам помогает составление листа опорных сигналов, содержащего важнейшие и наиболее часто употребляемые формулы и понятия. Такой лист помогает запомнить формулы, основные положения лекции, а также может служить постоянным справочником для студента.

Чтение научного текста является частью познавательной деятельности. Ее цель – извлечение из текста необходимой информации. От того, насколько осознанно читающим собственная внутренняя установка при обращении к печатному слову (найти нужные сведения, усвоить информацию полностью или частично, критически проанализировать материал и т.п.) во многом зависит эффективность осуществляемого действия.

Выделяют **четыре основные установки в чтении научного текста**:

информационно-поисковый (задача – найти, выделить искомую информацию)

усваивающая (усилия читателя направлены на то, чтобы как можно полнее осознать и запомнить как сами сведения излагаемые автором, так и всю логику его рассуждений)

аналитико-критическая (читатель стремится критически осмыслить материал, проанализировав его, определив свое отношение к нему)

творческая (создает у читателя готовность в том или ином виде – как отправной пункт для своих рассуждений, как образ для действия по аналогии и т.п. – использовать суждения автора, ход его мыслей, результат наблюдения, разработанную методику, дополнить их, подвергнуть новой проверке).

Основные виды систематизированной записи прочитанного:

Аннотирование – предельно краткое связное описание просмотренной или прочитанной книги (статьи), ее содержания, источников, характера и назначения;

Планирование – краткая логическая организация текста, раскрывающая содержание и структуру изучаемого материала;

Тезирование – лаконичное воспроизведение основных утверждений автора без привлечения фактического материала;

Цитирование – дословное выписывание из текста выдержек, извлечений, наиболее существенно отражающих ту или иную мысль автора;

Конспектирование – краткое и последовательное изложение содержания прочитанного.

Конспект – сложный способ изложения содержания книги или статьи в логической последовательности. Конспект аккумулирует в себе предыдущие виды записи, позволяет всесторонне охватить содержание книги, статьи. Поэтому умение составлять план, тезисы, делать выписки и другие записи определяет и технологию составления конспекта.

Методические рекомендации по составлению конспекта:

1. Внимательно прочитайте текст. Уточните в справочной литературе непонятные слова. При записи не забудьте вынести справочные данные на поля конспекта;

2. Выделите главное, составьте план;

3. Кратко сформулируйте основные положения текста, отметьте аргументацию автора;

4. Законспектируйте материал, четко следуя пунктам плана. При конспектировании старайтесь выразить мысль своими словами. Записи следует вести четко, ясно.

5. Грамотно записывайте цитаты. Цитируя, учитывайте лаконичность, значимость мысли.

В тексте конспекта желательно приводить не только тезисные положения, но и их доказательства. При оформлении конспекта необходимо стремиться к емкости каждого предложения. Мысли автора книги следует излагать кратко, заботясь о стиле и выразительности написанного. Число дополнительных элементов конспекта должно быть логически обоснованным, записи должны распределяться в определенной последовательности, отвечающей логической структуре произведения. Для уточнения и дополнения необходимо оставлять поля.

Овладение навыками конспектирования требует от студента целеустремленности, повседневной самостоятельной работы.

3.2 Методические рекомендации по подготовке к практическим занятиям

Для того чтобы практические и лабораторные занятия приносили максимальную пользу, необходимо помнить, что упражнение и решение задач проводятся по вычитанному на лекциях материалу и связаны, как правило, с детальным разбором отдельных вопросов лекционного курса. Следует подчеркнуть, что только после усвоения лекционного материала с определенной точки зрения (а именно с той, с которой он излагается на лекциях) он будет закрепляться на практических занятиях как в результате обсуждения и анализа лекционного материала, так и с помощью решения проблемных ситуаций, задач. При этих условиях студент не только хорошо усвоит материал, но и научится применять его на практике, а также получит дополнительный стимул (и это очень важно) для активной проработки лекции.

При самостоятельном решении задач нужно обосновывать каждый этап решения, исходя из теоретических положений курса. Если студент видит несколько путей решения проблемы (задачи), то нужно сравнить их и выбрать самый рациональный. Полезно до начала вычислений составить краткий план решения проблемы (задачи). Решение проблемных задач или примеров следует излагать подробно, вычисления располагать в строгом порядке, отделяя вспомогательные вычисления от основных. Решения при необходимости нужно сопровождать комментариями, схемами, чертежами и рисунками.

Следует помнить, что решение каждой учебной задачи должно доводиться до окончательного логического ответа, которого требует условие, и по возможности с выводом. Полученный ответ следует проверить способами, вытекающими из существа данной задачи. Полезно также (если возможно) решать несколькими способами и сравнить полученные результаты. Решение задач данного типа нужно продолжать до приобретения твердых навыков в их решении.

3.3 Методические рекомендации по самопроверке знаний

После изучения определенной темы по записям в конспекте и учебнику, а также решения достаточного количества соответствующих задач на практических занятиях и самостоятельно студенту рекомендуется, провести самопроверку усвоенных знаний, ответив на контрольные вопросы по изученной теме.

В случае необходимости нужно еще раз внимательно разобраться в материале.

Иногда недостаточность усвоения того или иного вопроса выясняется только при изучении дальнейшего материала. В этом случае надо вернуться назад и повторить плохо усвоенный материал. Важный критерий усвоения теоретического материала - умение решать задачи или пройти тестирование по пройденному материалу. Однако следует помнить, что правильное решение задачи может получиться в результате применения механически заученных формул без понимания сущности теоретических положений.

3.4 Методические рекомендации по написанию научных текстов (докладов, рефератов, научных статей и т.д.)

Перед тем, как приступить к написанию научного текста, важно разобраться, какова истинная цель вашего научного текста - это поможет вам разумно распределить свои силы и время.

Во-первых, сначала нужно определиться с идеей научного текста, а для этого необходимо научиться либо относиться к разным явлениям и фактам несколько критически (своя идея – как иная точка зрения), либо научиться увлекаться какими-то известными идеями, которые нуждаются в доработке (идея – как оптимистическая позиция и направленность на дальнейшее совершенствование уже известного). Во-вторых, научиться организовывать свое время, ведь, как известно, свободное (от всяких глупостей) время – важнейшее условие настоящего творчества, для него наконец-то появляется время. Иногда именно на организацию такого времени уходит немалая часть сил и талантов.

Писать следует ясно и понятно, стараясь основные положения формулировать четко и недвусмысленно (чтобы и самому понятно было), а также стремясь структурировать свой текст. Каждый раз надо представлять, что ваш текст будет кто-то читать и ему захочется сориентироваться в нем, быстро находить ответы на интересующие вопросы (заодно представьте себя на месте такого человека). Понятно, что работа, написанная «сплошным текстом» (без заголовков, без выделения крупным шрифтом наиболее важных мест и т. п.), у культурного читателя должна вызывать брезгливость и даже жалость к автору (исключения составляют некоторые древние тексты, когда и жанр был иной и к текстам относились иначе, да и самих текстов было гораздо меньше – не то, что в эпоху «информационного взрыва» и соответствующего «информационного мусора»).

Объем текста и различные оформительские требования во многом зависят от принятых в конкретном учебном заведении порядков.

Реферат (доклад) - это самостоятельное исследование студентом определенной проблемы, комплекса взаимосвязанных вопросов.

Реферат не должен состояться из фрагментов статей, монографий, пособий. Кроме простого изложения фактов и цитат, в реферате должно проявляться авторское видение проблемы и ее решения.

Рассмотрим основные этапы подготовки реферата студентом.

Выполнение реферата начинается с выбора темы.

Затем студент приходит на первую консультацию к руководителю, которая предусматривает:

- обсуждение цели и задач работы, основных моментов избранной темы;
- консультирование по вопросам подбора литературы;
- составление предварительного плана.

Следующим этапом является работа с литературой. Необходимая литература подбирается студентом самостоятельно.

После подбора литературы целесообразно сделать рабочий вариант плана работы. В нем нужно выделить основные вопросы темы и параграфы, раскрывающие их содержание.

Составленный список литературы и предварительный вариант плана уточняются, согласуются на очередной консультации с руководителем.

Затем начинается следующий этап работы - изучение литературы. Только внимательно читая и конспектируя литературу, можно разобраться в основных вопросах темы и подготовиться к самостоятельному (авторскому) изложению содержания реферата. Конспектируя первоисточники, необходимо отразить основную идею автора и его позицию по исследуемому вопросу, выявить проблемы и наметить задачи для дальнейшего изучения данных проблем.

Систематизация и анализ изученной литературы по проблеме исследования позволяют студенту написать работу.

Рабочий вариант текста реферата предоставляется руководителю на проверку. На основе рабочего варианта текста руководитель вместе со студентом обсуждает возможности доработки текста, его оформление. После доработки реферат сдается на кафедру для его оценивания руководителем.

Требования к написанию реферата

Написание 1 реферата является обязательным условием выполнения плана СРС по любой дисциплине профессионального цикла.

Тема реферата может быть выбрана студентом из предложенных в рабочей программе или фонде оценочных средств дисциплины, либо определена самостоятельно, исходя из интересов студента (в рамках изучаемой дисциплины). Выбранную тему необходимо согласовать с преподавателем.

Реферат должен быть написан научным языком.

Объем реферата должен составлять 20-25 стр.

Структура реферата:

- Введение (не более 3-4 страниц). Во введении необходимо обосновать выбор темы, ее актуальность, очертить область исследования, объект исследования, основные цели и задачи исследования.

- Основная часть состоит из 2-3 разделов. В них раскрывается суть исследуемой проблемы, проводится обзор мировой литературы и источников Интернет по предмету исследования, в котором дается характеристика степени разработанности проблемы и авторская аналитическая оценка основных теоретических подходов к ее решению. Изложение материала не должно ограничиваться лишь описательным подходом к раскрытию выбранной темы. Оно также должно содержать собственное видение рассматриваемой проблемы и изложение собственной точки зрения на возможные пути ее решения.

- Заключение (1-2 страницы). В заключении кратко излагаются достигнутые при изучении проблемы цели, перспективы развития исследуемого вопроса

- Список использованной литературы (не меньше 10 источников), в алфавитном порядке, оформленный в соответствии с принятыми правилами. В список использованной литературы рекомендуется включать работы отечественных и зарубежных авторов, в том числе статьи, опубликованные в научных журналах в течение последних 3-х лет и ссылки на ресурсы сети Интернет.

- Приложение (при необходимости).

Требования к оформлению:

- текст с одной стороны листа;
- шрифт Times New Roman;
- кегль шрифта 14;
- межстрочное расстояние 1,5;
- поля: сверху 2,5 см, снизу – 2,5 см, слева - 3 см, справа 1,5 см;
- реферат должен быть представлен в сброшюрованном виде.

Порядок защиты реферата:

Защита реферата проводится на практических занятиях, после окончания работы студента над ним и исправления всех недочетов, выявленных преподавателем в ходе консультаций. На защиту реферата отводится 5-7 минут времени, в ходе которого студент должен показать свободное владение материалом по заявленной теме. При защите реферата приветствуется использование мультимедиа-презентации.

Оценка реферата

Реферат оценивается по следующим критериям:

- соблюдение требований к его оформлению;
- необходимость и достаточность для раскрытия темы приведенной в тексте реферата информации;
- умение студента свободно излагать основные идеи, отраженные в реферате;

- способность студента понять суть задаваемых преподавателем и сокурсниками вопросов и сформулировать точные ответы на них.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» выставляется студенту, если в докладе студент исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно излагает материал; свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний; использует для написания доклада современные научные материалы; анализирует полученную информацию; проявляет самостоятельность при написании доклада.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, если качество выполнения доклада достаточно высокое. Студент твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопросы по теме доклада.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если материал доклада излагается частично, но пробелы не носят существенного характера, студент допускает неточности и ошибки при защите доклада, дает недостаточно правильные формулировки, наблюдаются нарушения логической последовательности в изложении материала.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если он не подготовил доклад или допустил существенные ошибки. Студент неуверенно излагает материал доклада, не отвечает на вопросы преподавателя.

Описание шкалы оценивания

Максимально возможный балл за весь текущий контроль устанавливается равным 55. Текущее контрольное мероприятие считается сданным, если студент получил за него не менее 60% от установленного для этого контроля максимального балла. Рейтинговый балл, выставляемый студенту за текущее контрольное мероприятие, сданное студентом в установленные графиком контрольных мероприятий сроки, определяется следующим образом:

Уровень выполнения контрольного задания	Рейтинговый балл (в % от максимального балла за контрольное задание)
Отличный	100
Хороший	80
Удовлетворительный	60
Неудовлетворительный	0

3.5 Методические рекомендации по подготовке к экзаменам и зачетам

Изучение многих общепрофессиональных и специальных дисциплин завершается экзаменом. Подготовка к экзамену способствует закреплению, углублению и обобщению знаний, получаемых, в процессе обучения, а также применению их к решению практических задач. Готовясь к экзамену, студент ликвидирует имеющиеся пробелы в знаниях, углубляет, систематизирует и упорядочивает свои знания. На экзамене студент демонстрирует то, что он приобрел в процессе обучения по конкретной учебной дисциплине.

Экзаменационная сессия - это серия экзаменов, установленных учебным планом. Между экзаменами интервал 3-4 дня. Не следует думать, что 3-4 дня достаточно для успешной подготовки к экзаменам.

В эти 3-4 дня нужно систематизировать уже имеющиеся знания. На консультации перед экзаменом студентов познакомят с основными требованиями, ответят на возникшие у них вопросы. Поэтому посещение консультаций обязательно.

Требования к организации подготовки к экзаменам те же, что и при занятиях в течение семестра, но соблюдаться они должны более строго. Во-первых, очень важно соблюдение режима дня; сон не менее 8 часов в сутки, занятия заканчиваются не позднее, чем за 2-3 часа до сна. Оптимальное время занятий, особенно по математике - утренние и дневные часы. В перерывах между занятиями рекомендуются прогулки на свежем воздухе,

неутомительные занятия спортом. Во-вторых, наличие хороших собственных конспектов лекций. Даже в том случае, если была пропущена какая-либо лекция, необходимо вовремя ее восстановить (переписать ее на кафедре), обдумать, снять возникшие вопросы для того, чтобы запоминание материала было осознанным. В-третьих, при подготовке к экзаменам у студента должен быть хороший учебник или конспект литературы, прочитанной по указанию преподавателя в течение семестра. Здесь можно эффективно использовать листы опорных сигналов.

Вначале следует просмотреть весь материал по сдаваемой дисциплине, отметить для себя трудные вопросы. Обязательно в них разобраться. В заключение еще раз целесообразно повторить основные положения, используя при этом листы опорных сигналов.

Систематическая подготовка к занятиям в течение семестра позволит использовать время экзаменационной сессии для систематизации знаний.

Правила подготовки к зачетам и экзаменам:

- Лучше сразу сориентироваться во всем материале и обязательно расположить весь материал согласно экзаменационным вопросам (или вопросам, обсуждаемым на семинарах), эта работа может занять много времени, но все остальное – это уже технические детали (главное – это ориентировка в материале!).

- Сама подготовка связана не только с «запоминанием». Подготовка также предполагает и переосмысление материала, и даже рассмотрение альтернативных идей.

- Готовить «шпаргалки» полезно, но пользоваться ими рискованно. Главный смысл подготовки «шпаргалок» – это систематизация и оптимизация знаний по данному предмету, что само по себе прекрасно – это очень сложная и важная для студента работа, более сложная и важная, чем простое поглощение массы учебной информации. Если студент самостоятельно подготовил такие «шпаргалки», то, скорее всего, он и экзамены сдавать будет более уверенно, так как у него уже сформирована общая ориентировка в сложном материале.

- Как это ни парадоксально, но использование «шпаргалок» часто позволяет отвечающему студенту лучше демонстрировать свои познания (точнее – ориентировку в знаниях, что намного важнее знания «запомненного» и «тут же забытого» после сдачи экзамена).

- Сначала студент должен продемонстрировать, что он «усвоил» все, что требуется по программе обучения (или по программе данного преподавателя), и лишь после этого он вправе высказать иные, желательно аргументированные точки зрения.

4 Контроль самостоятельной работы студентов

Контроль самостоятельной работы проводится преподавателем в аудитории.

Предусмотрены следующие виды контроля: собеседование, оценка реферата, оценка презентации, оценка участия в круглом столе, оценка выполнения проекта.

Подробные критерии оценивания компетенций приведены в Фонде оценочных средств для проведения текущей и промежуточной аттестации.

Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Рекомендуемая литература:

Основная:

1. Третьякова Н.А. Основы общей и прикладной экологии [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н.А. Третьякова. – Электрон. текстовые данные. – Екатеринбург: Уральский федеральный университет, 2015. – 112 с. – 978-5-7996-1442-3. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/66565.html>
2. Биотехнология и микробиология анаэробной переработки органических коммунальных отходов [Электронный ресурс] : коллективная монография / — Электрон. текстовые данные. — Логос, Университетская книга, 2016. — 320 с. — 978-5-98699-166— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/70738.html>.

Дополнительная:

1. Тимурбекова А.К. Переработка отходов пищевой промышленности [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.К. Тимурбекова. – Электрон. текстовые данные. — Алматы: Нур-Принт, 2014. – 58 с. – 978-601-278-389-6. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/67123.html>
2. Василенко Т.А. Оценка воздействия на окружающую среду и экологическая экспертиза инженерных проектов [Электронный ресурс]: учебное пособие / Т.А. Василенко, С.В. Свергузова. – 978-5-9729-0173-9. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/69001.html>

Информационные ресурсы:

1. www.nlr.ru/ – Российская национальная библиотека.
2. <https://elibrary.ru/> – Научная электронная библиотека.
3. www.rsl.ru/ – Российская государственная библиотека.
4. aris.ru/ – аграрная Российская информационная система
5. <http://www.mshsk.ru/> – Официальный интернет-портал Министерства сельского хозяйства Ставропольского края
6. <http://window.edu.ru/> – единое окно доступа к образовательным ресурсам
7. <http://biblioclub.ru> – ЭБС «Университетская библиотека ONLINE»
8. [www.](#) Ошибка! Недопустимый объект гиперссылки.
9. www.promo.ecoindustry.ru
10. [www.](#) Ошибка! Недопустимый объект гиперссылки.