

**Методические материалы для обучающихся
по освоению дисциплины**

Основы токсикологии и экологическое нормирование

наименование дисциплины

Направление подготовки: 20.03.01 Техносферная безопасность
код и наименование направления подготовки / специальности

Направленность (профиль): «Экологическая безопасность предприятия»
наименование направленности (профиля) / специализации

Составитель – Васильева Ж.В., канд.техн.наук, зав. кафедры техносферной безопасности ФГАОУ ВО «МГТУ»

Методические материалы для обучающихся по освоению дисциплины «Основы токсикологии и экологическое нормирование» рассмотрены и одобрены на заседании кафедры ТБ «23» мая 2022г., протокол № 8.

Общие положения

Цель методических материалов по освоению дисциплины - обеспечить обучающемуся оптимальную организацию процесса изучения дисциплины, а также выполнения различных форм самостоятельной работы.

Освоение дисциплины осуществляется на аудиторных занятиях и в процессе самостоятельной работы обучающихся. Основными видами аудиторной работы по дисциплине являются занятия лекционного и семинарского типа. Конкретные формы аудиторной работы обучающихся представлены в учебном плане образовательной программы и в рабочих программах дисциплин.

Изучение рекомендуется начать с ознакомления с рабочей программой дисциплины (модуля), ее структурой и содержанием, фондом оценочных средств.

Работая с рабочей программой, необходимо обратить внимание на следующее:

- некоторые разделы или темы дисциплины не разбираются на лекциях, а выносятся на самостоятельное изучение по рекомендуемому перечню основной и дополнительной литературы и учебно-методическим разработкам;

- усвоение теоретических положений, методик, расчетных формул, входящих в самостоятельно изучаемые темы дисциплины, необходимо самостоятельно контролировать с помощью вопросов для самоконтроля;

- содержание тем, вынесенных на самостоятельное изучение, в обязательном порядке входит составной частью в темы текущего контроля и промежуточной аттестации.

Каждая рабочая программа по дисциплине сопровождается методическими материалами по ее освоению.

Отдельные учебно-методические разработки по дисциплине учебные пособия или конспекты лекций, методические рекомендации по выполнению лабораторных работ и решению задач и т.п. размещены в ЭИОС МГТУ.

Обучающимся рекомендуется получить в библиотеке МГТУ учебную литературу, необходимую для работы на всех видах аудиторных занятий, а также для самостоятельной работы по изучению дисциплины.

Виды учебной работы, сроки их выполнения, запланированные по дисциплине, а также система оценивания результатов, зафиксированы в технологической карте дисциплины:

Таблица 1 -Технологическая карта текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине «Основы токсикологии и экологическое нормирование» (промежуточная аттестация - экзамен)

№	Контрольные точки	Зачетное количество баллов		График прохождения (недели сдачи)
		min	max	
Текущий контроль				
1.	Практические занятия/семинары	22	30	По расписанию
2.	Посещение и работа на лекциях	22	30	По расписанию
3.	РГР	16	20	По расписанию
	ИТОГО	min -60	max - 80	
Промежуточная аттестация				
	Экзамен	min – 10	max - 20	
	ИТОГОВЫЕ БАЛЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	min - 70	max - 100	

Работа по изучению дисциплины должна носить систематический характер. Для успешного усвоения теоретического материала по предлагаемой дисциплине необходимо регулярно посещать лекции, активно работать на учебных занятиях, выполнять письменные работы по заданию

преподавателя, перечитывать лекционный материал, значительное внимание уделять самостоятельному изучению дисциплины.

Важным условием успешного освоения дисциплины является создание самим обучающимся системы правильной организации труда, позволяющей распределить учебную нагрузку равномерно в соответствии с календарным учебным графиком.

1. Методические рекомендации при работе на занятиях лекционного типа

К занятиям **лекционного типа** относятся лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем.

Лекция представляет собой последовательное изложение преподавателем учебного материала, как правило, теоретического характера. Цель лекционного занятия – организация целенаправленной познавательной деятельности обучающихся по овладению программным материалом учебной дисциплины.

В ряде случаев лекция выполняет функцию основного источника информации, например, при отсутствии учебников и учебных пособий; в случае, когда новые научные данные по той или иной теме не нашли отражения в учебниках; отдельные разделы и темы очень сложные для самостоятельного изучения обучающимися.

В ходе проведения занятий лекционного типа необходимо вести конспектирование излагаемого преподавателем материала.

Наиболее точно и подробно в ходе лекции записываются следующие аспекты: название лекции; план; источники информации по теме; понятия, определения; основные формулы; схемы; принципы; методы; законы; гипотезы; оценки; выводы и практические рекомендации.

Конспект - это не точная запись текста лекции, а запись смысла, сути учебной информации. Конспект пишется для последующего чтения и это значит, что формы записи следует делать такими, чтобы их можно было легко и быстро прочитать спустя некоторое время. Конспект должен облегчать понимание и запоминание учебной информации.

Рекомендуется задавать лектору уточняющие вопросы с целью углубления теоретических положений, разрешения противоречивых ситуаций. При подготовке к занятиям семинарского типа, можно дорабатывать свой конспект лекции, делая в нем соответствующие записи из изученной литературы, указанной в рабочей программе дисциплины.

Тематика лекций дается в рабочей программе дисциплины.

2. Методические рекомендации по подготовке и работе на практических занятиях

Практическое занятие - это форма организации учебного процесса, предполагающая выполнение студентами по заданию и под руководством преподавателя одной или нескольких практических работ. И если на лекции основное внимание студентов сосредоточивается на разъяснении теории конкретной учебной дисциплины, то практические занятия служат для обучения методам ее применения. Главной их целью является усвоение метода использования теории, приобретение практических умений, необходимых для изучения последующих дисциплин.

Подготовку к практическому занятию лучше начинать сразу же после лекции по данной теме или консультации преподавателя. Необходимо подобрать литературу, которая рекомендована для подготовки к занятию и просмотреть ее. Любая теоретическая проблема должна быть осмыслена студентом с точки зрения ее связи с реальной жизнью и возможностью реализации на практике.

Общей целью практических занятий является закрепление теоретических знаний и навыков самостоятельной работы, полученных в процессе обучения по данной дисциплине.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №1

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ОЖИДАЕМЫХ ЭКОТОКСИКАНТОВ (ЗАГРЯЗНИТЕЛЕЙ БИОСФЕРЫ)

Теоретические сведения:

Исторически токсикология – наука о ядах. Возраст токсикологии, как науки об отравлениях и считается тысячелетиями. По мере развития промышленности, энергетики и сельского хозяйства, основанных на массовом использовании нефти, металлов, химических соединений, радионуклидов токсикология все больше становится наукой, рассматривающей вредные повреждающие воздействия на организм человека и природные экосистемы химических факторов среды.

Начиная с первой половины XX века промышленность и сельское хозяйство начинают использовать вещества, оказывающие острое повреждающее воздействие на здоровье человека и природные экосистемы. Начиная со второй половины XX века человек начинает массово использовать специфические токсиканты – пестициды и ядерную энергию, т.о. токсикология все больше превращается в экотоксикологию.

По оценке ВОЗ из более, чем 6 млн. известных химических соединений практически используется около 500 тыс. Из них около 40 тыс. обладают вредными свойствами, а 12 тыс. являются токсичными.

По данным “Toxity Testing” US Natural Research Council из 12860 веществ при объеме их производства более 500 т/год для 78% нет никакой информации об экологических и токсикологических аспектах проявления их свойств, как результат – такие проявления, как болезни Минамата, Итай-Итай и др., массовые аллергии, интоксикации, повреждения почвы, водоемов.

Основными источниками загрязнений в настоящее время являются:

Горнодобывающая промышленность.

В начале 80-х годов на планете добывали 10^{11} т / год различных руд. При этом в биосферу попадало $200 * 10^6$ т CO_2 , 146 т SO_2 , $53 * 10^6$ т NO_x и др. соединения. В отвалы выбрасывается 12 – 15 % руд черных и цветных металлов. Плановые потери каменного угля составляют 40 %, нефти – 56 %. При добыче полиметаллических руд обычно извлекают 1 – 2 металла, остальные идут в отвалы. При добыче калийных солей и слюды в отвале остается до 80 % сырья. В XXI веке объем добычи полезных ископаемых достиг $650 * 10^9$ т. Основные компоненты загрязнения: тяжелые металлы, радионуклиды.

Металлургическая и металлообрабатывающая промышленность.

Производство чугуна и стали только в России сопровождается образованием $70 * 10^6$ т шлаков из которых используется только 50 %. Metallургические шлаки – силикатные системы с различным содержанием железа, тяжелых металлов, мышьяка, сурьмы и др. примесей, попадающих в среду. В стоках цветной металлургии: соли тяж. металлов, цианиды, сульфиды, сероводород, мышьяк. Выброс SO_2 при агломерировании составляет 190 г на тонну руды.

Теплоэнергетика.

Сжигание 1 т мазута образует 50 кг SO_2 , 1 кг NO_2 , 1 кг золы.

В составе газо-воздушных выбросов в атмосферу поступают тяжелые металлы, радионуклиды.

Атомная энергетика.

В 1998 г. в 30 странах эксплуатировали 437 реакторов. Доля АЭС в энергетике будет возрастать. Франция – 75% энергии вырабатывается на АЭС, аналогично – в Японии. Наиболее опасными стадиями ядерно-топливного цикла для поступления радионуклидов в биосферу являются обогащение, удаление и хранение отходов, и особенно – перегрузка реакторов и транспорт делящихся материалов. Основные массовые радионуклиды Sr 90 и Cs137 – химические аналоги Ca и K, соответственно, поэтому чрезвычайно быстро поглощаются биологическими тканями.

Химическая промышленность.

Предприятия химической промышленности являются источниками менее крупнотоннажных, но значительно более токсичных стоков и выбросов. Это органические растворители, амины, альдегиды, хлор, оксиды азота, цианиды, фториды, мышьяк, соединения фосфора, ртуть,

При сернокислотном производстве происходит выброс больших объемов SO₂ и др. соединений серы. Заводы азотных удобрений выбрасывают в сутки до 2-5 т оксидов азота. Потсавщиком хлора в атмосферу являются предприятия по производству пестицидов, органических красителей, соды, соляной и уксусной кислот. Производство фосфорных удобрений приводит к выбросам фтора. Стоки химических предприятий содержат кислоты и щелочи. Особенно опасны стоки ЦБК. В стоках одного ЦБК может содержаться столько же органики, как в стоках города населением 2,5 млн. человек. Причем это трудноразлагаемая токсичная органика – фенолы, лигнин. Опасны стоки заводов искусственного волокна, коксохимических предприятий, которые содержат смолы, фенолы, меркаптаны, органические кислоты, альдегиды, спирты, красители.

Добыча, транспорт и переработка нефти.

В мире ежегодно добывается около 4 млрд. т сырой нефти. При добыче, транспортировке и переработке планово теряется 50 млн. т нефти и нефтепродуктов. Объем выбросов SO₂ на нефтеперерабатывающем заводе составляет 219 млн. т. Особую опасность представляют аварийные выбросы. Выброс газового облака. Содержащего метилизоцианат на нефтеперерабатывающем заводе в Бхопале (Индия) привел к гибели 5 000 человек и потери зрения и психическим расстройствам у 200 000 человек.

Нефть – одно из самых опасных загрязняющих веществ для гидросферы, т.к. 1/3 ее добывается на шельфе. При морских перевозках в океан попадает 1,83 * 10⁶ т нефти ежегодно.

Опасны залповые загрязнения вод шельфа при авариях танкеров. Они происходят вблизи мелководий – самой продуктивной зоны океана.

Автотранспорт.

1900 г. – 6000 автомобилей, XXI – 500 * 10⁶. Загрязнение атмосферы, гидросферы, почвы. Компоненты: CO, углеводороды, окислы азота, соединения серы, зола, свинец, альдегиды, бенз(а)пирен. До 90% всего свинца в атмосфере – из выхлопных газов. Общий выброс нефтепродуктов мировым автопарком составляет 2.1 – 2. * 10⁶ т/год.

Сельское хозяйство.

Внесение минеральных удобрений – причина поступления в почву и гидросферу избыточных количеств соединений азота и фосфора, как результат – эвтрофирование водоемов. С удобрениями вносятся (как примеси) галогены, Sr90, мышьяк. В практике земледелия бесполезно теряется 30 – 50 % всех вносимых удобрений.

Применение пестицидов оказывает опасный токсикологический эффект на экосистемы и здоровье человека. Пестициды – вещества, используемые при возделывании, уборке, хранении сельхозпродукции, для борьбы с вредителями, сорняками, микрофлорой. Мировое производство составляет 2 * 10⁶ т, ассортимент более 100 000 наименований на основе 700 химических веществ. Пестициды – химические стойкие, высокотоксичные соединения, опасные прежде всего для теплокровных. Накапливаются в почве, мигрируют и накапливаются в трофических цепочках.

Жилищно-коммунальное хозяйство.

100 лет назад только 5 % населения Земли жило в городах и всего 2 % - в городах с населением более 100 000 человек. Сегодня примерно 1/3 населения Земли живет в городах, а в развитых странах городское население составляет 75 – 80 % от населения страны. Городское население сейчас растет примерно вдвое быстрее, чем население Земли в целом. В России городское население составляет 70 – 75 %.

Задания для выполнения

Задание 1: Необходимо провести оценку экотоксикологического состояния лесной местности. Местность окружена промышленными объектами, которые указаны в таблице 1. Составить список ожидаемых загрязнителей почвы.

Таблица 1

№ варианта	Промышленный объект	Расстояние до объекта, км
a	Тепловая электрическая станция	10
b	Атомная электрическая станция	7
c	Медеплавильный комбинат	10
d	Сталеплавильный комбинат	7
e	Завод железобетонных конструкций	3

Задание 2: Необходимо провести оценку экологического состояния лесного озера. Озеро окружено объектами, которые указаны в таблице 6. Составить список ожидаемых загрязнителей водоема.

Таблица 2

№ варианта	Промышленный объект	Расстояние до объекта, км
a	Нефтепровод	0,5
b	Поля, обработанные пестицидами	8
c	Тепловая электростанция, работающая: на угле	10
d		на природном газе
e	Поля, обработанные органическими удобрениями	0,3

Задание 3: Необходимо провести оценку экотоксикологического состояния сельскохозяйственного поля. Поле окружено объектами, указанными в таблице 3. Составить список ожидаемых загрязнителей почвы и их контролируемых параметров.

Таблица 3

№ варианта	Промышленный объект	Расстояние до объекта, км
a	Сталеплавильный комбинат	7
b	На поле внесены фосфорные удобрения	0
c	Завод железобетонных конструкций	3
d	На поле внесены азотные удобрения	0
e	Чугонолитейный завод	6

Задание 4: Необходимо провести оценку экотоксикологического состояния воздуха. Местность окружена промышленными объектами, которые указаны в таблице 4. Составить список ожидаемых загрязнителей воздуха.

Таблица 4

№ варианта	Промышленный объект	Расстояние до объекта, км
a	Тепловая электрическая станция	10
b	Атомная электрическая станция	7
c	Медеплавильный комбинат	10
d	Сталеплавильный комбинат	7
e	Завод железобетонных конструкций	3

Задание 5: На сельскохозяйственном поле обнаружен загрязнитель: а) Cr; б) Br; в) As; г) Hg; д) Mn. На поле год назад вносились органические удобрения. Рядом расположены: тепловая электростанция, медеплавильный комбинат и чугунолитейный завод. Назвать предполагаемый источник загрязнения поля.

Задание 6: В почве поля на глубине 5 см обнаружено повышенное содержание: а) Sr-90; б) U-238; в) F; г) Fe; д) Zn. На поле вносились органические и минеральные удобрения. Рядом расположены: предприятие цветной металлургии, атомная электростанция, нефтепровод. Перечислить предполагаемые источники загрязнения.

Задание 7: В воздухе над полем обнаружено повышенное содержание:

а) SO₂; б) NO₂; в) NO; г) паров Pb; д) CO. На поле вносились азотные удобрения. Рядом с полем проходит автострада, находятся тепловая электростанция и предприятие цветной металлургии. Назвать предполагаемые источники загрязнения воздуха.

Методические указания:

Для выполнения расчетов и формулирования выводов студенты могут прибегнуть к помощи таблиц 8-9 в приложении.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №2

ВОЗДЕЙСТВИЕ ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ НА ПОПУЛЯЦИИ И ЭКОСИСТЕМЫ

Методические указания

Занятие проводится в виде семинара. Семинар это один из основных видов учебных практических занятий, состоящий в обсуждении обучающимися сообщений, докладов, рефератов, выполненных ими по результатам учебных исследований под руководством преподавателей. Для обсуждения предложенных вопросов, студенту необходимо опираться на полученные знания на лекциях и в процессе самостоятельной работы. Студенты вместе с преподавателем обсуждают нижеприведенные темы докладов, выполненных ими по результатам самостоятельной работы по предложенным тематиками.

Материал по предложенным для обсуждения темам студенты могут найти в предложенных литературных источниках и в Интернете. В процессе дискуссий происходит закрепление теоретических знаний по теме и формируется понимание специфики рассматриваемых вопросов.

Темы к обсуждению:

1. Физиологические, биохимические и экологические эффекты биогенных элементов.
2. Основные неорганические токсиканты.
3. Кислоты щелочи, галогены.
4. Тяжелые металлы как супертоксиканты.
5. Основные органические токсиканты.
6. Особенности токсикологического действия пестицидов.
7. Токсикологические эффекты нефтяного загрязнения.
8. Фенолы как токсиканты.
9. Диоксины, диоксиноподобные вещества. Экофизиологические аспекты их влияния на организм.
10. Особенности экотоксикологического действия пестицидов.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №3

ТОКСИКАНТЫ И ИХ СПЕЦИФИЧЕСКИЕ БИОГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ

Теоретические сведения:

Токсиканты – вещества или соединения, способные оказывать ядовитое действие на живые организмы. В зависимости от характера воздействия и степени проявления токсичности, т. е. способности этих веществ оказывать вредное воздействие на живые организмы, они классифицируются на две большие группы: токсичные и потенциально токсичные.

По химической природе вредные вещества, или токсиканты, бывают неорганического происхождения (кадмий, ртуть, свинец, мышьяк, никель, бор, марганец, селен, хром, цинк и др.) и органического (нитразосоединения, фенолы, амины, нефтепродукты, поверхностно-активные вещества, пестициды, формальдегид, бенз(а)пирен и др.). Существует классификация опасности

различных химических веществ, попадающих в окружающую среду. В зависимости от степени токсикологического воздействия химические вещества подразделяют на три класса (табл. 1).

Таблица 1.

Классы опасности различных токсикантов, попадающих в почву из выбросов, сбросов, отходов

Класс опасности	Токсикант
I	Мышьяк, кадмий, ртуть, селен, свинец, цинк, фтор, бенза(а)пирен
II	Бор, кобальт, никель, молибден, медь, сурьма, хром
III	Барий, ванадий, вольфрам, марганец, стронций и др.

Наиболее приоритетными для химико-токсикологического анализа являются тяжелые металлы (свинец, ртуть, кадмий, медь, никель, кобальт, цинк), обладающие высокой токсичностью и миграционной способностью.

Поведение этих токсикантов в различных природных средах обусловлено специфичностью их основных биогеохимических свойств: комплексообразующей способностью, подвижностью, биохимической активностью, минеральной и органической формами распространения, склонностью к гидролизу, растворимостью, эффективностью накопления [33]. По характеру взаимодействия с различными лигандами тяжелые металлы считаются промежуточными акцепторами между жесткими и мягкими кислотами [23]. В первом случае для них характерны низкие поляризуемость и электроотрицательность, высокая степень окисления и образование ионных связей, во втором – образование преимущественно ковалентных связей.

Определенная аналогия биогеохимических свойств некоторых тяжелых металлов позволила сгруппировать эти элементы и выявить общие закономерности их токсикологического воздействия на окружающую среду (табл. 2).

Т а б л и ц а 3.6. Основные биогеохимические свойства тяжелых металлов

Свойства	Co	Ni	Cu	Zn	Cd	Hg	Pb
Биохимическая активность	—	В	В	В	В	В	В
Токсичность	У	У	У	У	В	В	В
Канцерогенность	В	В	—	—	—	—	—
Обогащение глобальных аэрозолей	Н	Н	В	В	В	В	В
Минеральная форма распространения	В	Н	Н	Н	В	В	В
Органическая форма распространения	Н	Н	У	У	В	В	В
Подвижность	Н	Н	У	У	В	В	В
Тенденция к биоконцентрированию	В	В	У	У	В	В	В
Эффективность накопления	У	У	В	В	В	В	В
Комплексообразующая способность	Н	Н	В	В	У	У	Н
Склонность к гидролизу	Н	У	В	В	У	У	У
Растворимость	Н	Н	В	В	В	В	В
Время жизни	В	В	В	В	Н	Н	Н

Примечания: В– высокая, У – умеренная, Н – низкая.

Так, например, медь и цинк характеризуются как наибольшей химической активностью, позволяющей считать их хорошими индикаторами терригенного стока, седиментации, так и высокой эффективностью накопления в водорослях и планктоне, что определяет их особую значимость для биоты [38]. Они являются главными составляющими многих металлоферментов, участвующих в природной селекции аэробных клеток, в окислительно-восстановительных процессах тканей, иммунной реакции, стабилизации рибосом и мембран клеток [43].

Никель и кобальт – биологически активные и канцерогенные. Сравнительно малая подвижность этих элементов обуславливает их достаточно равномерное распределение в природных средах.

Геохимические особенности свинца – малая подвижность и непродолжительное время жизни в атмосфере и фазе раствора природных вод. В поверхностных водах оно составляет несколько лет, а в глубинных – до 100 лет [7].

По химическим свойствам и специфике поведения в различных природных средах кадмий имеет определенную аналогию с цинком. Высокая токсичность и растворимость этого элемента обусловлены большим сродством к SH-группам [4]. В отличие от ртути сродство кадмия к кислороду выражено менее ярко, что объясняет образование его достаточно неустойчивых металлоорганических соединений и определенную инертность в окислительно-восстановительных реакциях. Кадмий склонен к активному биоаккумуляции, что приводит в довольно короткое время к его накоплению в избыточных биодоступных концентрациях. Поэтому кадмий по сравнению с другими тяжелыми металлами является наиболее сильным токсикантом почв ($Cd > Ni > Си > Zn$) [24].

Ртуть – самый токсичный элемент в природных экосистемах. По токсикологическим свойствам соединения ртути классифицируются на следующие группы: элементная ртуть, неорганические соединения, алкилртутные (метил- и этил-) соединения с короткой цепью и другие ртутьорганические соединения, а также комплексные соединения ртути с гумусовыми кислотами [5]. Из этих соединений ртути наиболее токсичны для человека и биоты ртутьорганические соединения. Их доля в речных водах составляет 46% от общего содержания, в донных отложениях – до 6%, в рыбах – до 80–95%. Как неорганические, так и органические соединения ртути высокорастворимы.

Степень загрязнения окружающей среды токсикантами во многом определяется их химически активными миграционными формами и механизмом миграции. *Миграция элементов* – это перенос и перераспределение химических элементов в земной коре и на поверхности Земли.

Вовлечение химических элементов в циклы техногенной миграции характеризует ряд показателей. Среди них следует отметить *технофильность элемента* (T_x). По определению А.И.Перельмана (1972), этот показатель фиксирует соотношение и связи между использованием химического элемента человечеством и распространенностью в земной коре (*кларк в литосфере*). Критерием использования выбрана величина его добычи.

Технофильность рассчитывается по формуле:

$$T_x = D / K,$$

где D – ежегодная добыча этого элемента (в тоннах), K – его кларк в литосфере.

Таким образом, этот показатель характеризует добычу элемента в единицах кларков. Технофильность можно рассчитывать для отдельной страны, группы стран, всего мира. Естественно, она очень динамична. Рост технофильности свидетельствует об увеличении интенсивности вовлечения изучаемого элемента в техногенную миграцию по сравнению с другими (если сравнивается технофильность разных элементов) или в координате времени (если сравнивается технофильность одного и того же элемента в разные периоды). В настоящее время наиболее технофильным элементом является C , что отражает огромную важность энергии; наименее технофильны Y , Ga , Cs , Th .

Технофильность элементов колеблется в миллионы раз, в то время как контрасты кларков составляют миллиарды. Следовательно, техногенез ведет к уменьшению геохимической контрастности ноосферы (по сравнению с биосферой и земной корой). При техногенезе накапливаются наиболее технофильные элементы: человечество «перекачивает» на земную поверхность из глубин элементы рудных месторождений. В результате по сравнению с природным культурный ландшафт обогащается Pb , Hg , Cu , Sn , Sb и другими элементами.

Другой аспект связан с оценкой степени опасности элементов, вовлекаемых при техногенезе в природную среду, для живого вещества в биосфере. Для её количественной характеристики М.А.Глазковской (1976) введено понятие о *деструкционной активности элементов техногенеза* (D_x). Этот показатель рассчитывается по формуле:

$$D_x = T_x / B_x,$$

где T_x и B_x – технофильность и биофильность (кларк концентрации в живом веществе) химического элемента. Этот показатель, так же, как и технофильность, непостоянен во времени и может расти с увеличением добычи элемента. Чем больше технофильность элемента и меньше его биофильность, т.е., чем больше величина деструкционной активности, тем опаснее он для живого вещества. В настоящее время максимальной D отличается ртуть; к элементам с очень слабой D относятся такие биофилы, как кальций, магний, калий.

Задания для выполнения

Исходные материалы. Для выполнения работы студентам предоставляются данные о величине ежегодной мировой добычи, кларке литосферы и биофильности 10-ти элементов (табл.2).

Задание 1. Рассчитать для каждого элемента величины T_x и D_x .

Задание 2. Сгруппировать полученные значения в ранжированные ряды по убыванию каждого показателя.

Задание 3. Выделить группы элементов по близким значениям технофильности и деструкционной активности и объяснить в заключении полученные результаты.

Таблица 2

Кларк, ежегодная добыча и биофильность химических элементов

№ варианта	Элементы	Кларк, %	Добыча (Д), т/год	Биофильность, B_x	№ варианта	Элементы	Кларк, %	Добыча (Д), т/год	Биофильность, B_x
1	C	$2,7 \times 10^{-2}$	$2,3 \times 10^9$	780	3	Li	$3,2 \times 10^{-3}$	$6,4 \times 10^2$	$1,7 \times 10^{-2}$
	Na	2,5	5×10^7	8×10^{-3}		F	$6,6 \times 10^{-2}$	$1,3 \times 10^6$	7×10^{-3}
	S	$4,7 \times 10^{-2}$	$1,9 \times 10^7$	1		Al	8,05	$5,6 \times 10^6$	5×10^{-4}
	K	2,5	10^7	0,12		Si	29,5	$2,4 \times 10^9$	6×10^{-3}
	Cr	$8,3 \times 10^{-3}$	$1,7 \times 10^6$	8×10^{-3}		Mn	0,1	6×10^6	$9,6 \times 10^{-2}$
	Fe	4,65	$3,1 \times 10^8$	2×10^{-3}		Br	$2,1 \times 10^{-4}$	10^5	0,7
	Co	$1,8 \times 10^{-3}$	$1,3 \times 10^4$	$2,2 \times 10^{-2}$		Zr	$1,7 \times 10^{-2}$	10^5	$1,7 \times 10^{-2}$
	Cu	$4,7 \times 10^{-3}$	$4,7 \times 10^6$	$6,8 \times 10^{-2}$		Mo	$1,1 \times 10^{-4}$	$4,4 \times 10^4$	0,18
	Cs	$3,7 \times 10^{-4}$	1	$1,6 \times 10^{-2}$		Cd	$1,3 \times 10^{-5}$	$1,3 \times 10^4$	$1,5 \times 10^{-2}$
	U	$2,5 \times 10^{-4}$	3×10^4	$3,2 \times 10^{-3}$		Hg	$8,3 \times 10^{-6}$	$8,3 \times 10^3$	6×10^{-2}
2	Mg	1,87	$1,9 \times 10^6$	2×10^{-2}	4	B	$1,2 \times 10^{-3}$	$1,2 \times 10^5$	0,8
	Cl	$1,7 \times 10^{-2}$	5×10^7	1,1		P	$9,3 \times 10^{-2}$	$1,9 \times 10^7$	0,75
	Ca	2,96	$2,4 \times 10^9$	0,17		Ti	0,45	$4,5 \times 10^5$	$2,8 \times 10^{-3}$
	Ni	$5,8 \times 10^{-3}$	4×10^5	$1,3 \times 10^{-2}$		V	9×10^{-3}	$7,2 \times 10^3$	6×10^{-3}
	Ga	$1,9 \times 10^{-3}$	2,6	10^{-3}		Zn	$8,3 \times 10^{-3}$	$3,3 \times 10^6$	0,24
	Rb	$1,5 \times 10^{-2}$	2×10^3	$1,3 \times 10^{-2}$		As	$1,7 \times 10^{-4}$	$1,7 \times 10^4$	$3,5 \times 10^{-2}$
	Sr	$3,4 \times 10^{-2}$	9×10^8	6×10^{-2}		Ag	7×10^{-6}	7×10^3	0,17
	Ba	$6,5 \times 10^{-2}$	2×10^6	$1,3 \times 10^{-2}$		Sn	$2,5 \times 10^{-4}$	2×10^5	4×10^{-2}
	W	$1,3 \times 10^{-4}$	$2,6 \times 10^4$	$1,7 \times 10^{-2}$		Sb	5×10^{-5}	5×10^4	4×10^{-3}
	Pb	$1,6 \times 10^{-3}$	$3,2 \times 10^6$	6×10^{-2}		La	$2,9 \times 10^{-3}$	$2,9 \times 10^2$	10^{-2}

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №4 ТОКСИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС

Занятие проводится в виде семинара. Семинар это один из основных видов учебных практических занятий, состоящий в обсуждении обучающимися сообщений, докладов, рефератов, выполненных ими по результатам учебных исследований под руководством преподавателей.

Для обсуждения предложенных вопросов, студенту необходимо опираться на полученные знания на лекциях и в процессе самостоятельной работы. Для решения поставленной проблемы необходимо использовать метод дискуссии. Варианты и аргументы в пользу своей позиции необходимо фиксировать на доске. В процессе активного обсуждения необходимо прийти к единому мнению.

Материал по предложенным для обсуждения темам студенты могут найти в предложенных литературных источниках и в Интернете. В процессе дискуссий происходит закрепление теоретических знаний по теме и формируется понимание специфики рассматриваемых вопросов. Студенты вместе с преподавателем обсуждают следующие темы:

Темы к обсуждению:

1. Основные характеристики токсического действия.
2. Проявления токсического процесса
3. Экотоксический процесс на уровне популяции
4. Токсический процесс на уровне организма
5. Интоксикация (отравление)
6. Механизмы биологического потребления и выделения основных токсикантов.
7. Механизмы активного транспорта веществ через мембрану клетки
8. Пути миграции и превращений токсинов внутри организма
9. Понятие токсикокинетики.
10. Кинетика биологического потребления и выделения основных токсикантов.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 5 ТОКСИКОДИНАМИКА. МЕХАНИЗМЫ ФОРМИРОВАНИЯ ТОКСИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА. ТЕОРИЯ РЕЦЕПТОРОВ ТОКСИЧНОСТИ

Теоретические сведения:

Токсикодинамика – раздел биохимической токсикологии, изучающий равновесные процессы с участием ксенобиотиков при формировании токсического эффекта в организме на системном, органном, тканевом, клеточном, субклеточном, молекулярном, субмолекулярном уровнях.

Механизмы формирования токсических эффектов могут быть описаны на основе II начала термодинамики и вытекающего из него закона действующих масс (ЗДМ) для равновесия. Формирование токсического эффекта включает 4 стадии:

- доставка токсиканта к органу (органам) – мишени;
- взаимодействие с эндогенными молекулами-мишенями и другими рецепторами токсичности;
- инициирование нарушений в структуре и/или функционировании клеток;
- восстановительные процессы на молекулярном, клеточном и тканевом уровнях.

Взаимодействие токсиканта с молекулярными мишенями происходит по лиганд-рецепторному механизму.

Рецептор токсичности – это участвующая в метаболизме клетки химически активная группировка или частица-мишень, с которой взаимодействует молекула ксенобиотика.

«Оккупационная» теория взаимодействия ксенобиотика с рецептором А.Кларка (1937)

Сродство токсиканта к рецептору можно оценить долей занятых рецепторов (отношение числа занятых рецепторов к общему числу рецепторов: $N_{\text{зан}}/N_{\text{общ}}$). Согласно «оккупационной» теории, максимальный токсический эффект наблюдается при полном заполнении рецепторов токсикантом. Сродство токсиканта к рецептору определяется прочностью возникающей химической связи и количественно может быть оценено энергией химической связи ($E_{\text{св}}$) или величиной константы равновесия (K) образования комплекса Тох–R:



Прочность связывания ксенобиотика с рецептором можно оценить на основе квантово-механической трактовки образования химической связи. С этой точки зрения наиболее важны четыре типа химической связи: *ковалентная*, *ионная (электростатическая)*, *водородная* и *Ван-дер-ваальсова*. Наиболее прочная химическая связь – *ковалентная*. Она образуется при формировании молекулярной орбитали из атомных орбиталей атомов токсиканта и рецептора. Энергия ковалентной связи составляет от 250 до 1000 кДж/моль. Менее прочной разновидностью ковалентной связи является *координационная* связь, которая образуется в том случае, если оба электрона поступают от одного атома. *Электростатическая* сила играет важную роль при взаимодействии токсиканта с рецепторами. В подобных взаимодействиях участвуют электростатические силы, поскольку они имеют большой радиус действия. Энергия ионной связи составляет около 20 кДж/моль. *Водородная* связь образуется при очень малом расстоянии между взаимодействующими атомами. Энергия водородной связи составляет 3-5 ккал/моль. Она обладает высокой избирательностью и направленностью и играет важную роль при связывании токсиканта с рецептором. *Ван-дер-ваальсова* сила образуется, если два атома, принадлежащие разным

молекулам, оказываются на достаточно близком расстоянии. Она образуется вследствие колебаний атомов молекул и образования временных диполей, индуцирующих диполи в соседних молекулах. Действие Ван-дер-ваальсовой силы проявляется при сближении молекул и взаимодействии многих атомов одной молекулы с атомами другой. В этом случае может возникнуть прочная связь, энергия которой может составлять 20 кДж/моль.

Кинетическая теория взаимодействия ксенобиотика с рецептором

Согласно кинетической теории, максимальный ответ на токсическое воздействие может быть получен тогда, когда вещество занимает лишь незначительную часть доступных рецепторов, и определяется не числом занятых рецепторов, а скоростью и механизмом связывания токсиканта с рецептором. При этом величина ответа на токсическое воздействие нелинейно зависит от доли занятых рецепторов. Эффективность токсического воздействия характеризуется внутренней активностью ($R/N_{зан}$) токсиканта, т.е. способностью вызывать токсический эффект (ответ организма R) при минимальном заполнении рецепторов ($N_{зан}$).

Существуют следующие классы токсикантов, взаимодействующих с рецепторами, – *антагонисты, агонисты, частичные агонисты*. *Токсикант-антагонист* ингибирует действие нативных субстратов (эндогенных соединений), блокируя их связывание с рецепторами. Действие *токсиканта-агониста* (полного или частичного) сходно с действием эндогенного соединения, поэтому такой токсикант называют «токсикомиметик». Взаимодействуя с теми же рецепторами, полный агонист активирует их и вызывает такой же или превышающий эффект нативного субстрата. Токсичность *частичного агониста* также проявляется вследствие конкуренции с эндогенным субстратом за активацию рецептора, но достигаемый ответ последнего значительно ниже.

$$\text{Изотерма Лэнгмюра} \quad \Gamma = \Gamma_{\infty} \times (C / \alpha + C),$$

где Γ_{∞} - константа, равная предельной адсорбции, наблюдаемой при относительно больших равновесных концентрациях, моль/м²; α – константа, равная отношению константы скорости десорбции к константе скорости адсорбции.

Математически зависимость между ответом и дозой (концентрацией) токсиканта можно представить уравнением, аналогичным изотерме адсорбции Лэнгмюра:

$$R = R_{\max} \times D / (D + D_{50}),$$

где R – ответ при дозе токсиканта D ; R_{\max} – максимально возможный ответ на воздействие; D_{50} – доза токсиканта, при которой наблюдается половина (50%) максимально возможного ответа.

Для нахождения числовых значений максимального токсического ответа и дозы D_{50} вышеуказанное уравнение приводят к уравнению прямой (рис.4.1), для чего единицу делят на обе части уравнения:

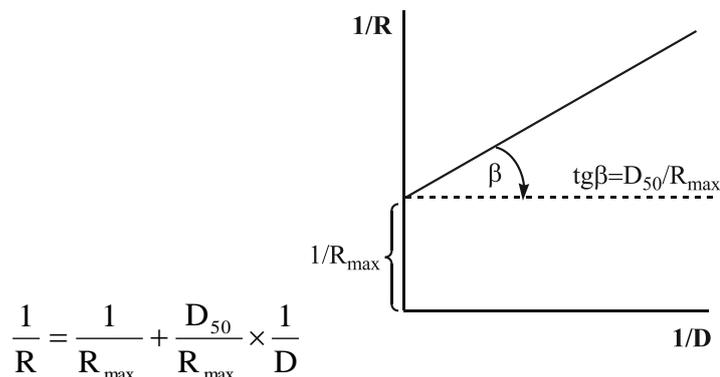


Рис. 4.1. Нахождение токсикометрических параметров графическим методом.

В координатах $1/R - 1/D$ тангенс угла наклона прямой равен отношению D_{50}/R_{\max} , а отрезок ординаты от начала осей координат до ее пересечения с прямой численно равен $1/R_{\max}$.

Методические указания:

В процессе выполнения этого занятия студенты должны выполнить следующие виды самостоятельной работы: ответить письменно на теоретические вопросы и решить предоставленные задачи.

Теоретические вопросы:

1. Расшифруйте понятия «токсикодинамика», «токсический фактор». Перечислите факторы токсичности.
2. Дайте характеристику рецепторов токсичности.
3. Охарактеризуйте понятия "агонист" и "антагонист" рецептора на конкретных примерах. Приведите графики в координатах доза (концентрация) – ответ.
4. Объясните, какие типы и какова прочность связей в системе «токсикант-рецептор».
5. Дайте характеристику "оккупационной" теории действия токсичных веществ.
6. Дайте характеристику "кинетической" теории действия токсичных веществ.

Задание 1. По представленным экспериментальным результатам (табл.4.1) постройте график, отражающий зависимость минимальной эффективной концентрации CE_{min} , вызывающей снижение подвижности головастиков, от коэффициента распределения масло/вода (K) токсикантов. Сделайте вывод о влиянии липофильности токсиканта на его токсические свойства.

Таблица 4.1

Зависимость биологического торможения (снижение подвижности головастиков) от коэффициента распределения масло/вода

№	Токсикант	K _(масло/вода)	CE _{min} , ммоль/л
1	тринол	4,46	1,8
2	бутилхлоралгидрат	1,59	2,0
3	сульфонал	1,11	6,0
4	триацетин	0,30	10,0
5	диоцетин	0,23	15,0
6	хлоралгидрат	0,22	20,0
7	этилуретан	0,14	40,0
8	монацетин	0,06	50,0

Задание 2.

По данным таблицы 4.2 построить зависимость доли занятых рецепторов от числа атомов углерода (N_c) в алкильном радикале R иона $R-N(CH_3)_3^+$. На основании полученного графика сформулируйте основное положение оккупационной теории формирования токсического эффекта.

Таблица 4.2

Сравнение активности ионов алкилтриметиламмония (холинергических, мускариновых агонистов) на подвздошной кишке морской свинки

Число атомов углерода N _c в алкильном радикале	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Доля занятых рецепторов $N_{зан}/N_{общ}$	0,2	0,6	1,6	3,8	8,5	19	41	63	110	190

Задание 3.

По данным таблицы 4.3 построить зависимость ответа на токсическое воздействие $R/N_{зан}$ (в расчете на один занятый рецептор) от доли занятых рецепторов ($N_{зан}/N_{общ}$). Объяснить существование экстремума на графике. Объяснить эффект снижения токсического воздействия с ростом размера алкильного радикала и снижением скорости доставки катиона к рецептору. Сделайте вывод о неоднозначности оккупационной теории.

Таблица 4.3

Зависимость ответа на токсическое воздействие $R/N_{зан}$ (в расчете на один занятый рецептор) от доли занятых рецепторов ионов алкилтриметиламмония (холинергических, мускариновых агонистов) на подвздошной кишке морской свинки

Доля занятых рецепторов $N_{зан}/N_{общ}$	0,2	0,6	1,6	3,8	8,5	19	41	63	110	190
Внутренняя активность токсиканта $R/N_{зан}$	94	31	4,3	200	200	21	2,2	1,4	1,0	0,6

Задание 3.

На рис.4.2 и рис.4.3 представлены зависимости относительного эффекта (R/R_{max}), вызываемого эндогенным соединением от его концентрации в присутствии антагонистов и агонистов (полных и частичных). Найдите соответствие между номером кривой (цифра) и текстом (буква). Проведите аналог с ферментативным процессом (ингибиторы ферментов и коферменты).

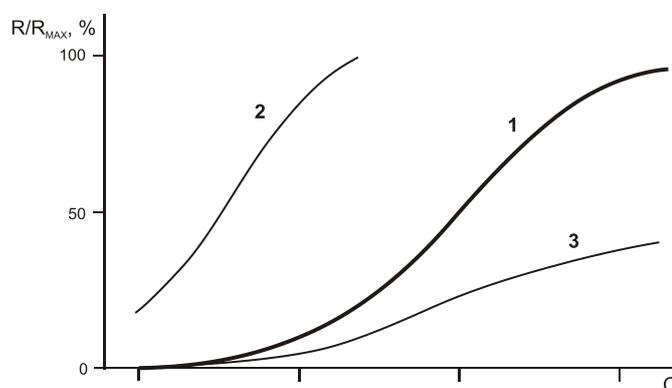


Рис. 4.2. Влияние токсиканта на зависимость доза (концентрация)–ответ.

- частичный агонист
- полный агонист
- эндогенное соединение в отсутствие токсиканта

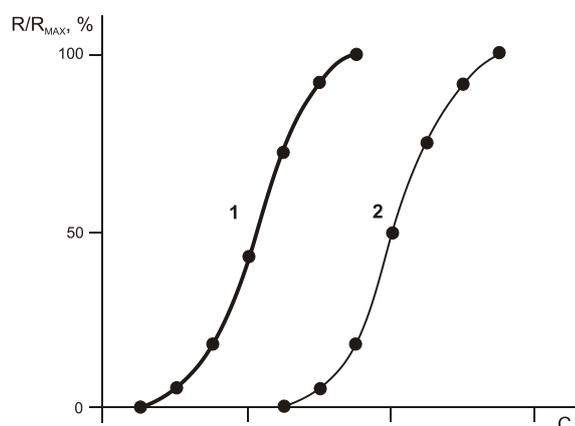


Рис. 4.3. Влияние токсиканта на зависимость доза (концентрация) – ответ.

- в присутствии токсиканта–антагониста
- эндогенное соединение в отсутствие токсиканта

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №6
РАСЧЕТ КОЭФФИЦИЕНТА БИОЛОГИЧЕСКОГО ПОГЛОЩЕНИЯ
Теоретические сведения:

Под действием техногенных выбросов происходит деградация плодородия почв. В поверхностных горизонтах почв в районах промышленных узлов содержание микроэлементов, в том числе и тяжелых металлов, увеличивается в десятки и сотни раз относительно фоновых концентраций, и загрязненные почвы сами становятся источником загрязнения окружающей среды. В результате на таких промышленных территориях образуются техногенные биогеохимические микропровинции с аномально высоким содержанием микроэлементов, и в конечном счете сильно изменяются состав и свойства почвы вплоть до исчезновения на их поверхности природной растительности. На таких почвах культурные растения настолько меняют свой химический состав, что становятся непригодными для употребления в пищу человека и в качестве фуража для животных.

Химическое загрязнение почв тяжелыми металлами – наиболее опасный вид деградации почвенного покрова, поскольку самоочищающая способность почв от тяжелых металлов минимальна, почвы прочно аккумулируют их, чему способствует органическое вещество. Тем самым почва становится одним из важнейших барьеров для большинства токсикантов на пути их миграции из атмосферы в грунтовые и поверхностные воды.

Так как на большей части урбанизированных территорий антропогенное воздействие преобладает над естественными факторами почвообразования, то в городах мы имеем специфические типы почв, характерной особенностью которых является высокий уровень загрязнения. При максимальном проявлении процессов химического загрязнения почва полностью утрачивает способность к продуктивности и биологическому самоочищению, что ведет к нарушению ее экологических функций.

Миграционные процессы химических в почвах обусловлены рядом факторов, важнейшими из которых являются окислительно-восстановительные и кислотно-основные свойства почв, содержание в них органического вещества, гранулометрический состав, а также водно-тепловой режим и геохимический фон региона.

Захват токсикантов растительностью знаменует их вовлечение в особую форму движения – биологическую миграцию. Учитывая неодинаковое физиологическое значение разных элементов, можно предположить, что интенсивность вовлечения разных элементов в этот процесс неодинакова.

Чтобы оценить интенсивность биологического поглощения токсиканта надо величину его содержания в растениях сравнить с содержанием в источнике, из которого этот элемент поступает. Для этой цели Б.Б.Полынов предложил использовать отношение содержания элемента в золе растения к его содержанию в породе. Этот показатель А.И.Перельман назвал **коэффициентом биологического поглощения** A_x (КБП, K_6):

$$A_x = l / n,$$

где l - содержание элемента в золе растения, n – его содержание в почвах или горных породах, на которых оно растет, а также кларк литосферы.

Все элементы по интенсивности биологического поглощения можно разделить на 2 группы. К первой относятся те, концентрация которых в золе больше, чем в земной коре, т.е. $A_x > 1$. Эти элементы «накапливаются» живым веществом, причем Р, S, Cl, Br, I – энергично, а Ca, Na, K, Mg и др. – сильно (табл.13). Остальные элементы, у которых $A_x < 1$, лишь «захватываются», причем одни – средне, другие – слабо и очень слабо. Необходимо учитывать, что это средние данные, и у отдельных видов величины A_x сильно варьируют.

Коэффициенты биологического поглощения объединяются в ряды, в которых элементы располагаются в порядке убывающей энергии поглощения их растениями. Обычно они изображаются в таблицах или в виде системы неравенств, когда в числитель выносятся символы химических элементов по убыванию A_x , а в знаменатель – его величины.

Таблица 13

Ряды биологического поглощения (по А.И.Перельману)

Элементы	Интенсивность накопления	Коэффициенты биологического поглощения				
		100 n	10 n	n	0,1 n	0,1 n – 0,001 n
Биологич. накопления	Энергичного	P, S, Cl, Br, I				
	Сильного		Ca, Na, K, Mg, Sr, Zn, B, Se			
Биологич. Захвата	Среднего			Mn, F, Ba, Ni, Cu, Ga, Co, Pb, Sn, As, Mo, Hg, Ag, Ra		
	Слабого и очень слабого				Si, Al, Fe, Ti, Zr, Rb, V, Cr, Li, Y, Nb, Th, Sc, Be, Cs, Ta, U, W, Sb, Cd	

Сравнение вещественного состава золы растений проводят двояко: используют в качестве эталона кларки литосферы (A_{x1}) или более частные величины – местные кларки в породах и почвах (A_{x2}). Для их различения иногда A_{x1} называют кларком концентрации в растениях, а не коэффициентом биологического поглощения. Очевидно, значения полученных коэффициентов A_{x1} и A_{x2} и составленные на их основе ряды биологического поглощения не будут идентичны. В общем случае несоответствие I рода - $A_{x1} > A_{x2}$ - особенно явно должно проявляться при исследовании ландшафтов в пределах месторождений, когда местные кларки в породах намного превышают их содержание в литосфере. Расхождения II рода - $A_{x1} < A_{x2}$ – будут особенно заметны, когда рассматриваются растения ландшафтов, формирующихся на породах, резко обедненных элементами, например, на кварцевых песках.

Информативность геохимических показателей в зависимости от способа проведения расчета неодинакова. Так, анализ A_{x1} позволяет выявить особенности биологического поглощения элементов растениями разного систематического положения; определяет порядок величин, характеризующих их вещественный состав и примерные соотношения между элементами; выделяет элементы, необходимые для жизни растений и практически не захватываемые ими. Вычисления A_{x2} дает возможность конкретизировать эти общие представления применительно к условиям изучаемых ландшафтов и подчеркнуть местные черты биологического поглощения, выявить региональную биогеохимическую специфику растений. Таким образом, представляется целесообразным совместное использование этих показателей. Сопоставление полученных данных несет дополнительную информацию по биогенной миграции элементов в ландшафтах.

Для количественного выражения общей способности вида к концентрации микроэлементов предложен специальный показатель – **биогеохимическая активность вида** (БХА), представляющий собой суммарную величину, получающуюся при сложении коэффициентов биологического поглощения отдельных элементов:

$$БХА = \Sigma A_x.$$

При интерпретации расчетных данных БХА необходимо учитывать, что поскольку все расчеты проведены на золу растений, речь идет именно об их биогеохимической активности, а не о биохимической активности живых организмов. Невозможность механического перенесения этих выводов на функционирование растения связана с тем, что количественные соотношения между химическими элементами в золах растений или при пересчете на сухое вещество не соответствуют их процентным соотношениям в живых организмах.

С помощью БХА наглядно выявляются основные различия в интенсивности вовлечения элементов в биологический круговорот растениями разных систематических групп. Кроме того, использование суммарного показателя позволяет обнаружить повышенное (пониженное) накопление элементов каким-либо растением, которое часто не проявляется при изучении A_x отдельных элементов. Другой аспект анализа БХА (особенно $БХА_2$, рассчитанной на основании A_{x2}) – общая оценка интенсивности биогенной аккумуляции элементов в условиях конкретных ландшафтов.

Методические указания:

При выполнении заданий по теме студенты должны проделать следующие виды самостоятельной работы: рассчитать коэффициенты биологического поглощения (A_{x1} и A_{x2}) и

БХА для 2-х видов растений; построить ранжированные ряды биологического поглощения для каждого растения; сопоставить полученные ряды биогеохимического поглощения элементов с рядами А.И.Перельмана; выявить сходства и различия в интенсивности поглощения элементов рассмотренными растениями и растительностью суши.

Обеспечение: Для выполнения работы студентам представляются данные о содержании элементов в золе основных сельскохозяйственных культур (на примере Ростовской области), а также в почвах этого региона и кларки литосферы (табл.14).

Задание 1. Подсчет коэффициентов биологического поглощения и БХА для 2-х растений.

Задание 2. Построение рядов биологического поглощения в виде неравенств, где по мере убывания A_x в числителе псевдодробы показан символ элемента, в знаменателе – величина A_{x1} и A_{x2} . Сравнение 2-х рядов и выявление видовой и региональной биогеохимической специфики растений.

Задание 3. Сопоставить полученные ряды с рядами А.И.Перельмана. Для этого полученные значения A_x заносятся в таблицу, составленную в соответствии с таблицей интенсивности биологического поглощения А.И.Перельмана и показанную ниже (табл.15).

Таблица 14

Среднее содержание химических элементов в золе основных сельхозкультур и почвах (на примере Ростовской области), мг/кг

Культуры	Элементы										
	Sr	Ti	Mn	Cr	V	Ni	Cu	Zn	Pb	Mo	B
Пшеница	141	63	1715	6,9	3,6	17,6	224	1087	16	2,3	57
Ячмень	106	104	847	4,3	3,5	4,4	135	653	27	18	51
Рис	100	600	4750	7,0	13,8	12,9	29	265	16	6,3	56
Горох	386	128	586	3,8	2,7	64	213	954	4	136	286
Люцерна	846	138	341	9,9	5,7	8,8	96	269	26	12	553
Суданка	400	230	500	24	22	9	100	390	38	9	219
Капуста	333	85	200	7,1	3,0	9,7	41	163	37	3,7	367
Помидоры	300	394	957	3,1	6,3	11	112	203	13	2,0	171
Яблоки	361	246	358	13,7	3,3	12,7	195	215	13	1,5	800
Виноград	327	245	370	4,8	3,8	4,0	249	102	6,9	0,9	613
Почвы мира	300	4600	850	90	100	40	20	50	10	2,0	10
Почвы Ростовской обл.	45,8	4745	723	61,9	76,7	28,3	12,5	30	28,7	0,9	50

Таблица 15

Ряды биологического поглощения

Группы элементов	По А.И.Перельману	Для (растение 1)	Для (растение 2)
Энергичного накопления ($A_x=10-100$)	-		
Сильного накопления ($A_x=1-10$)	Sr, Zn, B		
Среднего захвата ($A_x=0,1-1$)	Mn, Ni, Cu, Pb, Mo		
Слабого и очень слабого захвата ($A_x<0,1$)	Ti, V, Cr		

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №7
ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ ТЕРРИТОРИИ ПО
ЭКОТОКСИКОЛОГИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ

При оценке токсикологической обстановке территории и проведении экологического картографирования большое внимание уделяется токсикологическим показателям формирования экологической ситуации. В существующем нормативном документе («Критерии оценки экологической обстановки территорий для выявления зон чрезвычайной экологической ситуации и зон экологического бедствия». М. 1992) выделен ряд токсикологическим показателей, характеризующих загрязнение питьевой воды, почв селитебных территорий поверхностных вод, почв.

В современном экологическом картографировании принято 5 градаций территорий по степени остроты экологической ситуации: удовлетворительная, напряженная, критическая, кризисная (зона чрезвычайной экологической ситуации) и катастрофическая (зона экологического бедствия). Поскольку в нормативном документе обозначены параметры только 3-х категорий – первой и 2-х последних – промежуточное ранжирование выполнено нами самостоятельно. Разработанные критерии оценки экологической обстановки по геохимическим показателям приводятся в табл. 30.

Методические указания:

Обеспечение: Информация по всем показателям, приведенным в табл. 30.

Таблица 30

Критерии токсико-экологической оценки территорий

Показатели	Параметры				
	Катастро- фическая	Кризис- ная	Крити- ческая	Напряжен- ная	Удовлетво- -рительная
Загрязнение питьевой воды					
Содержание веществ 1-го класса опасности (Be, Hg), ПДК	> 3	2-3	1,5-2	1-1,5	< 1
Содержание веществ 2-го класса опасности (Al, Ba, B, Cd, Mo, As, Pb, Sr), ПДК	> 10	5-10	3-5	1-3	< 1
Содержание веществ 3-4-го классов опасности (Ni, Cr, Cu, Mn, Zn), ПДК	> 15	10-15	5-10	1-5	< 1
Загрязнение почв селитебных территорий					
Z _c	> 128	64-128	32-64	16-32	< 16
Загрязнение поверхностных вод					
Содержание веществ 1-2 класса опасности, ПДК	> 10	5-10	3-5	1-3	< 1
Содержание веществ 3-4 класса опасности, ПДК	> 100	50-100	20-50	1-20	< 1
Загрязнение почв					
Содержание веществ 1 класса опасности (As, Cd, Hg, Pb, Zn), ПДК	> 3	2-3	1,5-2	1-1,5	< 1
Содержание веществ 2 класса опасности (B, Co, Ni, Mo, Cu, Cr), ПДК	> 10	5-10	3-5	1-3	< 1
Содержание веществ 3 класса опасности (V, Mn), ПДК	> 20	10-20	5-10	1-5	< 1
Доля загрязненной сельхозпродукции, % от проверенной	> 50	25-50	10-25	5-10	< 5

Задание 1. Пользуясь справочными данными по величинам ПДК химических элементов в воде и почве (табл.31, 32), установить степень остроты экологической ситуации по каждому показателю в отдельности. При установлении степени загрязнения поверхностных вод используются данные табл.31.

Таблица 31

Величины ПДК химических элементов в питьевой воде, мг/л

Эл-т	ПДК	Эл-т	ПДК	Эл-т	ПДК	Эл-т	ПДК	Эл-т	ПДК
Be	0,0002	Ba	0,1	Mo	0,25	Sr	7,0	Cu	1,0
Hg	0,0005	B	0,5	As	0,05	Ni	0,1	Mn	0,1
Al	0,5	Cd	0,001	Pb	0,03	Cr	0,05	Zn	5,0

Задание 2. Дать комплексную оценку токсико-экологической ситуации территории.

Таблица 32

Величины ПДК химических элементов в почве, мг/кг

Эл-т	ПДК	Эл-т	ПДК	Эл-т	ПДК	Эл-т	ПДК	Эл-т	ПДК
As	10*	Pb	130*	Co	50	Cu	132*	Mn	1500
Cd	2,0*	Zn	220*	Ni	80*	Cr	150		
Hg	2,0*	B	70*	Mo	5,0	V	150		

Таблица 33

Токсико-экологические показатели

№ варианта	Содержание в питьевой воде, мг/л	Z _c	Содержание в поверхностных водах, мг/л	Содержание в почвах, мг/кг	Доля загрязненной с/х продукции, %
1	Be – 0,0005; Al – 3,5; Ba – 0,5; Ni – 1,2; Cr – 0,5	115	Al – 0,0025; B – 3,5; Cd – 0,01; Cu – 70; Mn – 6,0	As – 25; Cd – 6,0; B – 140; Co – 300; V – 1500	52
2	Hg – 0,0015; Mo – 3,0; As – 0,75; Cu – 20,0; Zn – 50,0	130	Cd – 0,012; Pb – 0,6; Sr – 70,0; Ni – 7,5; Cr – 5,6	Hg – 7,0; Pb – 400; Zn – 1000; Cu – 1500; Cr – 1500	70
3	Pb – 0,12; Cd – 0,005; Al – 1,5; Mn – 0,8; Cr – 0,3	40	Be – 0,0006; Hg – 0,002; Sr – 35,0; Cu – 25,0; Ni – 4,0	As – 17; Cd – 3,0; Hg – 4,0; Co – 200; Ni – 400	20
4	Mo – 0,5; B – 1,5; Ba – 0,3; Pb – 0,1; Zn – 10,0	27	Al – 1,0; Ni – 0,2; Cu – 15,0; Mn – 1,0; Mo – 5,0	Pb – 150; Zn – 300; Mo – 10,0; Cr – 300; V – 600	7
5	Be – 0,0004; Mo – 2,5; As – 0,3; Cu – 13,0; Ni – 1,4	75	Hg – 0,004; Ba – 0,7; Sr – 40; Cr – 0,3; Zn – 300	Cd – 5,0; As – 23; Co – 400; Cu – 200; Mn – 600	45
6	Hg – 0,001; Al – 2,0; Cd – 0,003; Pb – 0,1; Mn – 0,6	52	B – 2,0; Mo – 1,0; Ni – 2,5; Cu – 15; Zn – 50,0	Mo – 20; Cr – 500; Co – 150; Pb – 200; V – 1000	20

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №8 " ЭКОЛОГО-ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СТЕПЕНИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВ ХИМИЧЕСКИМИ ВЕЩЕСТВАМИ "

Основными критериями гигиенической оценки степени загрязнения почв химическими веществами являются ПДК или ОДК химических веществ в почве.

Предельно-допустимая концентрация (ПДК) - это комплексный показатель безвредного для человека содержания химических веществ в почве, так как используемые при их научном обосновании критерии отражают все пути опосредованного воздействия загрязнителя на контактирующие среды, биологическую активность почвы и процессы ее самоочищения. При этом каждый из путей воздействия оценивается количественно с обоснованием допустимого уровня содержания по каждому показателю вредности.

Обоснование ПДК химических веществ в почве базируется на 4 основных показателях вредности, устанавливаемых экспериментально:

- транслокационный, характеризующий переход вещества из почвы в растение;
- миграционный водный - характеризует способность перехода вещества из почвы в грунтовые воды и водоисточники;
- миграционный воздушный показатель вредности характеризует способность перехода вещества из почвы в атмосферный воздух;
- общесанитарный показатель вредности характеризует влияние загрязняющего вещества на самоочищающуюся способность почвы и ее биологическую активность.

При этом каждый из путей воздействия оценивается количественно с обоснованием допустимого уровня содержания вещества по каждому показателю вредности.

Наименьший из обоснованных уровней содержания является лимитирующим и принимается за ПДК, так как отражает наиболее уязвимый путь воздействия данного токсиканта.

Ориентировочно-допустимое количество (ОДК) загрязняющего почву химического вещества - предельно допустимое количество загрязняющего почву химического вещества, определенного расчетными методами.

Факторы, определяющие степень опасности загрязнения почв химическими веществами:

1. Опасность загрязнения тем выше, чем больше фактическое содержание компонентов загрязнения почвы (c) превышает ПДК, что может быть выражено коэффициентом химического загрязнения - k_0 :

$$k_0 = c / \text{ПДК} \tag{3}$$

Степень загрязнения тем выше, чем больше k_0 .

2. Опасность загрязнения тем выше, чем ниже класс опасности контролируемого вещества, его персистентность, растворимость в воде и подвижность в почве и глубине загрязненного слоя.
3. Опасность загрязнения тем больше, чем меньше буферность почвы, которая зависит от механического состава, содержания органических веществ, кислотности почвы.

Чем ниже содержание гумуса, рН почвы и легче механический состав, тем опаснее загрязнение химическими веществами, то есть при одной и той же величине k_0 степень загрязнения будет больше для почв с кислыми значениями рН, меньшим содержанием гумуса и более легким механическим составом.

Порядок выполнения работы

Оценка степени (категории) загрязнения почвы химическими веществами проводится по каждому веществу. Варианты задания представлены в табл.4.

- 1) Определить k_0 по формуле (3).
- 2) Определить класс опасности загрязняющего вещества.
- 3) Определить максимально допустимый уровень загрязнения элемента в почве $-k_{max}$, исходя из 4 показателей вредности (транслокационный, миграционный водный, миграционный воздушный, общесанитарный) по Приложению 2.

4) Определить категорию загрязнения почвы по табл. 3 с учетом класса опасности компонента загрязнения, его ПДК и максимального значения допустимого уровня содержания элементов (k_{max}). Фоновые концентрации принять равными «0».

Таблица 3

Критерии степени загрязнения почв неорганическими веществами

Содержание в почве, мг/кг	Категория загрязнения почвы		
	класс опасности вещества		
	1	2	3
$> k_{max}$	очень сильная	очень сильная	сильная
от ПДК до k_{max}	очень сильная	сильная	средняя
от 2 фоновых значений до ПДК	слабая	слабая	слабая

При поликомпонентном загрязнении оценка степени опасности загрязнения почвы производится по наиболее токсичному элементу с максимальным содержанием его в почве.

Таблица 4

Исходные данные для выполнения задания

№ варианта	Загрязняющее вещество	Концентрация загрязняющего вещества, мг/кг
1	Cr	6,2
	Zn	35,5
2	Cr	6,6
	Zn	21,2
3	Cr	8,5
	Zn	25,8
4	Cr	9,1
	Zn	22,5
5	Pb	28,9
	V	179
6	Cr	15,2
	Cu	1,5

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №9 " ОЦЕНКА ТОКСИЧНОСТИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЯДОВ"

Порядок работы

1. Определить коэффициент возможного ингаляционного отравления (КВИО).
2. Определить зону острого действия промышленного яда.
3. Определить зону хронического действия промышленного яда.
4. Определить класс опасности промышленных веществ.
5. Определить суммарный эффект (аддитивный) при одновременном действии нескольких ядовитых промышленных веществ. Для выполнения данной работы необходимо к выбранному варианту задания прибавить последовательно пять следующих номеров вариантов, в итоге получится шесть веществ, для которых надо определить аддитивность.
6. После работы написать заключение по оценке токсичности веществ и предложить мероприятия по уменьшению их влияния на организм работников.

Цель занятия.

Этап 1. Определение коэффициента возможного ингаляционного отравления (КВИО) на рабочих местах обслуживающего персонала. Расчет производить по следующей формуле:

$$\text{КВИО} = C^{20} / CL_{50}, \text{ где}$$

C^{20} - абсолютная летучесть химического вещества при 200С, в мг/м³

CL_{50} - среднесмертельная концентрация вещества в воздухе, мг/м³.

Этап 2. Определение зоны острого действия промышленного яда на организм работника.

Расчет производить по следующей формуле:

$Z_{ac} = CL_{50}/Lim_{ac}$, где

CL_{50} – среднесмертельная концентрация вещества в воздухе, мг/м³;

Lim_{ac} – пороговая концентрация при однократном воздействии, мг/м³.

Этап 3. Определение зоны хронического действия промышленного яда на организм работника.

Расчет производить по следующей формуле:

$Z_{ch} = Lim_{ac}/Lim_{ch}$, где

Lim_{ac} – пороговая концентрация при однократном воздействии, мг/м³;

Lim_{ch} – пороговая концентрация при хроническом воздействии, мг/м³.

Этап 4. Определить класс опасности химического вещества по результатам работ 1 – 3.

Этап 5. Определение суммарного эффекта (аддитивности) при одновременном действии нескольких ядовитых промышленных веществ на организм работника.

Расчет производить по следующей формуле:

$C1/ПДК1 + C2/ПДК2 + \dots + Cn/ПДКn < 1$, где

$C1, C2, \dots, Cn$ – концентрации каждого вещества в воздухе рабочей зоны, мг/м³;

$ПДК1, ПДК2, \dots, ПДКn$ – предельно допустимая концентрация этих веществ в воздухе рабочей зоны, мг/м³.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №10

" КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД ПО ИНДЕКСУ ЗАГРЯЗНЁННОСТИ ВОДЫ (ИЗВ₆)"

Для оценки загрязнения крупных водных объектов очень широко используется такой интегральный показатель как *индекс загрязнённости воды (ИЗВ₆)*, который рассчитывается как сумма приведённых к ПДК фактических значений шести основных показателей качества воды:

$$ИЗВ_6 = \sum_{i=1}^6 (C_i / ПДК_i)$$

где C_i – концентрация загрязняющего вещества, мг/л; $ПДК_i$ – предельно допустимая концентрация загрязняющего вещества, мг/л.

Классификация качества поверхностных вод по значению ИЗВ₆ производится согласно табл. 10.

Таблица 10

Классификация качества поверхностных вод по ИЗВ₆

Величина ИЗВ ₆	Описание класса	Класс чистоты воды
Менее или равно 0,3	Очень чистая вода	I
Более 0,3 до 1,0	Чистая	II
Более 1,0 до 2,5	Умеренно-загрязнённая	III
Более 2,5 до 4,0	Загрязнённая	IV
Более 4,0 до 6,0	Грязная	V
Более 6,0 до 10,0	Очень грязная	VI
Более 10,0	Чрезвычайно грязная	VII

Ход работы.

1. В начале подсчитывается отношение $C_i/ПДК_i$ для каждого ингредиента и показателя в каждом створе (без учёта O_2 , БПК₅ и минерализации).

2. По вышеприведённой формуле рассчитывают ИЗВ₆ в каждом пункте наблюдения. Для этого рассчитывают среднее арифметическое шести наибольших значений отношения $C_i/ПДК_i$.

3. По значению ИЗВ₆ согласно таблице 1 по семибальной шкале определяют класс чистоты воды для всех станций опробования.

Задание

1. Рассчитайте комплексный индекс загрязнения воды (ИЗВ₆) для всех станций опробования.

2. Установите класс чистоты (по ИЗВ₆) для каждой станции отбора проб.
3. Постройте гистограммы, отражающие сравнительную характеристику степени загрязнения на различных станциях. Проведите сравнительную оценку степени загрязнения воды станций опробования. Выделите самые загрязнённые и самые чистые участки, с указанием перечня приоритетных загрязнителей каждой станции опробования.
4. Какие источники могут определять высокие уровни загрязнения воды в рассматриваемых створах?
5. Дайте характеристику вод каждой станции опробования по минерализации, содержанию O₂, БПК₅ и биогенных элементов.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №11 **" НОРМИРОВАНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ В ВОЗДУХЕ РАБОЧЕЙ ЗОНЫ"**

Цель работы: научиться анализировать и выявлять вредные вещества, обладающие эффектом суммации действия на человека. Разработка рекомендаций по улучшению условий рабочей среды на основе требований санитарных норм и правил с учетом специфики воздействия вредных веществ на человека.

Методические указания:

1. Изучить теоретические сведения по гигиеническому нормированию вредных веществ.
2. Ознакомиться с вредными веществами, их воздействием на организм человека.
3. Выявить вещества, обладающие эффектом суммации.
4. Провести расчет по определению фактического эффекта.
5. Оценить возможное вредное влияние веществ, обладающих эффектом суммации.

Теоретические сведения:

1. Классификация вредных веществ. Воздействие на человека

В результате производственной деятельности в воздушную среду могут поступать различные вредные вещества в виде паров, газов, пыли. Вредное вещество – это вещество, которое при контакте с организмом человека может вызвать производственные травмы, профессиональные заболевания или отклонения в состоянии здоровья, как в процессе работы, так и в последующие сроки жизни настоящего и будущего поколений.

Пары, газы, жидкости, аэрозоли, соединения, смеси при контакте с организмом человека могут вызывать заболевания или отклонения в состоянии здоровья, обнаруживаемые современными методами исследования как в процессе контакта с ним, так и в отдаленные сроки жизни настоящего и последующих поколений. Воздействие вредных веществ на человека может сопровождаться отравлениями и травмами.

В настоящее время известно около 7 млн. химических веществ и соединений, из которых 60 тыс. находят применение в деятельности человека в виде пищевых добавок, лекарств, препаратов бытовой химии.

Химические вещества классифицируются на:

- промышленные яды, используемые в производстве: органические растворители (дихлорэтан), топливо (пропан, бутан), красители (анилин);
- ядохимикаты, используемые в сельском хозяйстве: пестициды;
- лекарственные средства (аспирин);
- бытовые химикаты, применяемые в виде пищевых добавок (уксус),
- средства санитарии, личной гигиены, косметики;
- биологические растительные и животные яды, которые содержатся в растениях (аконит, цикута), в грибах (мухомор), у животных (змеи) и насекомых (пчелы);
- отравляющие вещества (ОБ) - зарин, иприт, фосген.

В организм вредные химические вещества могут проникать через органы дыхания, желудочно-кишечный тракт и неповрежденную кожу. Однако основным путем поступления являются легкие. Помимо острых и хронических профессиональных отравлений, промышленные

яды могут быть причиной понижения устойчивости организма и повышенной общей заболеваемости.

По характеру воздействия на человека все вредные вещества делятся на токсичные и нетоксичные. Токсическое действие вредных веществ - это результат взаимодействия организма, вредного вещества и окружающей среды.

Показатель токсичности вещества определяется его опасностью. Опасность вещества - это способность вещества вызывать негативные для здоровья эффекты в условиях производства, города или в быту. Об опасности веществ можно судить по критериям токсичности: ПДК - предельно допустимой концентрации в воздухе рабочей зоны, воде, почве; ОБУВ - ориентировочному безопасному уровню воздействия для тех же сред; КВИО - коэффициенту возможного ингаляционного отравления; средним смертельным дозам и концентрациям в воздухе, на коже, в желудке, по величине порогов вредного действия (однократного, хронического), порога запаха, а также порогов специфического действия (аллергенного, канцерогенного и др.).

Эффект воздействия различных веществ зависит от количества попавшего в организм вещества, его физико-химических свойств, длительности поступления, химических реакций в организме, от пола, возраста, индивидуальной чувствительности, пути поступления и выведения, распределения в организме, а также метеорологических условий и других сопутствующих факторов окружающей среды.

По степени воздействия на организм человека вредные вещества в соответствии с классификацией ГОСТ 12.1.007-76 «ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности» подразделены на 4 класса опасности:

1 -чрезвычайно опасные вещества, ПДК $< 0,1 \text{ мг/м}^3$, например, свинец, ртуть, озон;

2-высоко опасные вещества, ПДК = $0,1 \dots 1,0 \text{ мг/м}^3$, например, марганец, хлор, азотная кислота;

3 -умеренно опасные, ПДК = $1,0 \dots 10 \text{ мг/м}^3$, например, азота диоксид, метиловый спирт, сернистый ангидрид;

4- малоопасные, ПДК $> 10 \text{ мг/м}^3$, например, угарный газ, ацетон, аммиак.

Отравления являются наиболее неблагоприятной формой негативного воздействия токсичных веществ на человека. Они могут протекать в острой и хронической формах.

Острые отравления чаще бывают групповыми и происходят в результате аварий, поломок оборудования или грубых нарушений требований безопасности; они характеризуются кратковременностью действия ядов, не более чем в течение одной смены; поступлением в организм вредного вещества в относительно больших количествах - при высоких концентрациях в воздухе, ошибочном приеме внутрь, сильном загрязнении кожных покровов.

Хронические отравления возникают постепенно, при длительном поступлении яда в организм в относительно небольших количествах. Отравления развиваются вследствие накопления массы вредного вещества в организме (материальная кумуляция) или вызываемых ими нарушений в организме (функциональная кумуляция).

При повторном воздействии одного и того же яда в околотоксической дозе может измениться характер течения отравления и кроме кумуляции развивается сенсibilизация (привыкание).

На производстве в течение всего рабочего дня концентрации вредных веществ не бывают постоянными. Они либо нарастают к концу смены, снижаясь за обеденный перерыв, либо резко колеблются, оказывая на человека непостоянное действие, которое во многих случаях оказывается более- вредным, так как ведет к срыву формирования адаптации. Это неблагоприятное действие отмечено при вдыхании угарного газа CO.

Вещества по характеру воздействия подразделяются на общетоксические, которые вызывающие отравление всего организма или поражающие ЦНС, кроветворение, вызывающие болезни печени, почек (свинец, ртуть); раздражающие, которые вызывают раздражение слизистых оболочек дыхательных путей, глаз, легких, кожи (хлор, азота окислы); сенсibilизирующие, действующие как аллергены (формальдегид, растворители, лаки); мутагенные, приводящие к нарушению генетического кода, изменению наследственной информации (свинец, марганец, радиоактивные изотопы); канцерогенные, вызывающие

злокачественные опухоли (хром, никель, асбест); вещества влияющие на репродуктивную (детородную) функцию (ртуть, стирол, радиоактивные изотопы).

Эта классификация не учитывает большой группы аэрозолей (пыли), которые не обладают выраженной токсичностью. Для них характерен фиброгенный эффект действия на организм, который приводит к развитию соединительной ткани в воздухообменной зоне и рубцеванию (фиброзу) легких.

Профессиональные заболевания, связанные с воздействием аэрозолей, пневмокониозы (силикоз - развивается при действии свободного диоксида кремния, силикатоз - при попадании в легкие солей кремниевой кислоты, асбестоз - одна из агрессивных форм силикатоза), пневмосклерозы, хронический пылевой бронхит занимают второе место по частоте среди всех профессиональных заболеваний в России.

Наличие фиброгенного эффекта не исключает общетоксического воздействия аэрозолей.

Человек в условиях современного производства часто подвергается комбинированному действию вредных веществ, а также воздействию негативных факторов другой природы (физических - шуму, вибрации, электромагнитным и ионизирующим излучениям). При этом возникает эффект сочетанного (при одновременном действии негативных факторов различной природы) или комбинированного (при одновременном действии нескольких химических веществ) действия химических веществ.

Комбинированное действие – это одновременное или последовательное действие на организм нескольких веществ при одном и том же пути их поступления в организм. В зависимости от эффекта токсичности различают несколько типов комбинированного действия.

Многие загрязняющие вещества, содержащиеся в выбросах промышленных предприятий и других источников загрязнения, обладают сходным токсическим действием на живые организмы. Кроме того, ряд веществ может усиливать свою токсичность в присутствии других. Это явление называют эффектом суммации вредного вещества.

Суммация (аддитивное действие) – суммарный эффект действия смеси равен сумме эффектов входящих в смесь компонентов. Суммация характерна для веществ общенаправленного действия, когда вещества оказывают одинаковое воздействие на одни и те же системы организма (например, смеси углеводородов);

Для гигиенической оценки воздушной среды при совместном присутствии в воздухе нескольких веществ, обладающих суммацией действия, сумма их концентраций не должна превышать единицу, т. е.

$$C_1 / ПДК_1 + C_2 / ПДК_2 + \dots + C_n / ПДК_n \leq 1 \quad (1)$$

где C_1, C_2, C_n - концентрации каждого вещества в воздухе, обладающих эффектом суммации, мг/м³

ПДК₁...ПДК_n - соответствующие им предельно допустимые концентрации этих веществ, мг/м³

Потенцирование (синергетическое действие) – вещества действуют так, что одно вещество усиливает действие другого. Эффект синергизма больше аддитивного. Например, алкоголь значительно повышает опасность отравления анилином.

Антагонизм – одно вещество ослабляет действие другого. Эффект меньше аддитивного. Например, эзерин значительно снижает действие антропина, являясь его противоядием.

Независимость – эффект не отличается от изолированного действия каждого из веществ. Независимость характерна для веществ разнонаправленного действия, когда вещества оказывают различное влияние на организм и воздействуют на разные органы. Например, бензол и раздражающие газы.

Наряду с комбинированным действием веществ выделяется комплексное действие. При комплексном действии вредные вещества поступают в организм одновременно, но разными путями. Например, через органы дыхания и кожу, органы дыхания и желудочно-кишечный тракт)

2. Гигиеническое нормирование негативных факторов

Требование полного отсутствия вредных веществ в зоне дыхания работающих часто

невыполнимо, поэтому особую важность приобретает гигиеническое нормирование, т. е. ограничение содержания вредных веществ в воздухе рабочей зоны до предельно допустимых концентраций. Гигиенические нормативы 2.25.1313-03 «Предельно допустимые концентрации в воздухе рабочей зоны» устанавливают ПДК вредных веществ в рабочей зоне ПДК_{рз}.

Для исключения необратимых биологических эффектов ограничивают воздействие негативных факторов предельно допустимыми уровнями (ПДУ) или предельно допустимыми концентрациями (ПДК).

ПДК и ПДУ- это максимальное значение факторов, которые, воздействуя на человека (изолированно или в сочетании с другими факторами) в течение рабочей смены, ежедневно, на протяжении всего трудового стажа, не вызывает у него и у его потомства биологических изменений, даже скрытых и временно компенсируемых, в том числе заболеваний, изменений реактивности, адаптационно-компенсаторных возможностей, иммунологических реакций, нарушений физиологических циклов, а также психологических нарушений (снижения интеллектуальных и эмоциональных способностей, умственной работоспособности, надежности).

ПДК и ПДУ устанавливают для производственной среды и населенных мест. При их установлении необходимо руководствоваться следующими принципами:

-приоритет (важность) всех медицинских и биологических показаний к установлению санитарных регламентов перед прочими подходами (техническая достижимость, экономические требования, целесообразность);

-пороговость для всех типов действия неблагоприятных факторов (в том числе химических соединений мутагенного и канцерогенного действия, ионизирующего излучения), т. е. порог воздействия, ниже которого не наблюдается никакого отрицательного влияния факторов;

-опережение разработки и внедрения профилактических мероприятий и средств защиты по сравнению с моментом появления опасного фактора.

До недавнего времени предельно допустимые концентрации вредных веществ вредных веществ оценивали только как максимально разовые ПДК_{max}. Превышение их даже в течение короткого времени запрещалось. В последнее время для веществ, обладающих свойствами накапливаться в организме (свинец, ртуть, медь), была введена среднесменная концентрация (ПДК_{см}), получаемая путем непрерывного или прерывистого отбора проб воздуха при суммарном времени не менее 75 % продолжительности рабочей смены. Например, ртуть имеет ПДК_{рз} = 0,01 мг/м³, а ПДК_{см} = 0,005 мг/м³.

Содержание вредных веществ в атмосферном воздухе населенных мест также ограничивается величинами ПДК, нормируются средняя суточная концентрация вещества (ПДК_{с.с.}) и максимальная разовая (ПДК_{max}).

Предельно-допустимая концентрация вредных веществ в воздухе рабочей зоны (ПДК, мг/м³) - это концентрация, которая при ежедневной (кроме выходных дней) работе в течение 8 ч или другой продолжительности, но не более 41 ч в неделю в течение всего рабочего стажа не может вызвать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья, обнаруживаемых современными методами исследования в процессе работы или отдаленные сроки жизни настоящего и последующих поколений.

Максимально разовая предельно допустимая концентрация ПДК_{max} - это такая концентрация вредного вещества в воздухе, которая не должна вызывать при вдыхании его в течении 30 мин рефлекторных реакций в организме человека (ощущение запаха, изменение световой чувствительности глаз и др.)

Среднесуточная ПДК_{с.с.} - это такая концентрация вредного вещества в воздухе, которая не должна оказывать на человека прямого или косвенного вредного воздействия при неопределенно долгом (годы) воздействии.

Содержание вредных веществ в воздухе регламентируется ГОСТ 12.1.005 - 88 «ССБТ Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны», СНИП, отраслевыми правилами.

3. Мероприятия по обеспечению безопасности труда при контакте с вредными веществами

1. Замена вредных веществ менее вредными и безвредными;
2. Внедрение прогрессивной технологии;
3. Выбор оборудования, не допускающих выделения вредных веществ, а также санитарно-технического оборудования- отопления, вентиляции, водопровода, канализации;
4. Организация и регулирование обмена воздуха в помещении;
5. Рациональная планировка помещения;
6. Использование средств индивидуальной защиты;
7. Специальная подготовка и инструктаж обслуживающего персонала;
8. Проведение предварительных и периодических медицинских осмотров;
9. Контроль за содержанием вредных веществ в воздухе рабочей зоны;
10. Обеспечение работающих, связанных с вредными условиями труда, профпитанием.

4. Порядок выполнения работы

Методика сравнения фактической концентрации с ПДК проводится на основе заданной фактической концентрации набора веществ согласно варианту и ПДК согласно ГОСТ 12. 1.005 – 88 (табл. 1)

1. Выбрать вариант задания согласно зачетной книжки студента (последние две цифры). Заполнить таблицу 3 согласно варианта. Сопоставить данные по варианту концентрации веществ с ПДК сделать вывод о соответствии нормам каждого из веществ в отдельности по графам 9 – 11 таблицы 3, т. е. ... \square ПДК, ... \square ПДК, ... = ПДК.

2. Далее необходимо принять решение о соответствии нормам заданной по варианту совокупности веществ при их одновременном воздействии и вредном воздействии на человека.

3. Эффект суммации оценивается по набору веществ согласно варианта и перечню веществ, обладающих суммацией действия и затем последующим расчетом по формуле (1).

Выявить вещества, обладающие суммацией действия, обозначив их символом « \square » перед названием вещества (использовать таблицу 2). При этом считать, что эффект суммации имеет место, если хотя бы два из веществ, заданных по варианту, имеются в таблице 2. Рассчитать эффект суммации по формуле 1.

4. Оформить отчет к расчетной работе в виде таблицы 3 и сделать выводы о соответствии нормам фактических значений концентраций веществ, обладающих эффектом суммации («соответствует» или «не соответствует»).

В случае несоответствия вредных веществ (данных в варианте) гигиеническим нормам, предложить мероприятия по снижению выбросов и методы защиты работников от воздействия вредных веществ.

Таблица 1

Предельно допустимые концентрации вредных веществ, ПДК мг/м³

Вредное вещество	В воздухе рабочей зоны, мг/м ³	В воздухе населенных мест, максимально разовое воздействие не более 30 мин.	В воздухе населенных мест, среднесуточное воздействие более 30 мин	Класс опасности вещества	Особенности воздействия на организм
Азот двуокись	2	0,085	0,04	2	О
Азота окислы	5	0,6	0,06	3	О
Азотная кислота	2	0,4	0,15	2	-
Акролеин	0,2	0,03	0,03	3	-
Алюминий окись	6	0,2	0,04	4	-
Аммиак	20	0,2	0,04	4	Ф
Ацетон	200	0,35	0,35	4	-
Аэрозоль пяти-					

окиси ванадия	0,1	-	0,02	1	-
Бензол	5	1,5	0,1	2	К
Винилацетат	10	0,15	0,15	3	-
Вольфрам	6	-	0,1	3	Ф
Вольфрамовый ангидрид	6	-	0,15	3	Ф
Дихлорэтан	10	3	1	2	-
Кремний двуокись	1	0,15	0,06	3	Ф
Ксилол	50	0,2	0,2	3	-
Метиловый спирт	5	1	0,5	3	-
Озон	0,1	0,16	0,03	1	О
Полипропилен	10	3	3	3	-
Ртуть	0,01..... 0,0005	-	0,0003	1	-
Серная кислота	1	0,3	0,1	2	-
Сернистый ангидрид	10	0,5	0,05	3	-
Сода кальцинированная	2	-	-	3	-
Соляная кислота	5	-	-	2	-
Толуол	50	0,6	0,6	3	-
Оксид углерода	20	5	3	4	Ф
Фенол	0,3	0,01	0,003	2	-
Формальдегид	0,5	0,035	0,003	2	О, А
Гексан	300	60	-	4	-
Хлор	1	0,1	0,03	2	О
Хрома окись	1	-	-	3	А
Хрома трехокись	0,01	0,0015	0,0015	1	К, А
Этилендиамин	2	0,001	0,001	3	-
Цемент. пыль	6	-	-	4	Ф
Этиловый. спирт	1000	5	5	4	-

Примечание: О – вещества с остронаправленным механизмом воздействия, опасное для развития острых отравлений, за содержанием которых в воздухе требуется автоматический контроль; А – вещества, способные вызвать аллергические заболевания в производственных условиях; К – канцерогены; Ф – аэрозоли, преимущественно фиброгенного действия.

Таблица 2

Перечень веществ, обладающих эффектом суммации

1. Ацетон, акролеин, фталевый ангидрид	21. Оксид углерода, двуокись азота, формальдегид, гексан
2. Ацетон, фенол	22. Пропионовая кислота и пропионовый альдегид
3. Ацетон и ацетофенол	23. Сернистый ангидрид и аэрозоль серной кислоты
4. Ацетон, фурфурол, формальдегид, фенол	24. Сернистый ангидрид и никель металлический
5. Ацеальдегид и винилацетат	25. Сернистый ангидрид и сероводород
6. Аэрозоли пятиокси ванадия и оксиды	26. Сернистый ангидрид и двуокись азота

марганца	
7. Аэрозоли пятиокси ванадия, сернистый ангидрид	27. Сернистый ангидрид, оксид углерода, фенол, пыль конвенторного производства
8. Аэрозоли пятиокси ванадия и оксид хрома	28. Сернистый ангидрид, оксид углерода, двуокись азота, фенол
9. Бензол и ацетофенол	29. Сернистый ангидрид и фенол
10. Валериановая, капроновая и масляная кислоты	30. Сернистый ангидрид и фтористый водород
11. Вольфрамвый и сернистый ангидриды	31. Серный и сернистый ангидриды, аммиак и азота окислы
12. Гексахлоран и фазолон	32. Сероводород и динил
3. Изопропилбензол, гидроперекись изопропилбензола	33. Сильные минеральные кислоты (серная, хлористоводородная, азотная, соляная)
14. Изобутенилкарбинол и диметилвинилкарбонил	34. Оксид углерода и пыль цементного производства
15. Метилдигидропиран и метилентетрагидропиран	35. Уксусная кислота и уксусный ангидрид
16. Мышьяковистый ангидрид и свинца ацетат	36. Фенол и ацетофенол
17. Мышьяковистый ангидрид и германий	37. Фурфурол, метиловый и этиловый спирты
18. Озон, двуокись азота и формальдегид	38. Циклогексан и бензол
19. Этилен, пропилен, бутилен и амилен	

Таблица

Таблица вариантов заданий к практической работе

Номер варианта	Вещество	Фактическая концентрация мг/м ³	Номер варианта	Вещество	Фактическая концентрация мг/м ³
1	2	3	4	5	6
1	Фенол	0,001	13	Азот окислы	0,1
	Азот окислы	0,1		Алюминий окись	5,0
	Вольфрам	10		Фенол	0,01
	Полипропилен	5,0		Бензол	0,05
	Ацетон	0,5		Формальдегид	0,01
	Формальдегид	0,02		Винилацетат	0,1
2	Аммиак	0,01	14	Азотная кислота	0,5
	Ацетон	150		Толуол	0,6
	Бензол	0,05		Винилацетат	0,15
	Озон	0,001		Оксид углерода	10,0
	Дихлорэтан	5,0		Алюминий окись	10,0
	Фенол	0,5		Гексан	0,01
3	Акролеин	0,01	15	Азота двуокись	0,5
	Дихлорэтан	4,0		Ацетон	0,2
	Хлор	0,02		Бензол	0,05
	Оксид углерода	10,0		Фенол	0,01
	Сернистый ангидрид	0,03 0,1		Оксид углерода	10,0
	Хрома окись			Винилацетат	0,1
	Озон	0,01		Акролеин	0,01

4	Метиловый спирт Ксилол Азот двуокись Формальдегид Толуол	0,2 0,5 0,5 0,01 0,5	16	Дихлорэтан Хлор Хрома трехокись Ксилол Ацетон	5,0 0,01 0,1 0,3 0,1
5	Акролеин Дихлорэтан Озон Оксид углерода Формальдегид Вольфрам	0,01 5,0 0,01 15 0,02 4,0	17	Оксид углерода Этилендиамин Аммиак Азота двуокись Ацетон Бензол	10 0,1 0,1 5,0 100 0,05
6	Азота двуокись Аммиак Хрома окись Сернистый ангидрид Ртуть Акролеин	0,04 0,5 0,2 0,5 0,001 0,01	18	Серная кислота Азотная кисл. Кремний двуокись Фенол Ацетон Озон	0,5 0,5 0,2 0,01 0,2 0,001
7	Этиловый спирт Оксид углерода Озон Серная кислота Соляная кислот. Сернистый ангидр	150 15,0 0,01 0,05 5,0 0,05	19	Аммиак Азот окислы Вольфрам Алюминия окись Оксид углерода Фенол	0,001 0,1 4,0 5,0 5,0 0,01
1	2	3	4	5	6
8	Аммиак Азота двуокись Вольфрамовый ангидрид Хрома трехокись Озон Дихлорэтан	0,5 1,0 5,0 0,2 0,001 5,0	20	Ацетон Фенол Формальдегид Полипропилен Толуол Винилацетат	0,3 0,003 0,02 8,0 0,7 0,15
9	Азота двуокись Озон Оксид углерода Дихлорэтан Сода кальцинированная Ртуть	5,0 0,001 10,0 5,0 1,0 0,001	21	Метиловый спирт Этиловый спирт Цементная пыль Оксид углерода Ртуть Ксилол	0,3 100 220 15,0 0,001 0,5
10	Ацетон Оксид углерода Кремния двуокись	0,2 15,0 0,2	22	Оксид углерода Азота двуокись Формальдегид Акролеин Дихлорэтан	10,0 1,0 0,02 0,01 0,5

	Фенол	0,003		Озон	0,02
	Формальдегид	0,02			
	Толуол	0,05			
11	Аэрозоль пяти- окси ванадия Хрома трехокись	0,05 0,1	23	Сернистый ангидрид Серная кислота Вольфрамовый ангидрид	0,5 0,05 5,0
	Хлор	0,02		Хрома трехокись	0,5
	Оксид углерода	10,0		Азота двуокись	0,05
	Азота двуокись	1,0		Аммиак	0,5
	Озон	0,1			
12	Азот окислы	0,1	24	Аммиак	0,05
	Алюминия окислы	5,0		Азот окислы	0,1
	Формальдегид	0,02		Оксид углерода	15,0
	Винилацетат	0,1		Фенол	0,005
	Бензол	0,05		Вольфрам	4,0
	Фенол	0,005		Алюминия окись	3,0

Таблица 3

Исходные данные и нормирующие значения

Номер варианта	Вещество	Фактическая концентрация вредного вещества, мг/м ³	Концентрация вредного в-ва, мг/м ³ , ПДК в воздухе рабочей зоны	Концентрация вредного в-ва ПДК _{макс} в воздухе населенных мест, мг/м ³	Концентрация вредного в-ва ПДК _{сс} в воздухе населенных мест, мг/м ³	Класс опасности и особенности воздействия	Соответствие нормам каждого из в-в в отдельности в воздухе рабочей зоны	Соответствие нормам каждого из в-в в отдельности в воздухе населенных мест при времени воздействия	
								< 30 мин	> 30 мин
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Примечание: В графах 8, 9, 10 соответствие нормам обозначить знаком (+), а несоответствие знаком (-).

3. Методические рекомендации выполнению расчетно-графической работы

Методические рекомендации выполнению расчетно-графической работы приведены в «Методические указания к выполнению расчетно-графической работы по дисциплине «Основы токсикологии и экологическое нормирование» для направления 20.03.01 «Техносферная безопасность» всех форм обучения».

4. Методические рекомендации по организации самостоятельной работы

Успешное освоение компетенций, формируемых учебной дисциплиной, предполагает оптимальное использование времени для самостоятельной работы.

Самостоятельная работа обучающегося - деятельность, которую он выполняет без непосредственного участия преподавателя, но по его заданию, под его руководством и наблюдением. Обучающийся, обладающий навыками самостоятельной работы, активнее и глубже усваивает учебный материал, оказывается лучше подготовленным к творческому труду, к самообразованию и продолжению обучения.

Самостоятельная работа может быть аудиторной и внеаудиторной. Границы между этими видами работ относительны, а сами виды самостоятельной работы пересекаются.

Аудиторная самостоятельная работа осуществляется во время проведения учебных занятий по дисциплине (модулю) по заданию преподавателя. Включает в себя:

- выполнение самостоятельных работ, участие в тестировании;
- выполнение контрольных, практических и лабораторных работ;
- решение задач и упражнений, составление графических изображений (схем, диаграмм, таблиц и т.п.);
- работу со справочной, методической, специальной литературой;
- оформление отчета о выполненных работах;
- подготовка к дискуссии, выполнения заданий в деловой игре и т.д.

Внеаудиторная самостоятельная работа (в библиотеке, в лаборатории МГТУ, в домашних условиях, в специальных помещениях для самостоятельной работы в МГТУ и т.д.) является текущей обязательной работой над учебным материалом (в соответствии с рабочей программой), которая не предполагает непосредственного и непрерывного руководства со стороны преподавателя.

Внеаудиторная самостоятельная работа по дисциплине может включать в себя:

- подготовку к аудиторным занятиям (лекциям, практическим занятиям, лабораторным работам и др.) и выполнение необходимых домашних заданий;
- работу над отдельными темами дисциплины (модуля), вынесенными на самостоятельное изучение в соответствии с рабочей программой;
- проработку материала из перечня основной и дополнительной литературы по дисциплине, по конспектам лекций;
- написание рефератов, докладов, эссе, отчетов, подготовка мультимедийных презентаций, составление глоссария и др.;
- другие виды самостоятельной работы.

Содержание самостоятельной работы определяется рабочей программой дисциплины. Задания для самостоятельной работы имеют четкие календарные сроки выполнения.

Выполнение любого вида самостоятельной работы предполагает прохождение обучающимся следующих этапов:

1. Определение цели самостоятельной работы.
2. Конкретизация познавательной (проблемной или практической) задачи.
3. Самооценка готовности к самостоятельной работе по решению поставленной или выбранной задачи.

4. Выбор адекватного способа действий, ведущего к решению задачи (выбор путей и средств для ее решения).
5. Планирование (самостоятельно или с помощью преподавателя) самостоятельной работы по решению задачи.
6. Реализация программы выполнения самостоятельной работы.
7. Самоконтроль выполнения самостоятельной работы, оценивание полученных результатов.
8. Рефлексия собственной учебной деятельности.

Работа с научной и учебной литературой

Работа с учебной и научной литературой является главной формой самостоятельной работы и необходима при подготовке к устному опросу на семинарских занятиях, к контрольным работам, тестированию, зачету.

В процессе работы с учебной и научной литературой студент может:

- делать записи по ходу чтения в виде простого или развернутого плана (создавать перечень основных вопросов, рассмотренных в источнике);
- составлять тезисы (цитирование наиболее важных мест статьи или монографии, короткое изложение основных мыслей автора);
- готовить аннотации (краткое обобщение основных вопросов работы);
- создавать конспекты (развернутые тезисы, которые).

Выбрав нужный источник, следует найти интересующий раздел по оглавлению или алфавитному указателю, а также одноименный раздел конспекта лекций или учебного пособия. В случае возникших затруднений в понимании учебного материала следует обратиться к другим источникам, где изложение может оказаться более доступным. Необходимо отметить, что работа с литературой не только полезна как средство более глубокого изучения любой дисциплины, но и является неотъемлемой частью профессиональной деятельности будущего выпускника.

Решение ситуационных задач (кейс-заданий)

Кейс-задание (англ. *case*- случай, ситуация) - задание, связанное с конкретной последовательностью действий и направленное на разбор, осмысление и решение реальной профессионально-ориентированной ситуации.

Решение ситуационных задач направлено на формирование умения анализировать в короткие сроки большой объем неупорядоченной информации, принятия решений в условиях недостаточной информации, готовности использовать собственные индивидуальные креативные способности для решения исследовательских задач.

Рекомендации по работе с кейсом:

- сначала необходимо прочитать всю имеющуюся информацию, чтобы составить целостное представление о ситуации; не следует сразу ее анализировать, желательно лишь выделить в ней данные, показавшиеся важными;
- требуется охарактеризовать ситуацию, определить ее сущность и отметить второстепенные элементы, а также сформулировать основную проблему и проблемы, ей подчиненные;
- важно оценить все факты, касающиеся основной проблемы (не все факты, изложенные в ситуации, могут быть прямо связаны с ней), и попытаться установить взаимосвязь между приведенными данными;
- следует сформулировать критерий для проверки правильности предложенного решения, попытаться найти альтернативные способы решения, если такие существуют, и определить вариант, наиболее удовлетворяющий выбранному критерию.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИЗУЧЕНИЮ ТЕМ

Тема 1. Основные понятия токсикологии

Необходимо изучить лекционный материал и ответить на вопросы, при необходимости использовать рекомендуемую литературу.

Вопросы для самопроверки:

1. Назовите объект, предмет, методы и задачи токсикологии.
2. Охарактеризуйте кратко задачи экотоксикологии.
3. В чем состоит место токсикологии среди естественных дисциплин?
4. В чем заключается актуальность токсикологических знаний?
5. В чем состоят экологические аспекты токсикологии?

Тема 2. Воздействие химических веществ на популяции и экосистемы

Во вводной теме дисциплины необходимо познакомиться с общим химическим загрязнением биосферы, источниками и масштабами поступления основных токсикантов в биосферу, явлением экологического метаболизма.

Вопросы для самопроверки:

1. Дайте определение общему химическому загрязнению.
2. Охарактеризуйте химическое и токсикологическое загрязнение.
3. Какова сущность явления экологического метаболизма?
4. Какими путями осуществляется миграция основных токсикантов в природных экосистемах?

Тема 2. Общая характеристика токсикантов

В данной теме необходимо вначале ознакомиться с понятием «токсикант», «вредное вещество», «яд», «ксенобиотик».

Далее следует рассмотреть различные классификации вредных веществ-химическую, практическую (по цели применения), гигиеническую (по степени токсичности), токсикологическую (по виду токсикологического действия), по «избирательности» токсичности, по агрегатному состоянию.

Далее рассматривается токсикологическая классификация ядов, классификация ядов по избирательной токсичности, классификация промышленных ядов.

Характер воздействия токсикантов на организм согласно ГОСТ 12.0.003-74

Вопросы для самопроверки:

1. Раскройте понятия «токсикант», «вредное вещество», «яд», «ксенобиотик».
2. Опишите химическую классификацию вредных веществ.
3. В чем суть практической классификации вредных веществ (по цели применения)?
4. Расскажите о токсикологической классификации вредных веществ (по виду токсикологического действия).
5. Расскажите о классификации по «избирательности» токсичности.

Тема 3. Свойства токсиканта, определяющие токсичность.

В данной теме рассматриваются свойства ксенобиотиков, определяющие их токсичность.

Также следует уделить внимание важной токсикологической характеристике - способности ксенобиотиков к биодegradации.

Вопросы для самопроверки:

1. Какие физико-химические свойства определяют токсичность ксенобиотика?
2. Как размеры молекулы влияют на токсичность вещества?
3. Что такое биодegradабельные токсиканты?
4. Что такое персистентные ксенобиотики.
5. Каково влияние конформации молекулы на токсичность веществ?

Тема 4. Параметры и основные закономерности токсикометрии

При изучении данной темы студентам необходимо усвоить разницу в происхождении и использовании первичных и вторичных параметров (критериев) токсикометрии.

Также студентам необходимо рассмотреть понятия смертельных доз и концентраций (LD, LC) или несмертельных (эффективные) доз и концентраций (ED, EC). Усвоить понятия порога действия, степени токсичности, коэффициента кумуляции.

Изучая производные параметры токсикометрии, изучить показатели КВЮ, Зону острого действия (Zac), зону хронического действия (Zch).

Вопросы для самопроверки:

1. Какие первичные параметры (критериев) токсикометрии вы знаете?
2. Что такое смертельные дозы и концентрации (LD, LC)?
3. Расскажите о показателях КВЮ, зонах острого действия (Zac), хронического действия (Zch).

Тема 5. Токсический процесс.

Необходимо изучить лекционный материал и ответить на вопросы, при необходимости использовать рекомендуемую литературу.

Вопросы для самопроверки:

1. Какие типы проявления токсического процесса Вам известны?
2. В чем суть цитотоксичности?
3. Охарактеризуйте основные характеристики токсического процесса на уровне целостного организма.
4. Охарактеризуйте общие характеристики интоксикаций.

Тема 6. Основы токсикодинамики.

Необходимо изучить лекционный материал и ответить на вопросы, при необходимости использовать рекомендуемую литературу.

Вопросы для самопроверки:

1. Каково определение понятия "рецептор" в токсикологии?
2. В чем заключаются механизмы цитотоксичности?
3. Охарактеризуйте основные механизмы токсического действия.

Тема 7. Основы токсикокинетики.

Необходимо изучить лекционный материал и ответить на вопросы, при необходимости использовать рекомендуемую литературу.

Вопросы для самопроверки:

1. Охарактеризуйте механизмы биологического потребления токсикантов.
2. Что включает в себя определение токсикокинетики?
3. Расшифруйте понятие «пиноцитоз».

Тема 8. Трансформация, распределение и кумуляция токсичных веществ.

Необходимо изучить лекционный материал и ответить на вопросы, при необходимости использовать рекомендуемую литературу.

Вопросы для самопроверки:

1. Расскажите о биотрансформации токсичных веществ.
2. Раскройте суть путей биохимической трансформации тяжелых металлов.
3. Охарактеризуйте явление и способность к кумуляции и привыкания к ядам.

Тема 10. Специфика токсического действия вредных веществ

Необходимо изучить лекционный материал и ответить на вопросы, при необходимости использовать рекомендуемую литературу.

Вопросы для самопроверки:

1. В чем суть и эффект совместного действия токсикантов?
2. Расскажите об адаптации разноуровневых биосистем к токсическому воздействию.

Тема 11. Нормирование содержания вредных веществ в окружающей среде.

Необходимо изучить лекционный материал и ответить на вопросы, при необходимости использовать рекомендуемую литературу.

Вопросы для самопроверки:

1. В чем заключается суть гигиенического нормирования содержания вредных веществ?
2. Расскажите о нормировании загрязнений атмосферного воздуха, водоемов, почв и продуктов питания.

5. Методические рекомендации по подготовке обучающегося к промежуточной аттестации

Учебным планом по дисциплине «Основы токсикологии и экологическое нормирование» предусмотрена(ы) следующая(ие)форма(ы) промежуточной аттестации :**экзамен.**

Промежуточная аттестация направлена на проверку конечных результатов освоения дисциплины.

При подготовке к экзамену целесообразно:

- внимательно изучить перечень вопросов и определить, в каких источниках находятся сведения, необходимые для ответа на них;
- внимательно прочитать рекомендованную литературу;
- составить краткие конспекты ответов (планы ответов).

При повторении материала нежелательно использовать много книг. Основным источником подготовки к экзамену является конспект лекций. Следует запоминать термины и категории, поскольку в их определениях содержатся признаки, позволяющие уяснить их сущность и отличить эти понятия от других. В ходе подготовки обучающимся необходимо обращать внимание не только на уровень запоминания, но и на степень понимания категорий и реальных профильных проблем. Подготовка к экзамену должна в разумных пропорциях сочетать и запоминание, и понимание программного материала. В этот период полезным может быть общение обучающихся с преподавателями по дисциплине на групповых и индивидуальных консультациях.

Подготовку по билету на экзамене надо начинать с того, что помнится лучше всего. Однако, готовясь по одному вопросу, на отдельном листе нужно постоянно кратко записывать и те моменты, которые «всплывают» в памяти и по другим вопросам билета.

Во время экзамена обучающиеся могут пользоваться программой дисциплины, а также, с разрешения экзаменатора, справочной литературой.

По окончании ответа экзаменатор может задать обучающемуся дополнительные и уточняющие вопросы.

Положительным будет стремление обучающегося изложить различные точки зрения на рассматриваемую проблему, выразить свое отношение к ней, применить теоретические знания по современным проблемам.