

Министерство образования и науки Российской Федерации
Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
ФГБОУ ВО Иркутский государственный аграрный университет
имени А.А.Ежевского

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

по выполнению курсовой работы

по основам экотоксикологии

студентами

направления подготовки

35.03.03 Агрохимия и агропочвоведение

Молодежный 2020

УДК 504.5 (072)

Рекомендовано к печати методической комиссией агрономического факультета Иркутского государственного аграрного университета имени А.А. Ежевского
(протокол №4 от 15 декабря 2021)

Методические указания по выполнению курсовой работы по основам экотоксикологии студентами по направлению подготовки 35.03.03 Агрохимия и агропочвоведение

Составитель: к.б.н., Матвеева Н.В.

Иркутск: ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ – 2020., 22 страницы

Методические указания составлены в помощь студенту агрономического факультета направлений подготовки 35.03.03 Агрохимия и агропочвоведение для выполнения курсовой работы по дисциплине «основы экотоксикологии». В работе приведены содержание и требования к написанию работы, теоретические вопросы, приведен список литературы.

Методические указания могут быть использованы при реализации образовательных программ с использованием электронного обучения, дистанционных образовательных технологий

Рецензент: к.б.н., Рябинина О.В.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины:

- формирование знаний в области экологически токсичных веществ, направленное на снижение и предотвращение загрязнения экосистем токсикантами и получение безопасной сельскохозяйственной продукции.

Основные задачи освоения дисциплины:

- определять основные виды токсикантов и механизмы их влияния;
- освоить методы анализа токсикантов в объектах окружающей среды и в сельскохозяйственной продукции.
- уметь предотвращать и устранять загрязнения сельскохозяйственной продукции.

Результатом освоения дисциплины «Основы экотоксикологии» является овладение бакалаврами по направлению подготовки 35.03.03 «Агрохимия и агропочвоведение» следующих видов профессиональной деятельности:

Виды профессиональной деятельности в соответствии с ОП:

- организационно-управленческая;
- аналитическая;
- научно-исследовательская.

в том числе компетенциями заданными ФГОС ВО

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «Основы экотоксикологии» находится в вариативной части блока обязательных дисциплин учебного плана. Приступая к изучению данной дисциплины, студент должен иметь базовые знания по дисциплинам: Химия неорганическая, Химия аналитическая, Методы экологических исследований, Химия окружающей среды.

Знания и умения, полученные в результате освоения дисциплины «основы экотоксикологии», являются необходимыми для изучения следующих дисциплин: Оценка воздействия на окружающую среду и экологическая экспертиза, Экологически безопасные технологии в земледелии, Стандартизация сельскохозяйственных объектов

Дисциплина изучается на 4 курсе в 7 семестре.

Введение

Экотоксикология – это наука, которая изучает законы взаимодействия ядов с живыми организмами на различных уровнях их структурно-функционального развития в зависимости от различных экологических факторов.

Активизация хозяйственно-производственной деятельности человека в современных условиях природопользования и глобальные масштабы ее антропогенного воздействия на главные составляющие биосферы создают ситуацию острого экологического кризиса, обусловленную деградацией объектов окружающей среды. В связи с этим для оптимизации условий взаимодействия человека с природой важной представляется роль всестороннего анализа окружающей природной среды, главными задачами которого является комплексная оценка экологического резерва биосферы и ее потенциальных возможностей к самовосстановлению и самоочищению, анализ широкого спектра различных типов воздействия (как приоритетных, так и не приоритетных) на природные экосистемы и изучение специфических особенностей этих воздействий.

Многоплановая проблема безопасности прогресса, научно обоснованное и целенаправленное решение которой определяет возможности устойчивого развития цивилизации, наряду с системой технологических, технических, экономических и иных решений требует также всестороннего анализа и оценки взаимодействия человека с окружающей природной, производственной и бытовой средами обитания для предотвращения возникновения экстремальных ситуаций, зон постоянного риска, а в итоге для реального достижения безопасности жизнедеятельности.

От экологической грамотности специалистов сельского хозяйства зависят защита окружающей среды от прямого загрязнения и разрушения, снижение ресурсо-, материало- и энергоемкости сельскохозяйственного производства, внедрение малоотходных технологических систем и процессов, минимизация потерь сельскохозяйственной продукции, внедрение природосообразных систем ведения земледелия, животноводства, оптимизация ландшафта сельскохозяйственных районов, производство экологически чистой продукции и т.д. Принципиально важно придать экологическую направленность сельскохозяйственным технологиям с учетом дальнейших путей развития научно-технического прогресса, особенностей специализации и концентрации по природно-хозяйственным зонам. Концепция природосообразности должна быть заложена в производственные системы, а при оценке производительности следует учитывать соотношение полученной продукции с объемом использованных ресурсов и удаленных отходов.

Сельскохозяйственная отрасль производства является наиболее уязвимой с точки зрения оказания влияния на здоровье человека, что увеличивает опасность действия токсикантов.

Поэтому для специалиста-агроэколога важно знать свойства экотоксикантов, источники их происхождения, пути попадания и миграцию в природных средах. Нужно уметь оценить их реальную опасность для живых организмов, человека, природных сред. Необходимо грамотно составить и предложить мероприятия по уменьшению опасности экотоксикантов и предупреждению загрязнения ими природы.

1. Цель и задачи курсовой работы

Курсовая работа по основам экотоксикологии является важным звеном учебного процесса. Сельскохозяйственная токсикология имеет важное значение для человека, т.к. аграрная отрасль производства является источником пищевых продуктов, поскольку с продуктами питания человек получает от 70 до 90% всех загрязнителей. Поэтому целью курсовой работы является – изучение отдельных поллютантов, особенностей их поведения в окружающей среде, воздействия на растения и живые организмы, а также разработка мероприятий по снижению токсичности токсикантов и получение экологически чистой продукции растениеводства.

В результате выполнения курсовой работы студенты должны:

Иметь полное представление о поведении токсикантов в окружающей среде, путем знакомства с дополнительной литературой и практическими расчетами;

Знать и применять эффективные меры по снижению негативных последствий применения или поступления загрязняющих веществ в окружающую среду;

На основе полученных знаний умело подобрать ассортимент сельскохозяйственных растений для выращивания в условиях присутствия отдельных токсикантов;

Предложить мероприятия по получению экологически безопасной продукции растениеводства.

2. Оформление работы

Курсовая работа по основам экотоксикологии должна представлять компьютерный набор материала на одной странице стандартного листа общим объемом 20-25 стр, шрифт TimesNewRoman14. Поля: слева 3,5 см, справа 1,5 см, сверху и снизу – 2 см. Листы работы нумеруются

последовательно арабскими цифрами, расположенными в верхней части листа. Титульный лист включается в общую нумерацию страниц, но номер на нем не ставится.

Разделы работы нумеруются по порядку арабскими цифрами. Разделы могут быть разделены на подразделы, которые имеют порядковую нумерацию в пределах раздела. Каждый раздел начинается с новой страницы. Материалы разделов оформляются в виде таблиц, рисунков, схем, которые нумеруются в пределах раздела и обязательно сопровождаются пояснительным текстом.

После полной подготовки работы студент подписывает, датирует ее и передает лаборанту кафедры Агроэкология и химия для регистрации.

3. Содержание и методика выполнения курсовой работы

Курсовая работа выполняется в следующей последовательности и в обязательном порядке включает следующие положения и разделы:

- Титульный лист

Содержание

Введение

Раздел 1. Характеристика поллютанта. Его токсичность, вредоносность.

Раздел 2. Агротехнические и агрохимические мероприятия, уменьшающие токсичность поллютантов

Раздел 3. Регламенты и нормативы природоохранного использования химических и биологических средств защиты растений

Раздел 4. Характеристика экотоксикологической ситуации, сложившейся под влиянием ксенобиотиков

Раздел 5. Методы контроля за содержанием токсикантов в природных средах и сельскохозяйственной продукции

Раздел 9. Пути и меры снижения вредного влияния токсикантов

Заключение

ОБЩИЙ ПЛАН КУРСОВОЙ РАБОТЫ

1. Источники поступления токсикантов, распространение в природе, региональное, локальное (импактное).
2. Физические, химические и токсикологические свойства экотоксикантов и их метаболитов.
3. Методы анализа экотоксикантов в объектах окружающей среды и в сельскохозяйственной продукции;
4. Поведение токсикантов в природных средах и живых организмах, (почва, вода, воздух, растения, животные). Поступление в пищевые цепи. Биотрансформация. Микробный распад. Фотохимическое разложение. Химическая трансформация. Основные почвенные факторы влияющие на поведение токсикантов (гумус, реакция среды, окислительно-восстановительные условия, плотность, механический и минералогический состав).
5. Механизм действия ядовитых веществ на живые организмы: растения, почвенное бионаселение (микрофлора, мезофауна, земляные черви), пчёл, домашних и диких животных, водные-организмы, человека. Особенности их функционирования (проникновение, адсорбция, миграция; метаболические превращения; биотрансформация; окисление; гидролиз; конъюгирование)
6. Воздействие на экспериментальных животных и тест-системы *in Vitro*. Однократное воздействие: оральное, ингаляционное; воздействие на кожные покровы, репродуктивную функцию, эмбриотоксичность и тератогенность, эндокринную систему, мутагенность, канцерогенность;
7. Избирательность действия; механизм сопротивляемости действию токсикантов, его внешние и внутренние факторы; толерантность высших растений к токсикантам.
8. Диагностические признаки поражения объектов окружающей природной среды.
9. Возможные уровни загрязнения воздуха, воды, почвы, кормов, продуктов питания экотоксикантами.
10. Регламентирование содержания токсикантов. Порядок гигиенического нормирования химических веществ. Этапы определения токсикологических характеристик. Временные токсикологические характеристики.
11. Ускоренное установление санитарных стандартов химических веществ. Расчётные методы определения токсикологических характеристик. Особенности токсикологического нормирования в экосистемах. ПДК.
12. Способы и приёмы снижения отрицательного действия поллютантов на экосистемы.
13. Методика отбора и подготовки образцов для анализа экотоксикантов.
14. Методы контроля содержания токсикантов в природных средах и сельскохозяйственной продукции.

15. Химические, биохимические, биологические, микробиологические методы контроля. Методы определения ядовитых веществ в различных объектах окружающей среды;

16. Особенности мониторинга за экотоксикантами. Выбор приоритетных загрязняющих веществ. Выбор и обоснование пространственных и временных параметров системы наблюдений. Создание системы сбора, передачи и использования информации о распространении токсикантов. "Банки" данных.

14. Техника безопасности и гигиена труда.

15. Принципы оценки ущерба в результате загрязнения окружающей природной среды.

17. Методы предотвращения и устранения загрязнения сельскохозяйственной продукции, рекультивация территории. Детоксикация почв (биологическая, химическая). Применение адсорбентов (антидотов): активированный уголь, ионообменные смолы, глины, солома, торф, зелёные удобрения (сидераты), навоз, компосты, гуза-пан, неорганические соли. Дезактивация при радиоактивном загрязнении.

18. Целесообразные пути и меры снижения вредного влияния

токсикологических нагрузок. Грамотное использование средств химизации.

Внедрение достижений биотехнологии (например, вермикультивирования),

биопрепаратов (микробиологические и др.); стимулятор (НМКФАН и др.),

альгинатов. Возможности альтернативных систем земледелия.

19. Разработка сертификатов качества сельскохозяйственной продукции

Темы курсовых работ

1. Микотоксины в природных средах (почве, воде, воздухе) и сельскохозяйственной продукции.

2. Железо в природных средах (почве, воде, воздухе) и сельскохозяйственной продукции. 3. Критерии и оценка изменения экосистем и состояния здоровья населения.

4. Радиактивные элементы в природных средах (почве, воде, воздухе) и сельскохозяйственной продукции.

5. Хлор и его соединения в природных средах (почве, воде, воздухе) и сельскохозяйственной продукции.

6. Дефолианты в природных средах (почве, воде, воздухе) и сельскохозяйственной продукции.

7. Фтор в природных средах (почве, воде, воздухе) и сельскохозяйственной продукции.
8. Ртуть в природных средах (почве, воде, воздухе) и сельскохозяйственной продукции.
9. Изучение роли водорастворимых органических веществ почв в детоксикации пестицидов, ионов тяжёлых металлов и других токсикантов.
10. Регуляторы роста в природных средах (почве, воде, воздухе) и сельскохозяйственной продукции.
11. Диоксины в природных средах (почве, воде, воздухе) и сельскохозяйственной продукции.
12. Цинк в природных средах (почве, воде, воздухе) и сельскохозяйственной продукции.
13. Мышьяк в природных средах (почве, воде, воздухе) и сельскохозяйственной продукции.
14. Стронций в природных средах (почве, воде, воздухе) и сельскохозяйственной продукции.
15. Пестициды в природных средах (почве, воде, воздухе) и сельскохозяйственной продукции.
16. Гормональные препараты в природных средах (почве, воде, воздухе) и сельскохозяйственной продукции.
17. Свинец в природных средах (почве, воде, воздухе) и сельскохозяйственной продукции.
18. Хлорорганические соединения (полихлорированные бифенилы, хлорорганические пестициды) в природных средах (почве, воде, воздухе) и сельскохозяйственной продукции.
19. Медь в природных средах (почве, воде, воздухе) и сельскохозяйственной продукции.

Практическое задание

Расчет токсидозы

Цель работы: Познакомиться с методиками расчета токсикодозы промышленных ядов.

В условиях производства постоянно обращается большое количество разнообразных химических веществ, многие из которых оказывают неблагоприятное воздействие на здоровье работающих. Действие различных промышленных ядов определяется химической структурой веществ, его физиологическими свойствами, агрегатным состоянием, путями и способами поступления в организм, путями выведения из организма.

Изучение неблагоприятных воздействий химических веществ на организм человека занимается наука токсикология (от греческого *toxicon* - яд и *logos* - учение).

Промышленная токсикология своими корнями уходит в далекие времена Гиппократ (около 460-377 гг. до н.э.), Галена (около 130-200 гг.), Царацельса (1493-1542 гг.) и Рамазини (1633-1714 гг.), когда изучение профессиональных отравлений занимало видное место. В России пионером этих исследований был Е. В. Пеликан (1824-1884 гг.). Основателями промышленной токсикологии являются Н.В. Лазарев (1896 - 1973 гг.) и Н.С. Правдин (1882-1954 гг.).

В настоящее время промышленная токсикология решает следующие задачи:

1. токсикологическая оценка новых промышленных веществ и их гигиеническая регламентация;
2. выяснение механизмов действия ядов, патогенеза интоксикаций, изучение судьбы яда в организме;
3. установление органов-мишеней и критических эффектов, генетических детерминант токсической ответной реакции,
4. оценка риска профессиональных заболеваний.

Все химические вещества характеризуются токсичностью, под которой понимается, присущее химическому агенту свойство оказывать на организм негативное воздействие.

Токсическое действие промышленных ядов, пути их циркуляции, биотрансформации и метаболизма в организме человека зависят прежде всего от их химической активности, физико-химических свойств. Биологический эффект является результатом химического взаимодействия между данным веществом и биологическими субстратами организма на органном, клеточном, молекулярном и других уровнях. Конечный результат воздействия химических веществ на организм человека - *отравление* может быть *острым* или *хроническим* в зависимости от дозы или концентрации воздействующего вещества.

Зависимость между концентрацией яда, временем его воздействия и эффектом при поступлении вредных веществ через верхние дыхательные пути получила количественное обобщение в формуле Габера:

$$W = C \cdot t \text{ или } c \cdot t = \text{const}$$

где W - величина эффекта, от немецкого Wirkung - действие; c - концентрация яда; t - время воздействия.

Формула Габера пригодна для группы веществ, для которых характерна малая скорость накопления в организме (ацетон, метиловый, этиловый спирты) и низкая скорость превращения. Эта зависимость справедлива для такого яда как фосген. Для этого газа время воздействия и концентрация, приводящие к гибели от отёка легких определяются соотношением $c \cdot t = 450$. Поэтому при концентрации фосгена 45 мг/м^3 время воздействия 10 минут, а при концентрации 10 мг/м^3 - 45 минут.

Изучение зависимости между количеством яда и его эффектом (доза-эффект) лежит в основе токсикологических исследований. Все дозы или концентрации ядов, вызывающие тот или иной эффект при воздействии на организм условно делят на:

- смертельные дозы и концентрации, и обозначают DL (доза летальная) и CL (концентрация летальная);

- несмертельные или эффективные и обозначают DE и CE .

Смертельной дозой (концентрацией) принято обозначать количество вещества, поступившего в организм и вызвавшего гибель животных.

Критериями оценки смертельных эффектов являются DL_0 , DL_{16} , DL_{50} , DL_{86} , DL_{100} , то есть дозы, не вызывающие гибели в эксперименте ни одного животного и дозы, приводящие к гибели всех животных. DL_{50} - доза вещества, вызывающая гибель половины взятых в опыт животных.

Концентрации действующих веществ выражаются в единицах веса на единицу объема: мг/м^3 , мг/л , в процентах, в частях на миллион.

Дозы выражаются единицах веса или объема яда на единицу веса животных: мг/кг , мл/кг .

Дозы и концентрации выражают в долях от дозы, вызывающей определённый эффект $1/2 DL_{50}$, $1/10 DL_{50}$ и т.д.

Зависимость между концентрациями действующих веществ и эффектом изображаются графически в виде кривых доза - эффект. Кривые доза - эффект могут быть в виде S-образных кривых, гиперболы, экспоненты и параболы. По величине токсичного эффекта вредные вещества классифицируют по токсичности (табл.1).

Таблица 1 - Классификация вредных веществ по степени токсичности

Показатели	Классы токсичности			
	чрезвычайно токсичные	высокотоксичные	умеренно	Мало
DL_{50} , (внутри) мг/кг	<15	15-150	151-1500	>1500
DL_{50} мг/л	<0,5	0,5-5	5-50	>50

Можно выполнить расчет относительной токсичности пользуясь зависимостями, представленными на рис.1, этот метод называется пробит-анализ.

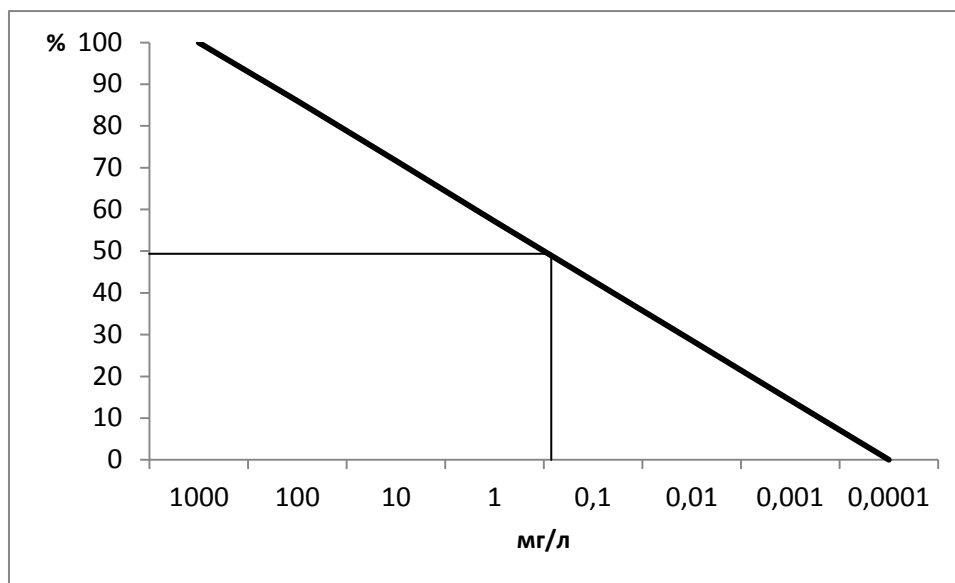


Рис. 1 График расчета относительной токсичности.

По вертикальной оси относительная токсичность в %; по горизонтальной оси - средне смертельные концентрации (CL_{50}) в мг/л.

Задание 1. *Определить относительную токсичность, используя метод пробит-анализа, для следующих веществ при их содержании в воздухе рабочей зоны в концентрациях 100, 50, 20, 10 мг/м³.*

Вещество	CL_{50} , мг/л	Относительная токсичность (%) для концентраций (мг/м ³)			
		100	50	20	10
Бутан	5,80				
Гексан	5,40				
Хлороформ	0,66				
1,2-Дихлорэтан	0,62				
Бензол	0,26				

Задание 2. 1 *Определить коэффициент опасности внезапного острого ингаляционного отравления (КОВОИО)*

Острым профессиональным отравлением называется заболевание возникшее после однократного воздействия вредного вещества на работающего. Острые отравления могут иметь места при авариях, значительных нарушениях технологического режима, правил безопасности, когда содержание вредного вещества в десятки - сотни раз превышает предельно допустимую концентрацию.

ТАК при чистке цистерн высокие концентрации паров бензина могут привести к гибели от паралича дыхательного центра, если пострадавшего не вынести на свежий воздух. Столь же быстрая гибель может наступить при вдыхании больших концентраций сероводорода, вызывающего тканевую аноксию. В промышленной токсикологии существует понятие *КОВОИО* – коэффициент опасности внезапного острого ингаляционного отравления:

$$КОВОИО = C_{20} / CL_{50} \cdot \lambda$$

где C_{20} - насыщающая концентрация паров яда при 20 °С; .

CL_{50} - средне-смертельная концентрация;

λ - коэффициент распределения пара или газа между кровью и воздухом.

$$\lambda = 62,3 \cdot S \cdot T / pM \quad C_{20} = pM / 18,3$$

где S - растворимость веществ в воде, г/л

T - абсолютная температура,

p – давление насыщенных паров, мм. Рт. ст.,

M - молекулярная масса.

$$КОВОИО = p^2 M^2 / SC_{L50} 353348,$$

После логарифмирования получим уравнение:

$$\lg КОВОИО = 2 \lg p + 2 \lg M - \lg S - \lg C_{L50} - 5,5$$

Значения *КОВОИО* меньше 1 говорят о малой опасности острого отравления, а значения, выражаемые несколькими единицами, десятками и более – о реальной опасности при аварийной утечке промышленного яда.

Получите у преподавателя задание и рассчитайте *КОВОИО* для аварийных ситуаций, связанных с утечкой веществ, приведенных в табл. 2.

Таблица 2 – Физико-химические и токсикологические характеристики используемых веществ

Вещество	Молекулярный вес	Давление насыщенного пара, кПа (при t (с))	Растворимость в воде, г/100 г	CL ₅₀ , мг/м ³	ПДК, рз. мг/м ³
Бутан	58,1	355,5(37,8 °С)	0,001	5800	200
Гексан	86,2	20 (25 °С)	7,0	5400	300
Хлороформ	119,39	8,02 (0 °С)	50	660	1,0
1,2-Дихлорэтан	99,0	12,4 (20 °С)	75	620	3,0
Бензол	78,1	10 (20 °С)	0,2	260	1,5

Изучите характеристики используемых веществ:

Вещество	Характеристика	Свойства
Бутан	Газ без цвета и запаха. Входит в состав природных и попутных газов в количестве 1,0 - 0,8%. В нефти содержится в среднем 1% растворенных газов, но из этого количества на долю бутана приходится 65% (по массе). Бутан получают при термической и каталитической переработке нефти и применяют как топливо часто в смеси с н-пропаном (бытовой газ).	Вызывает наркоз, а в высоких концентрациях - острые отравления с явлениями апноэ, нарушении функций нервной (гипоксия мозга) и сердечно-сосудистой системы (гипоксия миокарда). Порог ощущения запаха у человека 328 мг/м ³ , минимальная концентрация, влияющая на электролитическую активность мозга 280 мг/м ³ .
Гексан и гептан (бензин)	Бесцветная, легко испаряющаяся жидкость со специфическим запахом. Получают путем фракционирования из нефти. Используется как растворитель в производстве синтетических материалов как очиститель в кожевенном, текстильном, обувном производстве, входит в состав бензина.	Вызывает наркоз, раздражает верхние дыхательные пути, изменяя частоту и глубину дыхания, обладает нейротоксическим действием, приводит к разным вариантам периферических невропатий. Характерны также функциональные и структурные изменения в легких, печени, почках, сетчатке глаза, ЦНС, эндокринной и половой системах. Неощутимая концентрация 80 мг/м ³ .

<i>Хлороформ</i>	<p>Бесцветная прозрачная жидкость с резким характерным запахом, сладковатым, жгучим вкусом. Получают хлорированием метана, применяют для производства хладагентов, искусственного шелка, пластмасс, в качестве растворителя при изготовлении антибиотиков, гормонов, косметических средств, зубных паст, для выделения масел, в медицине как средство для газового наркоза.</p>	<p>Интоксикация сопровождается угнетением функции сосудодвигательного и дыхательного центров, что вызывает асфиксию, коллапс.</p> <p>Нарушается сердечный ритм, брадикардия, дистрофические изменения печени, почек, сердца.</p> <p>Отравления сопровождаются длительным наркозом, желудочно-кишечными расстройствами, появлением сахара в моче.</p>
<i>Дихлорэтан</i>	<p>Бесцветная маслянистая жидкость с резким эфирным запахом.</p> <p>Получают хлорированием этана и используют как растворитель в синтезе органических соединений, фармацевтической промышленности.</p>	<p>Политропный яд. Поражает корково-подкорковые отделы головного мозга с воздействием на гипоталамус. Нарушает функции сердечно-сосудистой и дыхательной системы, ЖКТ, печени и почек. Вызывает наркоз. Оказывает раздражающее и гонадотропное действие.</p> <p>При ингаляционном отравлении парами поражаются нервная система и дыхательные пути, отмечается головокружение, общая слабость, кашель, жжение в горле, слезотечение, кожный зуд, ощущение горечи во рту, боли в области сердца. Появляется тошнота и рвота, которая может длиться несколько часов. У пострадавшего отмечается бледность подкожных покровов, желтушность склер, затемнение сознания, брадикардия, расстройство зрения.</p>
<i>Бензол</i>	<p>Бесцветная, легко воспламеняющаяся жидкость, подвижная, летучая со своеобразным нерезким запахом. Получают из продуктов сухой перегонки угля (коксовый газ, каменноугольная смола). Применяется в производстве красителей, пластмасс, фармакологических препаратов, моющих средств, в лакокрасочной промышленности.</p>	<p>Порог ощущения запаха бензола в воде 0,5 мг/л при 20°C. Вызывает острые и хронические отравления. При острых отравлениях оказывает наркотическое действие на ЦНС, возможна смерть от паралича дыхательного центра на фоне потери сознания. Вызывает поражения крови и кроветворных органов центральной и периферической нервной системы, обладает мутагенной активностью. Порог ощущения 2,9 мг/м³.</p>

Определите класс опасности химических веществ, используя данные табл. 3.

Таблица 3 - Классификация химических веществ по степени опасности (ГОСТ 12.1.007-76)

Показатель	Нормы для класса опасности			
	1	2	3	4
ПДК вредных веществ в воздухе рабочей зоны, мг/м ³	Менее 0,1	0,1-1,0	1,1-10,0	Более 10,0
ДЛ ₅₀ при введении в желудок, мг/кг	Менее 15	15-150	151-5000	Более 5000
ДЛ ₅₀ при нанесении на кожу, мг/кг	Менее 100	100-500	501-2500	Более 2500
ДЛ ₅₀ в воздухе, мг/м ³	Менее 500	500-5000	5001-50000	Более 50000
КВНО	Более 300	300-30	29-3	Менее 3
Зона острого действия	Менее 6,0	6,0-18,0	18,1-54,0	Более 54,0
Зона хронического действия	Более 10,0	10,0-5,0	4,9-2,5	Менее 2,5

Задание 2.2 Сравнить отдельные вещества между собой по величине *КВНО*

$$КВНО = C^{20^{\circ}} / CL_{50}^{120},$$

где $C^{20^{\circ}}$ - максимально достижимая концентрация вещества при 20 °С, а CL_{50}^{120} – половинная смертельная концентрация для белых мышей при экспозиции 120 мин.

$C^{20^{\circ}} = (P \cdot M) / 18,271$, мг/л, где P – упругость пара в мм рт. ст. при 20 °С; M – молекулярная масса; 18, 271 – константа. Сравнить опасность веществ в атмосферном воздухе населённых пунктов по величине *КВНО* (табл.3):

Вещество	Молекулярная масса	CL_{50}^{120} , мг/л	$C^{20^{\circ}}$, мг/л
Азота двуокись	46,01	0,2	1900
Азотная кислота	63,02	0,7	149,4
Акролеин	56,06	0,1	407
Аммиак	17,03	5,0	700
Ацетальдегид	44,05	21,8	1820
Ацетон	58,05	150	711
Бензол	78,11	40	321

Если потенциальная опасность по величине *КВНО* составляет для чрезвычайно опасных >300 (1), высокоопасных 299÷30 (2), умеренно опасных 29÷3 (3) и мало опасных <3 (4).

Задание 3. Определить хронические интоксикации

Хроническим отравлением называется заболевание развивающееся после систематического длительного воздействия малых концентраций или доз вредного вещества. Имеются в виду дозы, которые при однократном поступлении в организм не вызывают симптомов отравления.

Для многих промышленных ядов характерно только хроническое отравление. Причиной этого может быть тот факт, что концентрации, вызывающие острое отравление в производственных условиях недостижимы. Таковы свинец, марганец, пары ртути, тринитротолуол и др. В других случаях хроническое отравление в условиях практики не может быть вызвано ядом из-за быстрого расщепления в организме или выведения. Так, двухвалентное железо - парализующий яд, но оно чрезвычайно быстро окисляется в организме в трехвалентное и производственные отравления железом не встречаются.

Любой промышленный яд может вызвать хроническое промышленное заболевание в результате либо длительных воздействий малых доз, либо в случае повторения легких острых отравлений. Хроническое отравление тесно связано с кумуляцией в организма самого яда или вызванных им изменений. Принято различать материальную и функциональную кумуляцию. Накопление массы яда в организме называют материальной кумуляцией. Накопление вызванных ядом изменений - функциональной кумуляцией. Примерами ядов, вызывающих хроническое отравление в результате только функциональной кумуляции могут быть хлорированные углеводороды, бензол, бензин, тринитротолуол и многие газы и пары, легко выделяющиеся из организма с выдыхаемым воздухом, т.е. обладающие малыми значениями коэффициента распределения вещества между кровью и воздухом. Материальная кумуляция обычно имеет место в случае отравлении металлами. Чем быстрее накапливаются вредные вещества при систематическом вдыхании, тем больше опасность возникновения хронического отравления. Функциональная кумуляция характеризуется коэффициентом кумуляции (Кк) и он оценивается по методу Кагана и Станкевича, как отношение суммарной дозы, полученной в опыте с повторным введением вещества ΣDL_{50} к DL_{50} при однократном введении:

$$K_k = \Sigma DL_{50} / DL_{50}$$

В зависимости от частоты затравки и частоты доз эффект может быть рассчитан для всего стажа работы. Согласно общепринятой классификации Л.И. Медведя и соавт. (1968) и Н.А. Толоконцева, В.А. Филова (1976), все вещества по степени выраженности кумулятивных свойств разделены на четыре группы (табл. 4).

Таблица 4 - Классификация кумулятивного действия

Классификация	Коэффициент кумуляции	
	по Медведю и соавт. (1968)	по Толоконцеву и. Филову (1976),
I. Сверхкумуляция	<1	<1
II. Выраженная кумуляция	1 ÷ 3	1 ÷ 2,2
III. Средняя кумуляция	3 ÷ 5	>2,2 ÷ 5
IУ. Слабая кумуляция	>5	5

Определить коэффициент кумуляции тяжелых металлов при работе в течении ряда дней, согласно условиям приведенным в табл. 5. Расчёты представить в отчёте.

Таблица 5 – Условия проведения эксперимента

Металл	DL ₅₀ г/кг	Дни, дозы DL ₅₀				
		1	10	100	200	250
		1/5	1/20	1/50	1/75	1/100
Висмут	0,025					
Ртуть	0,035					
Медь	10,0					
Марганец	0,040					
Никель	0,034					
Кадмий	0,150					
Свинец	0,005					

Задание 4. Ориентировочный расчет CL_{50} и ПДК, исходя из свойств химических веществ.

Для нормирования содержания вредных веществ в воздухе рабочей зоны приняты предельно допустимые концентрации, которые определяются экспериментально, принято различать: ПДК с.с. – ПДК среднесуточную; ПДК м.р. - ПДК максимально разовую.

Для органических веществ можно, зная их химические характеристики определить их токсичность и ПДК. Летучими органическими веществами называют такие соединения температура кипения которых находится в интервале от -100 до 300 °С. Органическое вещество с температурой кипения ниже 100 °С, кроме метана, реально не существует.

ПДК и токсичность **летучих веществ** в зависимости от их характеристик могут быть рассчитаны по уравнениям:

$$lg CL_{50} = 0,08 - 0,011M;$$

$$lg ПДК = - 0,09 - 0,01 M$$

$$lg CL_{50} = 0,11 - 1,20 d,$$

$$lg ПДК = 0,35 - 1,48 d$$

$$lg CL_{50} = 1,6 - 0,010 t_{пл}$$

$$lg ПДК = 1,39 - 0,08 t_{пл}$$

$$lg CL_{50} = -0,02 - 0,009 t_{кун}$$

$$lg ПДК = -0,4 - 0,006 t_{кун},$$

$$lg CL_{50} = 6,09 - 4,94 n_D$$

$$lg ПДК = 4,15 - 3,57 n_D$$

где M - молекулярная масса.

d - плотность, г/м³,

t_m° - температура плавления, °С;

t_{mm}° - температура кипения, °С;

n_D - показатель преломления при 20 °С

Выполните расчеты CL_{50} и ПДК для **летучих** веществ, указанных преподавателем из табл. 6.

Таблица 6 - Исходные данные для летучих веществ

Вещество	M	d	$t_{пл}$	$t_{кип}$	n_D
Бензол	78,11	0,879	5,533	80,1	1,5017
Ксилол	106,17	0,864	-47,4	139,3	1,4972
Толуол	92,14	0,867	-95	110,625	1,4969
п-Бутилацетат	116,16	0,8813	-73,5	126,11	1,3961
Хлороформ	119,39	1,489	-63,5	61,2	1,4464
Метиламин	31,06	0,699	-92,5	-7,55	
Хлорбензол	112,56	1,107	-51,7	178,5	1,4571

Для **нелетучих веществ**, такие зависимости для предсказания ПДК или ОБУВ (ориентировочно-безопасные уровни вещества) установлены для нескольких классов соединений:

Фосфорорганические соединения: $\lg DL_{50} (\text{моль/л}) = 0,014 M - 4,83$

Ароматические амины: $\lg DL_{50} (\text{моль/л}) = 0,01 M - 25$

Фенолы: $\lg DL_{50} (\text{моль/л}) = 0,0036 M + 0,18$

Рассчитайте ПДК для указанных веществ, пользуясь данными табл. 7.

Таблица 7 Исходные данные для нелетучих веществ

Вещество	Химическая Формула	Молекулярная масса
Фенол	C_6H_5OH	94,11
Крезол	$CH_3C_6H_4OH$	108,14
Гидрохинон	$C_6H_4(OH)_2$	110,12
Триоксибензол	$C_6H_3(OH)_3$	126,12

Задание 5. Определение допустимого остаточного количества пестицидов (ДОК).

ДОК устанавливается отдельно для каждого пищевого продукта. Суммарное содержание пестицида во всех продуктах не должно превышать величину D_{max} в суточном рационе.

$$ДОК (\text{мг/кг продукта}) = ab/c,$$

где a – пороговая доза, установленная в длительном эксперименте на наиболее чувствительных к препарату животных (мг/кг);

b – средняя масса человека (50 кг),

c – коэффициент запаса (степень уменьшения пороговой дозы).

При переходе от пороговой дозы, полученной в опытах на животных, к D_{max} для человека предлагается брать коэффициент запаса 30-50, а величину D_{max} нужно разделить на части, с учётом того, что 85% остатков пестицидов приходится на пищевые продукты, 9% - на воду и 6% - на атмосферный воздух. С учётом указанных данных, а также суточных величин потребления овощей и фруктов (1 кг), воды (3 л) и воздухообмена (12 м³), рассчитывают содержание веществ в этих средах.

Определить $ДОК$ пестицида, если $a=50$ мг/кг, масса человека 70 кг, коэффициент запаса 30 и рассчитать какое количество пестицида может поступить с воздухом, водой и пищей.

Задание 6. Определение токсичности вредных выбросов двигателей внутреннего сгорания

Выброс в окружающую среду отработанных газов (ОГ) двигателей внутреннего сгорания (270 г на 1 л сжигаемого топлива) является неотъемлемой условием их работы. ОГ дизелей – это гетерогенная смесь веществ с разнообразными химическими, физическими свойствами, на 99-99,98% состоящих из продуктов неполного сгорания топлива и воздуха. Остальные 0,02-1% ОГ содержат 300 веществ, большинство из которых токсично (Якубовский, 1979).

Основная масса вредных компонентов отработанных газов (до 90%) – газообразная и состоит из оксидов углерода, азота и серы, углеводородов (табл. 1). Остальная часть вредных веществ выделяется в виде твёрдой и жидкой фаз. Твёрдая фаза представлена главным образом в виде сажи и в меньшей степени минеральными частицами воздуха (пыль) и топлива (зольные составляющие), а также металлическими частицами, образовавшимися в процессе износа оборудования.

Таблица 8 - Основные характеристики вредных выбросов двигателей

Состав отработанных газов	Концентрация в отработанных газах двигателя		Класс опасности	ПДК, мг/м ³		
	дизеля	бензинового		в рабочей зоне	максимально-разовая	средне-суточная
Оксид углерода CO , %	0,01-5,0	0,1-10,0	4	20	3	1
Оксиды азота, в пересчёте на NO_2 , %	0,005-0,05	0,004-0,7	2	5	0,085	0,085
Углеводороды, в пересчёте на метан, %	0,001-0,07	0,2-3,0	2-4	5-300	1,4-200	1-2,5
Альдегиды, в пересчёте на C_3H_4O , %	0,009-0,5	0-0,2	2-3	0,2-5	0,01-3	0,01-5

Формальдегиды, %	0,002		3	0,5	0,035	0,003
Акролеин, %	0,0001		2	0,2	0,03	0,03
Бенз(а)пирен, мг/м ³	0,05-1	0,01-0,2	1	0,0001 5	-	1•10 ⁻⁶
Сажа, г/м ³	0,01-1	0-0,04	3	4	0,15	0,05

Определить токсичность веществ образующихся в отработанных газах дизеля Д-240 и в бензиновом двигателе, рассчитав их концентрацию из общего количества на 1 л. Применительно к сильным ядам, действующим ингаляционно, величина токсичности вещества определяется по модифицированной формуле Габера:

$$T=c \cdot t \cdot v/g$$

где T – величина токсичности;

c – концентрация, мг/л;

t – время воздействия, (~ 20 мин.);

v – объём лёгочной вентиляции (~7 л);

g – масса тела, (~ 70 кг).

Данная формула, однако, не учитывает последствий биотрансформации и детоксикации яда, а также возможности развития кумулятивного эффекта.

ПРЕДСТАВЬТЕ ВЫПОЛНЕННЫЕ РАСЧЕТЫ И ОТВЕЧЬТЕ НА КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:

1. Что такое токсикодоза?
2. Как рассчитывается острая интоксикация?
3. Как рассчитывается хроническая интоксикация?
4. Что такое *КОВОИО*?
6. Что такое функциональная кумуляция, как ее можно рассчитать?

Список литературы

Основная литература:

1. **Каплин, Владимир Григорьевич.** Основы экотоксикологии [Текст] : учеб. пособие для вузов по спец. 110102 "Агроэкология" и 110203 "Защита растений" / В. Г. Каплин. - М. : КолосС, 2007. - 232 с.
2. **Нестерова, Елена Николаевна.** Токсикология с основами экотоксикологии [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Нестерова Е.Н., Брянск. гос. инженерно-технол. акад. , 2010. - 104 с. - Режим доступа: <http://rucont.ru/efd/225874>

Дополнительная литература

1. **Мосина, Л. В.** Агроэкология. Модуль 7. Сельскохозяйственная экотоксикология [Текст] : учеб.-практ. пособие : (интерактивная форма) / Л. В. Мосина. - М., 2000. - 184 с.
2. **Кригер, Наталья Владимировна.** Методы токсикологических исследований [Текст] : учеб. пособие для студентов, обучающихся по направлению подгот. бакалавров 110100.62 "Агрохимия и агропочвоведение" (профиль "Агроэкология") : рек. Сиб. регион. учеб.-метод. центром / Н. В. Кригер, Н. В. Фомина. - Красноярск : Изд-во КрасГАУ, 2013. - 247 с.
3. **Сотникова, Елена Васильевна.** Техносферная токсикология [Текст] : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлениям 280200 - "Защита окружающей среды" и 280700 - "Техносферная безопасность" : допущено УМО / Е. В. Сотникова, В. П. Дмитренко. - СПб. : Лань, 2013. - 399 с.
4. **Нестерова, Елена Николаевна.** Токсикология с основами экотоксикологии [Текст] : учеб. пособие / Е. Н. Нестерова. - Электрон. текстовые дан. - Брянск : БГИТА, 2010. - 104 с. ; нет. - Б. ц. - Режим доступа: <http://rucont.ru/efd/225874>
5. **Зинченко, В. А.** Химическая защита растений: средства, технология и экологическая безопасность [Электронный ресурс] : [учеб. пособие] / Зинченко В.А., 2012. - 248 с. - Режим доступа: <http://rucont.ru/efd/227402>