

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

Методические указания к практическим занятиям по дисциплине
Химия суперэкоотоксикантов

Направление подготовки 04.04.01 Химия
Направленность (профиль)
Аналитическая химия и химическая экспертиза

Ставрополь, 2026

ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ

В настоящее время токсикология, в целом, является интенсивно развивающейся научной и практической отраслью, в задачи которой входит оценка риска определенных групп и наименований химических элементов и соединений для самочувствия и здоровья на индивидуальном и групповом уровнях. Безусловно, токсические вещества, которых сейчас зарегистрировано большое разнообразие, заслуживают серьезного изучения, детального классифицирования и представляют отдельную группу научных исследований и экспериментальных испытаний с разнообразными хозяйственными задачами в разных отраслях общественного производства. Далее следуют основные понятия современной токсикологии, в том числе экологической токсикологии.

Токсикология (от греческого *toxicon* – яд, *logos* – учение) – наука о потенциальной опасности вредного воздействия веществ на живые организмы и экосистемы. Она изучает также механизмы токсического действия, диагностику, профилактику и лечение отравлений. Токсикология зародилась в недрах медицины, так как токсичность рассматривалась как опасное действие ядов, прежде всего, на организм человека [36].

Токсикология экологическая – научная дисциплина, исследующая влияние токсичных веществ на экосистемы различного уровня, а также на организмы, населяющие экосистемы [12, 20]. Термин «экотоксикология» (*toxicon* в пер. с греч. – «яд», *logos* – «учение») был принят в 1969 году специальной Рабочей комиссией по экологической токсикологии, организованной при Международном научном комитете по проблемам окружающей среды. При этом основное внимание уделяется не отдельным организмам, а их связям, т.е. биоценозам и экосистемам, а также трансформации веществ в окружающей среде. Одним из центральных понятий токсикологии является понятие о вредном веществе.

Яд (токсикант) – это чужеродное химическое соединение, нарушающее течение нормальных биохимических процессов в организме, вследствие чего

возникают расстройства физиологических функций разной степени выраженности, от слабых проявлений интоксикации до смертельного исхода.

Под токсичностью понимается способность вредных веществ, воздействуя (постоянно или временно) на биосистемы различного уровня – от субклеточного (уровень органоидов живых клеток) до надорганизменных систем (популяций отдельных и групп видов, биоценозов, экосистем, биомов) – вызывать их повреждение, нарушение функций жизнеобеспечения и даже гибель [34]. Большое значение имеет понятие «минимальная токсическая доза». Под ним подразумевается минимальная порция (доза) ядовитого вещества, способное инициировать клиническую картину отравления у человека без последующего летального исхода [31].

Например, в структуре медицинской токсикологии, в частности, данные знания необходимы: - для разработки новых методик ранней идентификации токсичных веществ; - для выработки новых средств и методов лечения; - для разработки новых средств и методов реабилитации пострадавших; - для поиска новых эффективных методов их выявления; - для дальнейшего развития данной предметной области с явной практической направленностью, что соотносится с государственной программой «Здоровье нации».

В рамках экологической токсикологии сведения о минимальных токсических дозах ядов используются: - при разработке мер защиты от токсичных веществ; - для выработки практических положений экотоксикологической безопасности в структуре экологической безопасности во всех сферах народного хозяйства; - для отработки и апробации методик оценки экологических рисков касательно экотоксикатов различного происхождения и генезиса (транспортного, промышленного, строительного, сельскохозяйственного) с практической задачей их предупреждения; - при учете возможных экотоксикологических рисков для людей и биоты в структуре организуемой деятельности экологической службы на предприятиях разного

профиля; - в процессе представления экологической отчетности предприятий и иных хозяйственных объектов.

Ксенобиотики (от греч. *xenos* – чужой и *bios* – жизнь) чужеродные для организмов соединения. К ним относятся промышленные загрязнения, пестициды, препараты бытовой химии, лекарственные средства и т.п., т.е. вещества не образующиеся в живом объекте, а синтезируемые искусственно человеком.

Опасность вещества (*hazard*) – это довольно широкое понятие, характеризующее вероятность вредного воздействия вещества в реальных условиях производства и применения. Поэтому опасность веществ не может характеризоваться одной величиной для всех случаев, а имеет ряд параметров. Эти параметры будут подробно рассмотрены в разделе токсикометрии.

Токсикокинетика (от *toxicon* - яд и греч. *kineticos* – приводящий в движение, движущийся), раздел токсикологии, изучающий скорость и механизмы действия ядов, закономерности протекания токсических эффектов во времени, миграции яда в организме (поступление, места накопления, распределение, метаболизм и выделение) [12, 20]. В ходе поступления, распределения, выведения вещества осуществляются процессы его перемешивания (конвекция), растворения в биосредах, диффузии, осмоса, фильтрации через биологические барьеры [4].

Толерантность – способность организма переносить воздействие определенных количеств веществ без развития токсических эффектов.

Предельно-допустимая концентрация (ПДК) химического соединения во внешней среде – такая концентрация, при взаимодействии которой на организм человека периодически или в течение всей жизни – прямо или опосредованно через экологические системы, а также через возможный экономический ущерб – не возникает соматических (телесных) или психических заболеваний (в том числе скрытых и временно компенсированных) или изменений состояния здоровья, выходящих за пределы приспособительных физиологических реакций,

обнаруживаемых современными методами исследования сразу или в отдельные сроки жизни настоящего и последующих поколений. Основанием для установления ПДК является концепция пороговости вредного действия веществ.

Порог вредного действия (однократного и хронического) – это минимальная концентрация (доза) вещества в объекте окружающей среды, при воздействии которой в организме (при конкретных условиях поступления вещества и стандартной статистической группе биологических объектов) возникают изменения, выходящие за пределы физиологических приспособительных реакций, или скрытая (временно компенсированная) патология. Порог однократного действия обозначается символом $Limac$, порог хронического действия символом $Limch$.

Адаптация к действию химических веществ – это истинное приспособление организма к изменяющимся условиям окружающей среды (особенно химическим), которое происходит без необратимых нарушений данной биологической системы и без превышения нормальных (гомеостатических) способностей ее реагирования.

Такое приспособление называется физиологической, истинной или полной адаптацией. В структуре современной токсикологии выделяется ряд крупных ее разделов:

- медицинская;
- промышленная;
- транспортная;
- военная;
- сельскохозяйственная;
- авиационно-космическая;
- радиационная;
- экологическая.

Кроме этого, с точки зрения современной экологии, токсиканты входят в группу загрязняющих веществ, поэтому также является предметной областью

прикладных экологических исследований, в том числе эколого-токсикологических изысканий. Экологическая токсикология детализирует, систематизирует и обобщает знания и достижения медицинской и народнохозяйственных отраслей токсикологии. Также следует добавить, что, помимо прочего, самостоятельной научно-исследовательской областью экологической токсикологии является изучение и анализ механизмов воздействия токсичных химических элементов и веществ на биосистемы различного ранга, как было указано ранее.

Большое значение в рамках данной научной дисциплины придается изучению механизмов и последствий воздействия токсикантов на популяционные показатели живых организмов и человека, путей и механизмов миграции токсикантов по трофическим связям в экосистемах (в том числе, в антропоэкосистемах), выявлению закономерностей «встраивания» данных поллютантов в круговороты веществ в биогеоценозах, биомах и в глобальной экосистеме – биосфере. Также крупными научными задачами экологической токсикологии является установление механизмов влияния токсикантов на параметры здоровья людей на индивидуальном и популяционном уровнях, выявление зон эколого-токсикологического неблагополучия и выработка защитных мер против эмиссии и загрязнения токсичными веществами объектов окружающей среды и в ее составе – человеческой среды обитания.

Основные типы классификаций вредных веществ (ядов) и отравлений: общенаучные подходы

Имеется большое количество различных классификаций вредных веществ и отравлений, отражающих с одной стороны многообразие свойств веществ и их биологического действия, с другой – разнообразие подходов к данной проблеме различных специалистов. Классификация по «избирательной токсичности» делит вредные вещества на «сердечные яды», «нервные яды», «яды печени», «почечные яды», «яды крови», «желудочно-кишечные яды» и т.п. В

классификации отравлений вещества делят по причине возникновения отравлений, по характеру развития отравлений и по химической природе вредных веществ и их групп или классов. По характеру развития отравлений различают острые отравления и хронические. Острые отравления развиваются при однократном поступлении в организм токсической дозы и резким, ярко выраженным началом заболевания. При хронических отравлениях происходит длительное, иногда дискретное поступление вредных веществ в малых (субтоксических) дозах. При этом признаки заболевания появляются не сразу и не так ярко выражены, как при острых отравлениях. Химические вещества могут оказывать разнообразное вредное воздействие на живой организм. Они могут вызывать воспаление, дистрофические изменения; лихорадку, аллергические заболевания. Вредные вещества вызывают изменения в нервной системе, поражение органов дыхания, изменения в сердечно-сосудистой системе, в крови, в органах пищеварения, в мочевыделительной и половой системах, в эндокринной системе, вызывают изменения костной системы, кожи, ее придатков. Вредные химические вещества могут вызывать отдаленные последствия воздействия их на биологический объект. К ним относится нарушение развития плода (эмбриотропное и тератогенное действие), повреждение наследственного аппарата клетки (мутагенное действие) и злокачественное перерождение клетки (канцерогенное действие).

Общепризнанной и нормативно закреплённой классификацией является выделение по уровню воздействия на человеческий организм «классов опасности вредных веществ», согласно ГОСТ 12.1.00 –76 [8]: I класс – чрезвычайно опасные химические вещества; II класс – высоко опасные химические вещества; III класс – химические вещества умеренной опасности; IV класс – малоопасные вещества. Это гигиеническая классификация токсикантов.

Широкое распространение приобрела классификация токсичных веществ в народном хозяйстве - бытовые отравляющие вещества; - бытовые химикаты; - лекарственные средства; - промышленные яды; - ядохимикаты (пестициды); -

биологические (животные, растительные, грибные) яды. Классификация токсикантов по характеру токсического воздействия на человека.

По способу изолирования из биоматериала выделяется шесть групп токсичных веществ (токсико-химическая классификация):

- соединения, устанавливаемые в самом биоматериале: (монооксид углерода);

- изолируемые настаиванием с водой без подкисления / подщелачивания (едкие щелочи, неорганические кислоты, соли ряда неорганических кислот;

- изолируемые с помощью настаивания с подкисленной водой / с подкисленным этанолом (барбитураты, алкалоиды, синтетические аналоги алкалоиды и др. синтетические органические вещества);

- изолируемые посредством путем перегонки с водяным паром (хлорпроизводные алифатических углеводородов, фенол, ацетон, формальдегид, этиленгликоль, соли синильной кислоты, синильная кислота, некоторые спирты, уксусная кислота, тетраэтилсвинец и ряд др.);

- изолируемые с помощью минерализации биоматериала («металлические яды»);

- изолируемые посредством настаивания с органическими растворителями без подкисления / подщелачивания, которые не смешиваются с водой (ядохимикаты). Надо добавить, что все приведенные выше классификации используются активно в экотоксикологии. К настоящему дню очевидно, что универсальной классификации еще не создано.

Комбинированное, комплексное и совместное действие экоотоксикантов

Комбинированное действие вредных веществ – это одновременное или последовательное действие на организм нескольких веществ при одном и том же пути поступления.

Суммация (аддитивность) – явление аддитивных эффектов, индуцированных комбинированным воздействием.

Потенцирование (синергизм) – усиление эффекта действия, эффект больше, чем суммация.

Антагонизм – эффект комбинированного воздействия, менее ожидаемого при простой суммации. Комбинированное воздействие может происходить как при однократном (остром), так и при хроническом воздействии ядов.

При однократном действии аддитивный эффект наблюдается у веществ наркотического действия и у раздражающих газов: хлора и оксидов азота, оксидов азота и сернистого газа, сернистого газа и аэрозолей серной кислоты. Причиной синергизма может быть торможение одним веществом процессов биотрансформации или метаболизма другого вещества. Так, усиление токсического эффекта наблюдается при комбинированном воздействии некоторых пар фосфорорганических препаратов (подавление холинэстеразы одним веществом и торможение вследствие этого детоксикации другого).

Хлорофос и карбофос, карбофос и тиофос дают эффект потенцирования. Антагонизм может иметь место при совместном действии однотипных по механизму действия вредных веществ. Так, высокие концентрации этилового спирта заметно снижают токсический эффект метилового за счет конкуренции этих спиртов при их метаболизме в организме.

При этом в большей степени метаболизируется этиловый спирт, преимущественно расходуя окислитель и исключает возможность летального синтеза формальдегида и муравьиной кислоты из метанола.

Для вопросов охраны окружающей среды большое значение имеет комплексное воздействие веществ, когда они поступают в организм одновременно, но разными путями (через дыхательные пути с вдыхаемым

воздухом, через желудок с пищей и водой, через кожные покровы). Одновременное или последовательное действие на организм факторов различной природы (химических, биологических, физических) называется совместным действием.

Пестициды

Pestis (лат.) – зараза, вред, вредный организм, cido (греч.) – убиваю. Пестицидами называются химические вещества, используемые для борьбы с вредными организмами, повреждающими растения, вызывающими порчу сельскохозяйственной продукции, материалов и изделий, а также с паразитами и переносчиками опасных заболеваний человека и животных.

Инсектициды – средства для борьбы с вредными насекомыми.

Фунгициды – для борьбы с грибными болезнями растений и различными грибами.

Гербициды – средства для борьбы с травянистыми сорными растениями.

Арборициды – средства для уничтожения нежелательной древесно-кустарниковой растительности.

Акарициды – средства для борьбы с клещами.

Нематициды – средства для борьбы с круглыми червями (нематодами).

Родентициды – средства для борьбы с мышевидными грызунами.

Афициды – средства для борьбы с тлями.

Альгициды – средства для уничтожения водорослей и корней растительности в водоемах.

Дефолианты – средства для удаления листьев.

Репелленты – вещества, запах и вкус которых отпугивают животных.

Антифиданты – вещества, подавляющие активность питания.

Ретарданты – средства для торможения роста растений в высоту и повышения устойчивости их к полеганию.

Хемотрестериланты – средства для половой стерилизации.

Вирусоциды – средства для борьбы с вирусами.

Бактерициды – вещества для борьбы с бактериями и бактериальными болезнями растений.

Ларвициды – средства для уничтожения личинок членистоногих.

Овициды – средства для уничтожения яиц членистоногих

Моллюскоциды – средства для борьбы с моллюсками и слизнями

Вермициды – средства для борьбы с червями

Авициды – средства для уничтожения нежелательных птиц

Зооциды – средства для борьбы с позвоночными животными

Десиканты – средства для подсушивания растений перед уборкой

Аттрактанты – вещества, запах и вкус которых привлекают животных

Гаметоциды – вещества, вызывающие стерильность сорняков

Ихтиоциды – средства для борьбы с нежелательными видами рыб

Феромоны - вещества, продуцируемые насекомыми и выделяемые в окружающую среду для воздействия на другие особи

Ингибиторы - органические или неорганические соединения различной природы, а также продукты метаболизма клетки, под воздействием которых частично или полностью подавляется активность ферментов или обменных процессов живого организма. В зависимости от токсичности и степени опасности пестициды по основным критериям делятся на ряд групп.

Под кожно-оральным коэффициентом понимают отношение величины СД₅₀, установленной при нанесении вещества на кожу, к СД₅₀ при введении его в желудок. Чем больше величина кожноорального коэффициента, тем меньше опасность возникновения отравлений при попадании вещества на кожу. При выборе препаратов с одинаковой токсичностью предпочтение следует отдавать тем, которые обладают меньшей кожно-резорбтивной токсичностью.

К стойким относятся пестициды, обладающие очень низкой летучестью, химически не изменяющиеся под влиянием атмосферных факторов, такие как симазин, ТМТД, минеральные масла, ДНОК и др. Препараты, обладающие

сравнительно низкой летучестью, медленно изменяющие химические свойства, такие как карбофос, хлорофос, фосфамид, карбатион, эфиры 2,4-Д и другие, относятся к группе умеренно стойких. Пестициды, подвергающиеся значительному испарению и химическим изменениям под влиянием окружающей среды, относятся к группе малостойких: это фумиганты. Хранение допускается только в герметичной упаковке.

Экологические последствия применения пестицидов:

- Появляются новые виды вредителей, болезней, сорняков, которые раньше не являлись конкурентами для получения урожая.

- Разрушаются связи в биоценозах.

- При появлении устойчивости к препаратам происходит вспышка численности отдельных видов.

- Происходит значительное уничтожение насекомыхопылителей цветковых растений (погибает около 10-20% пчелиных семей), при этом гибнут сильные особи, посещающие большее количество обработанных пестицидами растений.

- Происходит гибель животных и птиц (в 70-х годах в России от отравления погибло до 40% лосей, кабанов, зайцев, более 77% дичи, более 30% рыб).

- Возрастает устойчивость (резистентность) к пестицидам.

- Угнетаются биологические процессы в почвах, происходит гибель отдельных групп микроорганизмов (медьсодержащие пестициды угнетают процесс нитрификации, - возможна стерилизация почвы, доминирование фитопатогенных микроорганизмов).

- Происходит загрязнение персистентными соединениями природных сред, нарушение в них круговорота химических элементов и ухудшение их качества и самоочищающей способности.

- Существует возможность миграции по всем природным средам от места применения до глобального загрязнения биосферы.
- Возможно снижение устойчивости экосистем различного уровня или их разрушение, возможное влияние на устойчивость биосферы.
- Заметное снижение биоразнообразия, отрицательное действие, последствие и последствия на полезные организмы на индивидуальном, популяционном и биоценотическом уровнях.
- Переход по цепям питания с увеличением концентрации.
- Происходит загрязнение вод.
- Остаточные количества пестицидов аккумулируются и биоцентрируются в пищевых (трофических) цепях.
- Происходят генетические изменения в организмах растений, животных и человека, других биообъектах, нарастает вероятность отдаленных последствий.
- Поступление в сельскохозяйственную продукцию и ухудшение ее качества (в 1987 году 30% продуктов питания в России содержали концентрацию пестицидов, опасную для здоровья).
- Сопряженное действие с другими отрицательными факторами (синергизм).

Следовательно, для предотвращения загрязнения экосистем химическими средствами защиты растений необходимо соблюдать нормативы рационального использования пестицидов. Необходимо водить комплексную систему мер защиты растений, включающую: агротехнические, агрохимические, биологические, карантинные, механические, селекционные, семеноводческие, физиологические и химические способы.

Представить письменный ответ на вопросы.

1. Какие группы препаратов из рекомендованных для применения в текущем году имеют наиболее разнообразный ассортимент?
2. Кратко охарактеризовать роль химических средств в системе мероприятий по защите растений.
3. Преимущество химического метода защиты.
4. Недостатки химического метода защиты.
5. Преимущества и недостатки биологического метода защиты.
6. Дайте определение понятию «Интегрированная защита растений».
7. Экологические последствия применения пестицидов
8. Мероприятия по снижению опасности пестицидов.

Понятие о нитратах, нитритах и нитрозоаминах

Нитраты – соли азотной кислоты. Определяются в продуктах питания по соли NaNO_3 или нитрат-иону NO_3^- . Особенность проблемы экологогигиенических последствий распространения нитратов состоит в том, что избыточное их количество нарушает функционирование природных систем и живых организмов, а при определенных условиях и концентрациях нитраты могут переходить в нитриты.

Нитриты – это производные азотистой кислоты. Нитриты могут накапливаться в растениях и этим подавлять их рост. В организме человека нитриты могут вызывать как серьезные заболевания (метгемоглобинемия), так и необратимые болезненные последствия, приводящие к летальному исходу. В пищевых продуктах нитриты могут накапливаться в результате искусственного внесения в виде пищевых добавок, или они образуются из нитратов при неправильном хранении и приготовлении продуктов.

Нитрозамины - продукты реакции нитратов с вторичными аминами. Они могут, передаваясь по пищевой цепи, концентрироваться в растениях. В отличие от нитратов и нитритов нитрозамины обладают выраженной канцерогенной

активностью. Нитрозамины обладают широким спектром токсического действия и могут вызывать опухоли различной локализации.

Широкое применение нитрозаминов в промышленности, а также использование азотных удобрений и пестицидов в сельском хозяйстве приводит к загрязнению поверхностных и подземных вод этими веществами. Отравления нитратами, нитритами и нитрозаминами возникают при поступлении этих ксенобиотиков с пищевыми продуктами в значительных количествах. Источниками пищевых нитратов являются преимущественно продукты растениеводства.

Азот - один из основных химических элементов в жизни растений,, т.к. он необходим для синтеза аминокислот, из которых образуются белки.

В растение азот поступает из почвы в виде минеральных нитратных и аммиачных азотных солей. Последствия дефицита азота:

- отставание растения в росте;
- бледность старых листьев, пожелтение и сброс зеленой массы;
- истончение молодых побегов;
- недоразвитие корней, молодых побегов;
- преждевременное зацветание растений и формирование низкого некачественного урожая;
- низкий уровень белков; Корневая система растений хорошо усваивает нитраты, которые, поступая в корни, подвергаются ферментативному восстановлению до нитритов и далее до аммиака.

Радиоизлучение

Явление радиоактивности (ионизации) было открыто в 1896 году Анри Беккерелем, обнаружившим способность солей урана испускать «таинственные

лучи», проникающие повсюду. Пьер и Мария Кюри сумели объяснить это явление и выделить новые радиоактивные элементы – полоний и радий. С тех пор радиоактивность интенсивно изучается. В современном мире явления радиоактивности широко используются – это ядерное оружие, ядерная энергетика, а также новые системы переработки радиоактивного сырья и отходов, широкое применение радиоактивных элементов в различных областях науки, техники, медицины.

Энергетический кризис человечеству не грозит, так как в ядре атома, ничтожно малом объеме вещества, хранится огромное количество энергии: всего 30 г урана-235 вполне достаточно, чтобы в течение суток питать энергией электростанцию мощностью 5 тыс. кВт, обычно сжигающую за этот время около 100 т угля. Ионизирующие излучения (ИИ) - потоки элементарных частиц (электронов, позитронов, протонов, нейтронов) и квантов электромагнитной энергии, прохождение которых через вещество приводит к ионизации (образованию разнополярных ионов) и возбуждению его атомов и молекул.

Ионизация - превращение нейтральных атомов или молекул в электрически заряженные частицы – ионы. Ионизирующие излучения попадают на Землю в виде космических лучей, возникают в результате радиоактивного распада атомных ядер (α β-частицы, γ- и рентгеновские лучи), создаются искусственно на ускорителях заряженных частиц. Ионизирующие излучения делят на два вида: корпускулярное и электромагнитное.

К корпускулярному относят альфа-излучение, бета-излучение, нейтронное излучение; к электромагнитному - гаммаизлучение и рентгеновское излучение.

Альфа-излучение (α) – поток частиц с массой, равной четырём, и двойным положительным зарядом, то есть поток ядер атомов гелия. В настоящее время известно более 120 искусственных и естественных альфа-радиоактивных ядер, которые, испуская α-частицу, теряют 2 протона и 2 нейтрона. Эти частицы вылетают из ядра с огромной скоростью – до 20 тысяч км/сек. но проходят в воздухе всего от двух до девяти сантиметров. Обладают очень малой

проникающей способностью. Они полностью поглощаются листом чистой бумаги.

Бета-излучение (β) – это поток электронов, вылетающих из ядер со скоростью света. В настоящее время известно около 900 бета-радиоактивных изотопов. Они проходят в воздухе до 15 см, в воде до 12 см, в биологической ткани человека до 10 см.

Нейтронное излучение – это поток незаряженных нейтронов, которые входя в состав ядер, кроме водорода. Масса нейтронов в 4 раза меньше массы α -частиц. Время их жизни – около 16 мин. В результате облучения, вещества получают порцию радиоактивности. Имеется самый большой проникающий фактор.

Все эти виды ионизирующих излучений очень опасны. В зависимости от энергии нейтроны классифицируются на: тепловые с энергией менее 0,1 эВ, медленные - 0,1 – 500,0 эВ; промежуточные - 0,5 – 100,0 кэВ; быстрые - 0,1 – 10,0 МэВ; очень больших энергий - 10 – 1000 МэВ; сверхбыстрые (релятивистские) – более 1000 МэВ. Так как нейтроны не имеют заряда, они не оказывают непосредственного влияния на электронную оболочку атомов, взаимодействуя только с ядрами.

Сталкиваясь с ядрами, нейтроны либо отталкиваются от них (рассеяние), либо поглощаются ими (участие в ядерных перестройках).

Упругое рассеяние. При столкновении с ядрами углерода, азота, кислорода, фосфора нейтроны теряют 10-15 % , а при столкновении с ядрами водорода – до 2/3 своей энергии. Потерянная нейтронами энергия передаётся «ядрам отдачи» - положительно заряженным частицам, имеющим высокую ионизирующую способность.

Упругое рассеяние – основной путь потери энергии нейтронами, возникающими при атомных и водородных взрывах.

Неупругое рассеяние. В этом случае часть энергии расходуется нейтронами на возбуждение (разновидность колебательного движения) ядер-

мишеней. В исходное состояние ядра возвращаются, испуская фотоны γ -излучения.

Гамма-излучение (γ) – это коротковолновое электромагнитное излучение, т. е. поток высокоэнергетических квантов (Квант – это количество энергии, передаваемое (ИИ) при изменении её состояния) электромагнитной энергии. Не имея массы, гамма – кванты движутся со скоростью света, не теряя её в окружающей среде. Наблюдается высокий проникающий фактор, является самым опасным излучением из трех перечисленных для организма человека.

Рентгеновское излучение может быть получено в специальных рентгеновских трубках, в электронных ускорителях, при торможении быстрых электронов в веществе и при переходе электронов с внешних электронных оболочек атома на внутренние, когда создаются ионы. Рентгеновские лучи, как и γ -излучение, обладают малой ионизирующей способностью, но большой глубиной проникновения.

Биологическое действие ионизирующих излучений, изменения, вызываемые в жизнедеятельности и структуре живых организмов при воздействии коротковолновых электромагнитных волн (рентгеновского излучения и гамма-излучения) или потоков заряженных частиц (альфа-частиц, бета-излучения, протонов) и нейтронов. Различают два вида эффекта воздействия на организм ионизирующих излучений: соматический и генетический.

При соматическом эффекте последствия проявляются непосредственно у облучаемого, при генетическом - у его потомства. Соматические эффекты могут быть ранними или отдалёнными. Ранние последствия возникают в относительно короткий промежуток времени от нескольких минут до 30-60 суток после облучения. К ним относят покраснение и шелушение кожи, помутнение хрусталика глаза, поражение кроветворной системы, лучевая болезнь, летальный исход. Отдалённые соматические эффекты проявляются через несколько месяцев или лет после облучения в виде стойких изменений кожи,

злокачественных новообразований, снижения иммунитета, сокращения продолжительности жизни. Биологические действие может быть внешним и внутренним.

Токсикология тяжёлых металлов

Сельскохозяйственная деятельность человека — древнейшая форма использования природных ресурсов. В своем стремлении взять от этих ресурсов как можно больше для обеспечения растущих потребностей общества человек в процессе сельскохозяйственного производства все энергичнее вторгается в сложившееся тысячелетиями экологическое равновесие в природе. Активизация хозяйственнопроизводственной 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 последнее время темпы и объемы техногенного загрязнения окружающей среды настолько возросли, что была разработана специальная программа ООН по ее охране, включающая проблемы мониторинга в целях раннего предупреждения о наступающих естественных или антропогенных изменениях, которые могут причинить вред здоровью и благополучию людей. К тяжелым металлам относится свыше 40 химических элементов таблицы Менделеева с атомными массами, превышающими 50 единиц. Приоритетными загрязнителями являются: ртуть, свинец, кадмий, селен, молибден, хром, марганец, ванадий и несколько других. Такие металлы как ртуть, свинец и кадмий считаются наиболее токсичными и опасными во многих отношениях. Все тяжелые металлы обладают высокой токсичностью, миграционной способностью, а также канцерогенными и мутагенными свойствами. 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.

Тяжёлые металлы, поступающие на поверхность почвы, накапливаются в почвенной толще, особенно в верхних гумусовых горизонтах, и медленно удаляются при выщелачивании, потреблении растениями, эрозии и дефляции. На характер перераспределения тяжёлых металлов в профиле почв оказывает влияние комплекс почвенных факторов: гранулометрический состав почв, реакция среды, содержание органического вещества, катионнообменная способность, наличие геохимических барьеров, дренаж. Снижения уровня тяжёлых металлов в почве должно привести к снижению содержания их в продукции, т.е. получение экологически безопасной продукции, что является ключевой задачей при экологизации сельскохозяйственной деятельности. Под экологически безопасной сельскохозяйственной продукцией понимают такую продукцию, которая в течение принятого для различных ее видов «жизненного цикла» (производство-переработка-потребление) соответствует установленным органолептическим, общегигиеническим, технологическим и токсикологическим нормативам и не оказывает негативного влияния на здоровье человека, животных и состояние окружающей среды.

Вопросы:

1. Что такое экотоксикология?
2. Предмет экотоксикологии.
3. Что является объектом исследования экотоксикологии?
4. Что такое токсикология?

5. Взаимосвязь экотоксикологии с другими науками.
6. Какие вы знаете состояния экосистем?
7. Дайте определение понятию «Экосистема токсикогенная».
8. Дайте определение понятию «Нормальная экосистема».
9. Дайте определение понятию «Деградирующая экосистема».
10. Дайте определение понятию «Восстанавливающаяся экосистема».
11. Экосистема ослабленная.
12. Экосистема устойчивая.
13. Что такое яд, ядовитое вещество?
14. Дайте определение токсичности.
15. Что такое токсическое вещество?
16. Что такое токсическое действие?
17. Как зависит токсичность вещества от количественных и качественных характеристик?
18. Изменения, вызываемые ядовитыми веществами в живых организмах.
19. Типы веществ, поступающих в организм.
20. Назовите состояния, присущие организму возникающие в результате взаимодействия с поступающими веществами.
21. Что такое «норма» состояния организма? Приведите примеры.

22. Что такое «активация» состояния организма? Приведите примеры.
23. Что такое «гиперактивация» состояния организма? Приведите примеры.
24. Что такое «патология» состояния организма? Приведите примеры.
25. Что такое диапазон токсичности вещества?

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

Методические указания по организации и проведению самостоятельной
работы студентов по дисциплине

Химия суперэкоотоксикантов

Направление подготовки 04.04.01 Химия

Аналитическая химия и химическая экспертиза

Ставрополь, 2026

Пояснительная записка

Цель самостоятельной работы студентов:

1. Систематизировать современные процессы интеграции Российского высшего образования в общеевропейскую и мировую образовательную практику; раскрыть сущность проблем организации учебно-воспитательного процесса на современном этапе развития высшего образования.
2. Подобрать такой дидактический материал для самостоятельной работы, который бы позволил применить полученные знания на практике и развивать инициативу, активность и творческие способности.
3. Помочь студентам в формировании у них компетенций, согласно учебного плана.

Основными формами работы и контроля студентов являются:

Индивидуальное решение заданий, позволяющих оценивать и диагностировать уровень обученности, уровень умений и навыков по дисциплине.

Собеседование - форма учебной деятельности, специальная беседа преподавателя со студентом на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, рассчитанная на выяснение объема знаний студента по определенному разделу, теме, проблеме и т. п., позволяющая оценить их умение аргументировать собственную точку зрения, предполагающая всестороннее обсуждение какого-либо вопроса, проблемы или сопоставлении информации, идей, мнений, предложений.

Реферат - раскрытие сущности исследуемой проблемы, включающее обращение к различным точкам зрения на вопрос, а также изложение собственных взглядов на нее.

Требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работе студентов.

Индивидуальное решение заданий, позволяющих оценивать и диагностировать уровень обученности, уровень умений и навыков студентов по дисциплине «Практическая хроматография».

Для подготовки к выполнению задания следует изучить и проанализировать рекомендованную литературу и на их основании подготовиться к изложению темы.

При проверке задания оцениваются

- уверенное владение материалом;
- умение четко и логично излагать свои мысли;
- умение творчески подходить к решению основных проблем темы;
- самостоятельность мышления, умение отстаивать свою позицию в ходе последующих дискуссий,
- самостоятельная и выразительная устная речь, полностью раскрывающая суть проблематики задания.

Собеседование - форма учебной деятельности, специальная беседа преподавателя со студентом на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, рассчитанная на выяснение объема знаний студента по определенному разделу, теме, проблеме и т.п., позволяющая оценить их умение аргументировать собственную точку зрения, предполагающая всестороннее обсуждение какого-либо вопроса, проблемы или сопоставлении информации, идей, мнений, предложений.

Принципиальные отличия заданий базового уровня от повышенного заключаются в большем объеме фактов и событий, в сравнительно-аналитическом характере изложения материала, его теоретической (методологической) составляющей.

Для подготовки к каждой теме следует изучить и законспектировать рекомендованные источники и научную литературу и на их основании

подготовиться к указанным в методических материалах вопросам для обсуждения.

При проверке задания, оцениваются:

- активное участие в работе;
- уверенное владение материалом;
- умение четко и логично излагать свои мысли;
- умение творчески подходить к решению основных вопросов темы;
- самостоятельность мышления,
- полное соответствие конспекта установленным требованиям;
- самостоятельная устная речь, полностью раскрывающая суть

проблематики собеседования.

Реферат - раскрытие сущности исследуемой проблемы, включающее обращение к различным точкам зрения на вопрос, а также изложение собственных взглядов на нее.

Структура и содержание реферата

Структура реферата включает в себя следующие элементы:

1. титульный лист;
2. оглавление;
3. введение;
4. основная часть;
5. заключение;
6. список литературы и источников;
7. приложение.

Титульный лист - это информация о выходных данных вашей работы. Он является первой страницей научной работы и заполняется по строго определенным правилам. Титульный лист не нумеруется.

В *оглавлении* текста последовательно излагаются названия пунктов реферата с указанием страницы, с которой начинается каждый пункт. Заголовки оглавления должны точно повторять заголовки в тексте. Сокращать или давать их в другой формулировке, последовательности и соподчиненности по сравнению с заголовками в тексте нельзя. Заголовки одинаковых ступеней рубрикации необходимо располагать друг под другом. Заголовки каждой последующей ступени смещают на три-пять знаков вправо по отношению к заголовкам предыдущей ступени. Все заголовки начинают с прописной буквы без точки на конце. Последнее слово каждого заголовка соединяют отточием с соответствующим ему номером страницы в правом столбце оглавления.

Введение к работе. Здесь обычно обосновываются актуальность выбранной темы, цель и содержание поставленных задач, формулируются объект и предмет исследования, указывается избранный метод (или методы) исследования.

Содержание глав основной части должно точно соответствовать теме реферата и полностью её раскрывать. Эти главы должны показать умение автора, сжато, логично и аргументировано излагать материал. Важно понимать, что каждая глава должна представлять собой законченное произведение. Её

следует начинать постановкой рассматриваемой задачи, а завершать четкими, аргументированными выводами. Все приводимые в работе данные обязательно следует сопровождать подстрочной ссылкой на источник, описание которого должно приводиться в соответствии с требованиями библиографических стандартов. Как правило, основная часть реферата состоит из 2-3 глав, которые в случае необходимости разбиваются на параграфы.

Реферат заканчивается заключительной частью, которая так и называется «*заключение*». Этот синтез - последовательное, логически стройное изложение полученных итогов и их соотношение с общей целью и конкретными задачами, поставленными и сформулированными во введении.

После заключения помещается *библиографический список использованной литературы*, куда включаются оригинальные тексты, монографические исследования, научные статьи, учебные пособия и др.

Каждый включенный в такой список литературный источник должен иметь отражение в тексте реферата. Если автор реферата делает ссылку на какие-либо заимствованные факты или цитирует работы других авторов, то он должен обязательно указать в подстрочной ссылке, откуда взяты приведенные материалы. Список литературы должен включать не менее 10 источников.

Объем реферата должен составлять не менее 24 страниц машинописного текста. Объем приложений не ограничивается.

Общие требования к оформлению реферата.

Текст реферата должен быть напечатан на одной стороне стандартного листа белой односторонней бумаги формата А4 (210×297 мм) через полтора интервала (размер шрифта - 14) с применением черных чернил с полями вокруг текста. Размер левого поля 30 мм, правого - 10 мм, верхнего - 20 мм, нижнего - 20 мм. При таких полях каждая страница должна содержать приблизительно 1800 знаков (30 строк, по 60 знаков в строке, считая каждый знак препинания и пробел между словами также за печатный знак).

Текст перепечатывается в строго последовательном порядке. Не допускаются разного рода текстовые вставки и дополнения, помещаемые на отдельных страницах или на оборотной стороне листа, и переносы кусков текста в другие места. Все сноски и подстрочные примечания перепечатываются (через один интервал) на той странице, к которой они относятся. Все страницы нумеруются, начиная с титульного листа. Цифру, обозначающую порядковый номер страницы, ставят в правом углу верхнего поля листа (на первой и второй странице цифру, обозначающую порядковый номер, не ставят).

Приложение для рефератов является желательным, но необязательным элементом. В приложение обычно входят различные таблицы, графики, схемы, рисунки и т.п. Приложения помещают после списка использованных библиографических источников в порядке их упоминания в тексте. Каждое приложение следует начинать с нового листа. Приложение не входит в параметры минимального объема работы.

Критерии оценки самостоятельной работы студентов

Критерии оценивания результатов самостоятельной работы студентов разработаны с учетом требований ФГОС ВО. Задания, выносимые на самостоятельную работу, оцениваются по шкале «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» и «неудовлетворительно».

Оценка «отлично» выставляется студенту, если теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов; исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно излагает материал; свободно справляется с задачами,

вопросами и другими видами применения знаний; использует в ответе дополнительный материал все предусмотренные программой задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному; анализирует полученные результаты; проявляет самостоятельность при выполнении заданий.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, если теоретическое содержание курса освоено полностью, необходимые практические компетенции в основном сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения достаточно высокое. Студент твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, большинство предусмотренных программой заданий выполнено, но в них имеются ошибки, при ответе на поставленный вопрос студент допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, наблюдаются нарушения логической последовательности в изложении программного материала.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если он не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы, необходимые практические компетенции не сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнено, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к минимальному.

Рекомендуемая литература:

Основная литература:

1. Brereton R. G. Chemometrics. Data analysis for the laboratory and chemical plant. Wiley, Chichester, UK, 2003. 489 p.
2. Massart D. L., Vandeginste B. G. M., Deming S. N., Michotte Y., Kaufman L. Chemometrics: a textbook. Elsevier, 1988. 488 p.
3. Александров В. В., Алексеев А. И., Горский Н. Д. Анализ данных на ЭВМ (на примере системы СИТО). М.: Финансы и статистика, 1990. 192 с.
4. Бендат Дж., Пирсол А. Прикладной анализ случайных данных: Пер. с англ. М.: Мир, 1989. 540 с 1. Балышева, О.Л. Материалы для акустоэлектронных устройств [Текст]: учеб. пособие. - СПб.: ГУАП, 2005. - 53 с.
5. Бугаев, А.С. Устройства на поверхностных акустических волна [Текст]: учеб. пособие / А.С. Бугаев, В.Ф. Дмитриев, С.В. Кулаков. - СПб.: ГУАП, 2009. - 188 с.
6. Гуртов, В.А. Твердотельная электроника [Текст]: учеб. пособие / В.А. Гуртов. – М.: Техносфера, 2005. - 408 с.
7. Ефимов, И.Е. Микроэлектроника. Проектирование, виды микросхем, функциональная электроника [Текст]: учеб. пособие / И.Е. Ефимов, И.Я. Козырь, Ю.И. Горбунов. - М.: Высш. шк., 1987. - 416 с.
8. Кравченко, А.Ф. Физические основы функциональной электроники [Текст]: учеб. пособие / А.Ф. Кравченко. - Новосибирск: Изд-во Новосиб. ун-та, 2000. - 444 с.
9. Смирнов, Ю.А. Основы нано- и функциональной электроники [Текст]: учеб. пособие / Ю.А. Смирнов, С.В. Соколов, Е.В. Титов. - СПб: Лань, 2013. - 320 с.
10. Щука, А.А. Функциональная электроника [Текст]: учебник для вузов / А.А. Щука. - М: МИРЭА, 1998. - 260 с.
11. Щука, А.А. Электроника [Текст]: учеб. пособие / А.А. Щука; под ред. А.С. Ситова. - СПб: БХВ-Петербург, 2005. - 800 с.
12. Юшина, Л.Д. Твердотельная хемотроника [Текст] / Л.Д. Юшина. - Екатеринбург: УрО РАН, 2003. - 204 с.

Дополнительная литература:

1. Брандт З. Анализ данных. Статистические и вычислительные методы для научных работников и инженеров: Пер. с англ. М.: Мир; АСТ, 2003. 686 с.
2. Боровков В. STATISTICA: искусство анализа данных на компьютере. Для профессионалов. СПб.: Питер, 2001. 656 с.
3. Загоруйко Н. Г. Прикладные методы анализа данных и знаний. Новосибирск: Изд-во Ин-та математики, 1999. 270 с.
4. Измерения в промышленности: Справ. изд: В 3 кн.: Пер. с нем. / Под ред. П. Профоса. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Металлургия, 1990. Кн. 1: Теоретические основы. 492 с.
5. Ким Дж.-О., Мьюллер Ч. У., Клекка У. Р. и др. Факторный,

дискриминантный и кластерный анализ: Пер. с англ. М.: Финансы и статистика, 1989. 215 с.

6. Родионова О. Е., Померанцев А. Л. Хемометрика в аналитической химии. 2006. URL: http://www.chemometrics.ru/materials/articles/chemometrics_review.pdf.

7. Родионова О. Е. Хемометрический подход к исследованию больших массивов химических данных // Российский химический журнал (Ж. Рос.

8. хим. об-ва им. Д. И. Менделеева). 2006. Т. 50, № 2. С. 128–144.

9. Шараф М. А., Иллмэн Д. Л., Ковальски Б. Р. Хемометрика: Пер. с англ. Л.: Химия, 1989. 272 с.

10. Hughes I. G., Hase T. P. A. Measurements and their uncertainties. Oxford Univ. Press Inc., 2010. 136 p.

Интернет-ресурсы:

1. <http://ru.wikipedia.org> - электронная энциклопедия.
2. <http://www.koob.ru> - электронная библиотека.
3. <http://www.iqlib.ru> - Электронно-библиотечная система.
4. <http://studentam.net> - электронная библиотека учебников.
5. www.dissercat.ru - электронная библиотека диссертационных работ.

Программное обеспечение:

Специализированное программное обеспечение не требуется