

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФГБОУ ВО «СГУ имени Н.Г. Чернышевского»

Институт химии

УТВЕРЖДАЮ

Директор Института химии  
д.х.н., профессор Федотова О.В.

"30" августа 2018 г.

Рабочая программа дисциплины

**ТОКСИКОЛОГИЯ И ТОКСИКОЛОГИЧЕСКАЯ ХИМИЯ**

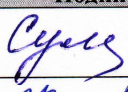
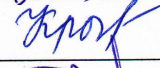
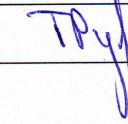
Направление подготовки  
20.03.01 «Техносферная безопасность»

Профиль подготовки  
Промышленная безопасность технологических процессов и производств

Квалификация выпускника  
Бакалавр

Форма обучения  
очная

Саратов,  
2018

Статус	ФИО	Подпись	Дата
Преподаватель-разработчик	Сумина Елена Германовна		30.08.2018
Председатель НМК	Крылатова Яна Георгиевна		30.08.2018
Заведующий кафедрой	Русанова Татьяна Юрьевна		30.08.2018
Специалист Учебного управления			

## **1 Цели освоения дисциплины**

Целями освоения дисциплины «Токсикология. Токсикологическая химия» является формирование у студентов представлений, связанных с пониманием теоретических и практических основ современной токсикологии и токсикологической химии, для последующего применения полученных знаний и навыков при освоении дисциплин профиля «Промышленная безопасность технологических процессов и производств» и выполнение профессиональных задач по выбору конкретных методов и методик для анализа реальных объектов.

## **2 Место дисциплины в структуре ООП**

Дисциплина «Токсикология. Токсикологическая химия» входит в вариативную часть блока 1 «Дисциплины» ООП по направлению подготовки 20.03.01 «Техносферная безопасность» и является дисциплиной по выбору.

Материал дисциплины логически и содержательно-методически связан с дисциплинами «Безопасность жизнедеятельности», «Общая и неорганическая химия», «Физическая химия», «Органическая химия», «Аналитическая химия», «Физика», «Высшая математика». В результате изучения этих дисциплин, обучающиеся должны обладать входными знаниями и умениями, необходимыми для освоения курса «Токсикология. Токсикологическая химия»:

- знать понятия чрезвычайной ситуации (ЧС), аварии, катастрофы; общую классификацию ЧС; определения пожара, взрыва, опасных химических веществ, радиоактивности и особенности этих процессов;

- иметь информацию об основных естественнонаучных законах химии, физики;

- уметь дифференцировать, интегрировать, проводить обработки результатов прямых и косвенных измерений, рассчитывать доверительный интервал; знать способы выражения концентрации веществ.

Знания, полученные при изучении курса «Токсикология. Токсикологическая химия» необходимы для освоения курсов «Опасные производства Саратовской области», «Инженерная защита окружающей среды», «Анализ техногенных катастроф», «Защита персонала, населения и территорий в ЧС».

## **3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля).**

В результате освоения дисциплины «Токсикология. Токсикологическая химия» формируется следующая компетенция:

- способностью ориентироваться в основных проблемах техносферной безопасности (ПК-19).

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

**знать:** теоретические основы обеспечения безопасности человека и природной среды в техносфере при отравлении ядовитыми веществами; основные характеристики возрастания антропогенного воздействия токсикантов их влияние на человека и природу; основные виды и критерии оценки воздействия токсикантов;

**уметь:** осуществлять в общем виде оценку антропогенного воздействия токсических веществ на окружающую среду с учетом специфики природно-климатических условий; идентифицировать токсиканты, оценивать поля и показатели их негативного влияния; демонстрировать способность и готовность к описанию полей опасностей, к достижению состояния безопасности человека, техносферы и природы;

**владеть:** терминологией наук токсикологии и токсикологическая химия; методами описания источников и зон влияния опасностеопределения токсикантов и способами минимизации опасностей; навыками описания полей опасностей для достижения состояния безопасности человека, техносферы и природы.

#### 4 Структура и содержание дисциплины (модуля).

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Формы промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции, час.	Лаб. раб., час.	Семинары, прак. зан., час	КСР	
1	Предмет, задачи и структура курса. Основные понятия и определения.	7	1,2	4	-		5	Контроль посещаемости, Устный отчет
2	Токсикокинетика ядов. Закономерности, механизмы, особенности	7	3,4	4	4		5	Контроль посещаемости, устный опрос.
3	Токсикодинамика ядов. Механизмы действия.	7	5,6	4	4		5	Контроль посещаемости, Письменный отчет по теме
4	Токсикометрия ядов.	7	7,8	4	4		5	Контроль посещаемости, Письменный отчет по теме.
5	Приоритетные токсиканты.	7	9	2	4		5	Контроль посещаемости, дискуссия.

								Предоставление рефератов. дискуссия
6	Методы исследования токсикантов. Современное состояние и перспективы развития.	7	10	2	4		5	Контроль посещаемости, дискуссия.
7	Иммунохимические методы определения токсикантов	7	11	2	10		5	Контроль посещаемости, Устный отчет
8	Хроматографические методы определения токсикантов	7	12	2	10		5	Контроль посещаемости, Представление рефератов. Презентация материала
9	Спектрометрические методы определения токсикантов	7	13	2	10		14	Контроль посещаемости, Представление рефератов.
10	Электрохимические методы определения токсикантов	7	14	2	4		10	Контроль посещаемости, Представление рефератов.
<b>Итого</b>				<b>26</b>	<b>54</b>		<b>64</b>	<b>экзамен</b>

#### 4.1 Содержание лекционного курса

##### **Тема 1. Предмет, задачи и структура курса. Основные понятия и определения.**

Предмет, задачи, структура курса, связь с другими науками. Основные источники токсичных соединений. Определения и основные понятия. Токсичность, опасность вещества; токсический процесс и его формы проявления. Понятие об интоксикации. Токсикант, токсин, яд, ксенобиотик. Основные типы классификации токсикантов. Сильно действующие ядовитые вещества (СДЯВ), их основные особенности. Свойства токсиканта, определяющие его токсичность. Химические свойства, типы химических связей, образующихся между токсикантом и структурой-мишенью. Изменение токсичности в гомологических рядах. Гомеостаз и химическая патология.

##### **Тема 2. Токсикокинетика ядов. Закономерности, механизмы, особенности**

Поступление и распределение токсикантов. Общие закономерности токсикокинетики. Клеточные мембраны. Механизмы транспорта. Физико-химические свойства, влияющие на диффузию: ионизация, коэффициенты распределения. Основные пути поступления, распределение вредных веществ в организме человека. Особенности поступления гидрофильных и

гидрофобных токсикантов. Биологические барьеры, преодолеваемые токсикантами. Принципы распределения вредных веществ в организме человека. Объем распределения. Связывание с белками крови, клетками крови. Транспорт ядов кровью. Проникновение ксенобиотиков в ЦНС, печень, экзокринные железы, через плаценту. Депонирование вредных веществ. Трансформация ядов в организме. Пути обезвреживания ядов в организме. Концепция 1 и 2 фазы метаболизма ксенобиотиков. Локализация процесса биотрансформации. Первая фаза метаболизма: реакции окисления, восстановления и гидролиза чужеродных соединений. Вторая фаза метаболизма: реакции конъюгации. Реактивные метаболиты. Примеры реакций активации. Явление летального синтеза. Факторы, влияющие на поступление ядов, метаболизм, развитие интоксикации. Выделение ядов из организма человека. Количественные характеристики токсикокинетики.

### **Тема 3. Токсикодинамика ядов. Механизмы действия ядов.**

Общие представления о механизмах действия вредных веществ. Клеточные мишени. Определение понятия "рецептор". Общие представления о механизмах действия вредных веществ. Яды специфического и неспецифического типов действия. Местное, общее (резорбтивное) и рефлекторное действие ядов. Местный и общий токсический эффект. Действие токсиканта на элементы межклеточного пространства. Взаимодействие вредных веществ с биомолекулами организма: белками, нуклеиновыми кислотами, липидами. Взаимодействие токсиканта с селективными рецепторами, селективные рецепторы клеточных мембран. Локализация рецепторов. Понятие полирецепторного профиля связывания токсиканта. Радиолигандные методы изучения процесса взаимодействия токсиканта с рецепторами. Механизмы клеточной гибели, стресс и восстановление. Механизмы цитотоксичности. Токсическое повреждение систем энергообеспечения клетки. Нарушение гомеостаза внутриклеточного кальция. Повреждение цитоскелета. Активация фосфолипаз, протеаз, эндонуклеаз. Активация свободно-радикальных процессов в клетке, биологические последствия. Действие токсикантов на мембраны. Повреждение процессов синтеза белка и клеточного деления, биологические последствия. Действие токсикантов на биологические механизмы регуляции клеточной активности. Прямое межклеточное взаимодействие: механизмы гуморальной и нервной регуляции. Особенности токсического повреждения механизмов регуляции клеточной активности: изменение числа рецепторов, вызываемое действием ксенобиотиков. Десенсибилизация рецепторов.

**Тема 4. Токсикометрия ядов.** Задачи и основные понятия токсикометрии. Зависимость "доза-эффект". Кривая "доза-эффект": среднеэффективная доза (ЕД<sub>50</sub>), относительная активность, крутизна кривой зависимости "доза-эффект". Совместное действие на биообъект нескольких токсикантов. Основные токсикометрические характеристики. Концентрация и доза токсиканта, единицы измерения. Пороги вредного действия (острого, хронического, специфического). Летальная концентрация, доза. Допустимое суточное поступление вредного вещества. Допустимое поступление вещества

за неделю. Допустимые остаточные количества. Зона острого, хронического, специфического действия токсиканта. Коэффициент возможности ингаляционного отравления. Комбинированное действие химических веществ. Многофакторный характер токсической экспозиции. Аддитивность, синергизм, антагонизм и потенцирование. Особенности повторного действия вредных веществ. Адаптация и компенсация при воздействии вредных веществ. Привыкание. Сенсбилизация. Комбинированное, сочетанное и комплексное действие химических веществ при совместном действии вредных факторов окружающей среды. Концепция пороговости воздействия вредного вещества. Кумуляция токсиканта, коэффициент кумуляции. Экстраполяция экспериментальных данных с животных на человека. Коэффициент запаса. Методы расчета среднесмертельных доз и концентраций. Установление токсикометрических характеристик (параметров) вещества.

**Тема 5. Приоритетные токсиканты.** Тяжелые металлы. Пестициды. Полимерные материалы. Растворители, летучие яды. Основные токсичные неорганические вещества: озон, белый фосфор, галогены, тяжелые металлы, СО, цианиды, оксиды азота, галогеноводороды, межгаллоидные соединения, оксиды галогенов, соединения кремния, фосфора, серы, органометаллические соединения. Основные токсичные органические вещества: галогеноводороды, кислородсодержащие, серо-, фосфор-, азот-, галогенсодержащие соединения. Полигалогенированные ароматические углеводороды (диоксины, полихлорированные бифенилы, хлорированные бензолы). Токсичные металлы (кадмий, свинец).

**Тема 6. Методы исследования токсикантов. Современное состояние и перспективы развития.**

Экспериментальные методы изучения токсичности и эффектов воздействия различных категорий химических веществ *in vivo* и *in vitro*. Факторы, которые необходимо учитывать при планировании токсикологических экспериментов. Создание экспериментальных моделей, адекватных условиям воздействия вещества на организм человека. Понятие об альтернативных методах оценки токсичности, математическое моделирование. Тесты *in vivo*: стандартизованные методы изучения острой, субхронической и хронической токсичности, канцерогенного действия, репродуктивной токсичности, тератогенности, нейротоксичности, токсичности для органов зрения, кожной токсичности, генотоксичности. Тесты *in vitro*: мутагенность, повреждение и восстановление ДНК. Новые направления токсикологической химии: нанотоксикологическая химия, молекулярная и клеточная экотоксикологическая химия.

**Тема 7. Иммунохимические методы определения токсикантов**  
Иммунохимические методы определения токсикантов. Классификация и сущность иммунохимических методов. Иммуноферментные методы анализа. Принципы поляризационного флуороиммуноанализа. Иммунохимические методы определения наркотиков и лекарственных препаратов. Иммунохимические методы определения пестицидов, экопеллютантов,

гормонов, токсинов. Иммунохимические методы анализа металлов и металлосодержащих веществ. Иммуноаффинная экстракция. Основные направления в совершенствовании методов иммуноанализа .

#### **Тема 8. Хроматографические методы определения токсикантов**

Хроматография в тонком слое сорбента. Газовая хроматография. Высокоэффективная жидкостная хроматография. Капиллярный электрофорез. Хроматографические методы с масс-спектрометрическим детектированием.

#### **Тема 9. Спектрометрические методы определения токсикантов**

Молекулярная спектроскопия. Спектроскопия в видимой и УФ-области спектра. Спектроскопия в ИК-области спектра ИК — Фурье-спектроскопия. Атомная спектроскопия в элементном анализе токсикантов. Применение комбинированных систем: ВЭЖХ-ИСП-МС, ГЖХ-ИСП-МС, КЭ-ИСП-МС. Спектроскопия ядерного магнитного резонанса. Применение комбинированных систем ВЭЖХ-ЯМР и ВЭЖХ-ЯМР-МС в метаболомике и метабономике.

#### **Тема 10. Электрохимические методы определения токсикантов**

Общая характеристика электрохимических методов. Прямая потенциометрия, потенциометрическое титрование, кулонометрия и кондуктометрия, вольтамперометрия.

### **5. Образовательные технологии, применяемые при освоении дисциплины (модуля)**

При освоении дисциплины используются следующие образовательные технологии:

- изучение теоретического материала дисциплины на лекциях с использованием компьютерных технологий (в программе Power Point);
- консультации, промежуточный тестовый контроль знаний студентов, практические занятия, контрольная работа;
- самостоятельное изучение теоретического материала дисциплины с использованием *Internet*-ресурсов, информационных баз, методических разработок, специальной учебной и научной литературы;
- закрепление теоретического материала при проведении семинарских занятий с использованием интерактивных форм обучения, выполнения поисковых, творческих заданий, деловых игр, разбор конкретных ситуаций (оценка условий жизнедеятельности человека по факторам вредности и травмоопасности, оценка риска получения травм или риска гибели на производстве, предложения по увеличению величины сокращения продолжительности жизни).

№	Тема занятия	Интерактивные методы обучения	Кол-во часов
---	--------------	-------------------------------	--------------

1	Приоритетные токсиканты	Дискуссия	2
2	Методы исследования токсикантов. Современное состояние и перспективы развития.	Дискуссия	2
3	Хроматографические методы определения токсикантов	Презентация материала	2

Разновидностью образовательных технологий является технология адаптивного обучения, предполагающая гибкую систему организации учебных занятий с учетом индивидуальных особенностей обучаемых. Центральное место в этой технологии отводится обучаемому, его деятельности, качествам его личности.

Обучение в условиях применения технологии адаптивного обучения становится преимущественно активной самостоятельной деятельностью: это чтение обязательной и дополнительной литературы, реферативная работа, решение задач различного уровня сложности, выполнение лабораторных и практических работ, индивидуальная работа с преподавателем, контроль знаний и т.д. Технология адаптивного обучения предполагает осуществление контроля всех видов: контроль преподавателя, самоконтроль, взаимоконтроль учащихся, контроль с использованием технических средств.

Таким образом, все виды указанных образовательных технологий с небольшими изменениями могут быть использованы при изучении дисциплины инвалидами или лицами с ограниченными возможностями здоровья. Так, например, на анализ «той или иной» ситуации студенту-инвалиду на занятиях может быть выделено больше времени, задание может быть выполнено самостоятельно вне занятий, на проведение текущего контроля успеваемости выделяется необходимое студенту-инвалиду время, возможность использования индивидуальных компьютеров, специальных компьютерных программ и сайтов Интернета, специальную видео- и аудиоинформацию.

#### **6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.**

№	Виды самостоятельной работы	Формы контроля
1	Освоение теоретического материала	Дискуссия
2	Подготовка к текущему тестированию	Тестирование
3	Выполнение письменных домашних заданий	Проверка домашних заданий
4	Подготовка реферата	Защита реферата

Оценочные средства для текущего контроля успеваемости – выставление оценок «неудовлетворительно», «удовлетворительно», «хорошо», «отлично».



Самостоятельная работа студента заключается в освоении теоретического материала, подготовке, расчете и оформлении практических работ (решении задач), выполненных в аудитории.

**На самостоятельную работу вынесены следующие вопросы:**

Токсиканты – классификация, характеристики, свойства. Летальный и нелетальный исходы действия токсикантов. Токсичность и опасность веществ, их количественные характеристик. Методы определения токсикантов и их применение в аналитической практике.

**Перечень лабораторных работ:**

1. Изучение характеристических реакций на «металлические яды».
2. Выполнение контрольных задач на смесь ионов-токсикантов.
3. Изучение характеристических реакций на органические токсиканты.
4. Экстракционно-фотометрическое определение а-ПАВ.
5. Определение фенола методом броматометрии.
6. Иодометрическое определение меди.
7. Определение доксицилина методом высокоэффективной жидкостной хроматографии. Знакомство с компьютерной программой «Мультихром».
8. Концентрирование и количественное определение меди методом пиковой планарной хроматографии на бумаге.
9. Хромато-масс-спектрометрическое определение п-этилфенола. Знакомство с компьютерным аналитическим комплексом «Xcalibur».

**Примерный перечень тем рефератов к курсу «Токсикология. Токсикологическая химия»:**

1. Иммуноферментные методы определения пестицидов
2. Определение тяжелых металлов методом жидкостной хроматографии
3. Хроматографические методы определения диоксинов
4. Определение полихлорированных дифенилов методом сверхкритической флюоресцентной хроматографии
5. Хроматографические методы в анализе микотоксинов.

**Примерный перечень контрольных вопросов для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины «Токсикология. Токсикологическая химия» :**

1. Место определения токсикантов в системе методов аналитической химии
2. Особенности химико-токсикологического анализа
3. Классификация ядовитых и сильнодействующих веществ.
4. Токсикокинетика и токсикодинамика ядов
5. Классификация отравлений

6. Пути поступления ядов организм
7. Всасывание ядов в организме. Структура клеточных мембран
8. Типы клеточных мембран
9. Рецепторы. Функции рецепторов
10. Распределение ядов организм
11. Связывание ядов организм
12. Выделение ядов организм
13. Факторы, влияющие на токсичность ядов. Общая характеристика.
14. Общая характеристика методов детоксикации
15. Методы искусственной детоксикации
16. Детоксикация с помощью антидотов
17. Метаболизм ядов и высокотоксичных веществ
18. окисление ядов организм человека
19. Восстановление и гидролиз ядовитых веществ в организме
20. Дезалкилирование, дезаминирование, десульфирование токсикантов
21. Реакции конъюгации ядов в организме.
22. Конъюгация с глюкуроновой кислотой
23. Реакция метилирования токсикантов в организме
24. Реакция ацетилирования ядов в организме
25. Реакции конъюгации токсикантов с глицином
26. Вещества, изолируемые из биологического материала перегонкой с водяным паром. Общая характеристика метода.
27. Синильная кислота и ее соли. Свойства и методы идентификации в биологических объектах
28. Метиловый спирт. Методы идентификации
29. Фенол. Идентификация в биологических объектах
30. Дихлорэтан. Методы идентификации.
31. Тетраэтилсвинец. Методы определения.
32. Вещества, изолируемые из биологического материала подкисленным спиртом или подкисленной водой
33. Общая характеристика основных методов изолирования, очистка вытяжек и выделения токсических важных веществ
34. Вещества, экстрагируемые органическими растворителями из кислых вытяжек
35. Барбитураты и методы их исследования.
36. Идентификация барбитуратов и их количественное определение
37. Барбитамил. Выделение из биологического материала, идентификация и количественное определение
38. Барбитал. Обнаружение барбитала. Бензоал, гексенал. Способы определения
39. Фенобарбитал. Обнаружение фенобарбитала
40. Вещества, экстрагируемые органическими растворителями из щелочных вытяжек
41. Алкалоиды и методы их исследования
42. Опий и составляющие его алкалоиды

43. Морфин. Способы идентификации и количественные определения
44. Кодеин. Идентификация и количественное определение.
45. Никотин. Обнаружение никотина. Наркотин, меконовая кислота. Способы определения
46. Вещества, изолируемые из объектов путем минерализации биологического материала
47. Связывание «металлических ядов» с биологическим материалом
48. Реактивы, применяемые в дробном анализе «металлических ядов» для маскировки ионов
49. Минерализация биологического материала кислотами
50. Обнаружение ионов бария в его соединениях
51. Обнаружение ионов свинца в биологических объектах
52. Идентификация ионов меди
53. Обнаружение ионов мышьяка в биологическом материале
54. Особенности пробоподготовки биологического материала при определении ртути.
55. Обнаружение ртути в биологических объектах
56. Вещества, выделяемые из биологического материала путем настаивания исследуемых объектов с водой
57. Обнаруживание серной и азотной кислот
58. Обнаружение едких щелочей и аммиака
59. Выделение и обнаружение нитритов в биологическом материале
60. Способы идентификации оксида углерода (II)
61. Газовая хроматография. Общая характеристика метода. Достоинства и ограничения. Применение для определения токсикантов
62. Высокоэффективная жидкостная хроматография как метод определения токсических веществ.
63. Механизмы разделения в ВЭЖХ.
64. Нормально-фазовая и обращено-фазовая ВЭЖХ. Особенности метода.
65. Неподвижные фазы в жидкостно-адсорбционной хроматографии. Полярные сорбенты. Силикагель и оксид алюминия.
66. Гидрофильно-модифицированные сорбенты. Амино-, циано- и диольные сорбенты на основе силикагеля.
67. Неполярные сорбенты. Гидрофобно-модифицированные сорбенты.
68. Подвижные фазы в жидкостно-адсорбционной хроматографии. Требования к подвижным фазам.
69. Ионная хроматография как метод определения токсикантов.
70. Ион-парная хроматография. Характеристика и особенности метода.
71. Тонкослойная хроматография как метод определения токсикантов. Количественные характеристики метода. Параметры эффективности и селективности разделения. Подвижные фазы. Сорбенты. Пластинки.
72. Гель-хроматография в анализе токсикантов.
73. Сверхкритическая флюидная хроматография как метод определения токсикантов. Характеристика и аппаратное оформление метода.

74. Капиллярный электрофорез как метод определения токсикантов. Варианты. Особенности.

## 7. Данные для учета успеваемости студентов в БАРС

Таблица 1.1 Таблица максимальных баллов по видам учебной деятельности

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Семестр	Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	Самостоятельная работа	Автоматизированное тестирование	Другие виды учебной деятельности	Промежуточная аттестация (экзамен)	Итого
7	14	36	0	0	0	10	40	100

### Программа оценивания учебной деятельности студента

Лекции

0-14 (оценивается посещаемость, 1 балл за лекцию).

Лабораторные занятия

0-36 баллов (по 4 балла за занятие, оценивается подготовка к практическим занятиям, участие в дискуссиях по теме практического задания, решение задач).

Практические занятия

Не предусмотрены.

Другие виды учебной деятельности

0-10 баллов (оцениваются результаты самостоятельных письменных работ)

Промежуточная аттестация (экзамен)

0-40 баллов

При определении разброса баллов при аттестации используется следующая шкала ранжирования:

ответ на «отлично» оценивается от 32 до 40 баллов;

ответ на «хорошо» оценивается от 26 до 31 баллов;

ответ на «удовлетворительно» оценивается от 10 до 25 баллов;

ответ на «неудовлетворительно» от 0 до 9 баллов.

Таблица 1.2 Таблица пересчета полученной студентом суммы баллов по дисциплине «Токсикология. Токсикологическая химия» в оценку

86 до 100 баллов	«отлично»
71 до 85 баллов	«хорошо»
51 до 70 баллов	«удовлетворительно»
0 до 50 баллов	«неудовлетворительно»

Таким образом, максимально возможная сумма баллов за все виды учебной деятельности студента за один семестр по дисциплине «Токсикология. Токсикологическая химия» составляет 100 баллов.

## **8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля).**

### *а) основная литература:*

1. Основы аналитической химии. В 2 кн. Кн. 2. Методы химического анализа: Учеб для вузов / Ю.А. Золотов, Е.Н. Дорохова, В.И. Фадеева и др. под ред. Ю.А. Золотова. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк.; 2015. – 494 с.
2. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа. / Под ред. А.А. Ищенко. В 2 томах. Том 2. Изд-во “Академия”. 2014. - 416 с. (ЭБС Юрайт)

### *б) дополнительная литература*

Аналитическая химия. проблемы и подходы: В 2 т: пер. с англ. Под ред. Р. Кельнера, Ж.-М. Мерме, М. Отто, М. Видмера. – М.: Мир ООО «Изд-во» АСТ, 2014. Т.2. – 728 с.



### *в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы*

Операционные системы Windows, стандартные офисные программы, законодательно-правовая электронно-поисковая база по безопасности жизнедеятельности, электронные версии учебников, пособий, методических разработок, указаний и рекомендаций по всем видам учебной работы, находящиеся в свободном доступе для студентов, обучающихся в вузе.

1. <http://www.mchs.ru/> – официальный сайт МЧС:

Федеральный закон от 21 декабря 1994 г. N 68-ФЗ «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» (с изменениями).

Постановление Правительства РФ «Об организации в Российской Федерации обмена информацией в чрезвычайных ситуациях» от 25.03.92 г. №190.

Федеральный Закон от 10.02.02 №7-ФЗ «Об охране окружающей среды».

2. <http://www.minzdravsoc.ru> – официальный сайт Минздравсоцразвития;
3. <http://www.gks.ru/> – официальный сайт федеральной службы государственной статистики;
4. <http://www.sci.aha.ru> – web атлас по БЖД;

5. <http://www.novtex.ru> – научно-практический и учебно-методический журнал БЖД;
6. <http://www.school-obz.org> – Информационно-методическое издание для преподавателей журнал «Основы безопасности жизнедеятельности».
7. <http://www.tehdoc.ru>; <http://www.safety.ru> – нормативная документация по охране труда;
8. <http://www.zapoved.ru/> – особо охраняемые природные территории РФ;
9. <http://ecportal.su/> – Всероссийский экологический портал;
10. <http://www.ecooil.su/> – сайт «Нефть и экология»;
11. <http://nuclearwaste.report.ru/> – сообщество экспертов. Тема: радиоактивные отходы.

## **9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

1. Электронные копии лекций и иллюстрационного материала.
2. Современное мультимедийное оборудование.
3. Персональный компьютер.
4. Проекционная аппаратура: оверхед-проектор и мультимедиа-проектор.
5. Видеофильмы, подготовленные Департаментом МЧС РФ: «Гражданская оборона», «Подготовка и проведение учений и объектовых тренировок по гражданской обороне, защите от чрезвычайных ситуаций и террористических актов», «Прогнозирование химического заражения», «Средства индивидуальной защиты», «Подготовка и проведение учений и объектовых тренировок по гражданской обороне, защите от чрезвычайных ситуаций и террористических актов».
6. Специализированные классы, оборудованные техническими средствами обучения (лаборатория профилирующей кафедры, локальная компьютерная сеть кафедры с выходом в глобальную сеть Internet. и т.п.).

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО с учетом рекомендаций и Примерной ООП ВО по направлению подготовки 20.03.01 «Техносферная безопасность» и профилю подготовки «Промышленная безопасность технологических процессов и производств».

Автор  
д.х.н., профессор

Е.Г. Сумина

Программа разработана в 2018 году (одобрена на заседании кафедры аналитической химии и химической экологии от «30» августа 2018 года, протокол № 01).

Примерный перечень тестовых заданий к курсу «Токсикология.  
Токсикологическая химия»:

Тест 1

1. Какой принцип позволяет отнести распределительную и ионообменную хроматографию в разные группы хроматографических методов?
  - 1) природа контактирующих фаз;
  - 2) механизм элементарного акта;
  - 3) способ выполнения;
  - 4) все ответы правильные.
2. Укажите физический смысл фактора удерживания в методе жидкостной хроматографии.
  - 1) время пребывания компонента А в подвижной фазе ( $t_n$ )
  - 2) время пребывания компонента А в неподвижной фазе ( $t_n$ )
- 3) скорость прохождения растворённого вещества А через колонку ( $V_n$ )
- 4) скорость прохождения элюента через колонку ( $V_n$ )
- 5) доля времени пребывания растворённого вещества А в подвижной фазе, т.е. относительная скорость передвижения растворённого вещества ( $t_n/(t_n+t_n)$ ).
  3. Какой величиной лучше оценивать эффективность хроматографической колонки?
    - 1) числом теоретических тарелок (N);
    - 2) временем удерживания ( $t_R$ );
    - 3) удерживаемым объёмом ( $V_R$ );
    - 4) высотой эквивалентной теоретической тарелки (H);
    - 5) коэффициентом разделения.
  4. Какой величине пропорциональна высота хроматографического пика?
    - 1) концентрации растворённого вещества;
    - 2) количеству вещества на N-ой теоретической тарелке;
    - 3) времени удерживания ( $t_R$ );
    - 4) удерживаемому объёму ( $V_R$ );
    - 5) скорости подвижной фазы ( $V_n$ ).
  5. Во сколько раз нужно изменить число теоретических тарелок, чтобы увеличить степень разрешения вдвое?
    - 1) увеличить в 2 раза;
    - 2) уменьшить в 2 раза;
    - 3) степень разрешения не зависит от N;
    - 4) уменьшить в 4 раза;
    - 5) увеличить в 4 раза.
  6. Какой фактор не влияет на величину Rf?
    - 1) природа носителя;
    - 2) состав подвижной фазы;
    - 3) температура;
    - 4) концентрация определяемого вещества.
  7. Для определения диоксифенилметана в пищевых продуктах использовали метод тонкослойной хроматографии. Для стандартных образцов получены следующие результаты:

Концентрация диоксифенилметана, мкг/0,02 мл.....	5,0	10,0	15,0	35,0
Площадь пятна, мм <sup>2</sup> .....	7,94	12,59	15,85	27,10

Для построения градуировочного графика использована зависимость  $\lg S - \lg c$ . Навеску овощей массой  $m=100$  г обработали  $V$  мл спирта, который затем упарили до 5,00 мл. Затем 0,02 мл его хроматографировали методом ТСХ и получили пятно площадью  $S=20,42$  мм<sup>2</sup>.

Определить концентрацию диоксифенилметана в овощах (мг/кг)

- 1) 34,40мг/кг;

- 2) 36,50 мг/кг;
- 3) 16,48 мг/кг.

### Тест 2

1. Какой принцип определяет различие колоночной и тонкослойной хроматографии?
  - 1) механизм элементарного акта;
  - 2) природа контактирующих фаз;
  - 3) используемая техника.
  
2. Укажите время пребывания вещества А в неподвижной фазе  $t_n$ , если время прохождения элюента равно 15 мин, а время прохождения зоны растворённого вещества составляет 1ч.
  - 1) 15 мин;
  - 2) 60 мин;
  - 3) 75 мин;
  - 4) 45 мин;
  - 5) Нет правильного ответа.
  
3. При проверке хроматографической колонки получены следующие параметры:  $t_R = 25$  мин, пик имеет форму распределения Гаусса и ширину 40 сек. Найти число теоретических тарелок.
  - 1) 1401;
  - 2) 22500;
  - 3) для ответа не хватает ещё одного параметра;
  - 4) для ответа не хватает ещё двух параметров.
  
4. Какое из перечисленных ниже допущений является общим для концепции теоретических тарелок и кинетической теории?
  - 1) диффузия и распределение растворённого вещества происходит мгновенно;
  - 2) размывание зоны происходит вследствие продольной диффузии;
  - 3) линейность изотермы распределения ( $D = \text{const}$ )
  - 4) размывание зоны происходит вследствие неравномерности потока;
  
5. Что характеризует величина  $R_f$  в планарной хроматографии?
  - 1) концентрацию вещества;
  - 2) относительную скорость передвижения вещества в данной системе;
  - 3) относительное содержание вещества в смеси соединений;
  - 4) знак и величину заряда разделяемых соединений.
  
6. Чем объяснить тот факт, что в жидкостно-жидкостной хроматографии целесообразнее использовать скорость подвижной фазы значительно меньшую, чем в газо-жидкостной?
  - 1) различным устройством хроматографической колонки;
  - 2) меньшим коэффициентом диффузии растворённого вещества в жидкости, чем в газе;
  - 3) разным объёмом пробы;
  - 4) температурой;
  - 5) разной длиной колонок.
  
7. При определении адипиновой кислоты в продукте гидрокарбоксилирования бутадиена методом бумажной хроматографии полученные пятна, проявленные метиловым красным, вырезали, высушили и взвесили. Для стандартных смесей с различным содержанием адипиновой кислоты получили данные:

Масса кислоты, мкг .....	5	10	15	20
Масса бумаги с пятном, мг.....	61	106	146	186

Навеску анализируемого образца  $m = 150$  мг растворили в  $V = 20$  мл воды и порции полученного раствора по 0,05 мл хроматографировали. Масса полученных пятен составила  $m_2 = 107$  мг.

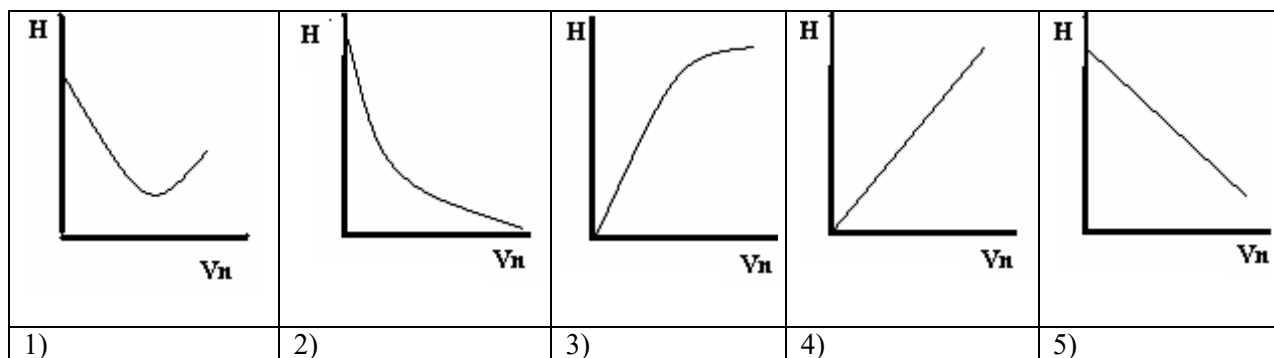
Определить массовую долю (%) адипиновой кислоты в анализируемом продукте.

- 1) 1,60 %;
- 2) 2,93 %;
- 3) 4,37 %.



### Тест 3

- Какой принцип лежит в различии газовой и жидкостной хроматографии?
  - 1) природа контактирующих фаз;
  - 2) используемая техника;
  - 3) механизм элементарного акта.
- В хроматографической колонке вещество А имеет коэффициент распределения  $D=10$ , а вещество В имеет  $D=15$ . Для данной колонки  $V_H=0.5$ мл, а  $V_n=1.5$  мл. Сравните значения  $V_R$  для этих веществ.
  - 1)  $(V_R)_A > (V_R)_B$ ;
  - 2)  $(V_R)_A = (V_R)_B$ ;
  - 3)  $(V_R)_A < (V_R)_B$ ;
- От каких факторов зависит эффективность хроматографической колонки по концепции теоретических тарелок?
  - 1) эффективность колонки прямо пропорциональна высоте, эквивалентной теоретической тарелке;
  - 2) эффективность колонки возрастает с увеличением числа теоретических тарелок;
  - 3) эффективность колонки зависит от скорости потока.
- Следуя кинетической теории укажите, на каком рисунке правильно отражена зависимость эффективности колонки от скорости подвижной фазы?



- Какой из перечисленных ионов будет сильнее удерживаться на катионообменнике при прочих равных условиях?
  - 1)  $\text{Na}^+$
  - 2)  $\text{K}^+$
  - 3)  $\text{Al}^{3+}$
  - 4)  $\text{Ca}^{2+}$
  - 5)  $\text{Mg}^{2+}$
- Укажите правильное определение понятия «константа распределения»
  - 1) отношение равновесных концентраций соединения, распределяющегося между двумя фазами;
  - 2) отношение общих (аналитических) концентраций соединения, распределяющегося между двумя фазами;
  - 3) отношение коэффициентов активности разделяемых веществ в разных фазах;
  - 4) отношение активностей разделяемых веществ в разных фазах.
- Какая масса кобальта останется в растворе, если через колонку, заполненную  $m=10$  г катионита, пропустили  $V=250$  мл раствора  $\text{CoSO}_4$  с концентрацией  $c_{\text{нач}}=0,050$  моль/л. Полная динамическая ёмкость в условиях разделения равна  $1,6$  ммоль/г [молярная масса эквивалента равна  $M(1/2 \text{M}^{2+})$ ].
  - 1)  $0,29$  г/л;
  - 2)  $2,53$  г/л;
  - 3)  $2,00$  г/л.

#### Тест 4

1. Каков механизм элементарного акта в методе распределительной хроматографии?
  - 1) сорбция вещества в неподвижной фазе;
  - 2) обмен ионов;
  - 3) распределение вещества между двумя жидкими фазами.
  
2. Укажите правильное выражение коэффициента распределения  $D$  в хроматографии.
  - 1)  $C_H/C_{II}$ ;
  - 2)  $C_{II}/C_H$ ;
  - 3)  $t_{II}/t_H$ ;
  - 4)  $t_H/t_{II}$ ;
  - 5)  $t_{II}/(t_H+t_{II})$ .
  
3. Какой из перечисленных ниже параметров не учитывает концепция теоретических тарелок?
  - 1) время удерживания ( $t_R$ );
  - 2) скорость подвижной фазы ( $V_n$ );
  - 3) скорость перемещения растворённого вещества ( $V_A$ );
  - 4) линейность изотермы распределения;
  - 5) наличие идеального диффузионного режима (не происходит размывание зоны вследствие продольной диффузии).
  
4. Какой из факторов не влияет на разрешение  $R_s$ ?
  - 1) коэффициент распределения;
  - 2) число теоретических тарелок;
  - 3) относительное удерживание;
  - 4) скорость подвижной фазы;
  - 5) нет правильного ответа
  
5. Какой из перечисленных ионов будет сильнее удерживаться на катионообменнике при прочих равных условиях?
  - 1)  $Be^{2+}$
  - 2)  $Mg^{2+}$
  - 3)  $Ca^{2+}$
  - 4)  $Sr^{2+}$
  - 5)  $Ba^{2+}$
  
6. Укажите правильное определение понятия «фактор разделения»
  - 1) отношение констант распределения разделяемых веществ;
  - 2) отношение коэффициентов распределения разделяемых веществ;
  - 3) отношение коэффициентов активности разделяемых веществ в разных фазах;
  - 4) отношение активностей разделяемых веществ в разных фазах.
  
7. Реакционную массу после нитрования толуола проанализировали методом газожидкостной хроматографии с применением этил бензола в качестве внутреннего стандарта. Определить массовую долю (%) непрореагировавшего толуола по следующим экспериментальным данным:

Взято		$S_{\text{толуола}}, \text{мм}^2$	k	$S_{\text{этилбензола}}, \text{мм}^2$	k
m(толуола), г	m(этилбензола), г				
25,16	1,28	80	0,79	109	0,82

- 1) 8,47 %;
- 2) 4,70 %;
- 3) 3,60 %.

### Тест 5

- Каков механизм элементарного акта в методе эксклюзионной хроматографии?
  - сорбция вещества на неподвижной фазе;
  - распределение вещества между двумя жидкими фазами в соответствии со способностью к ионному обмену;
  - распределение вещества между двумя жидкими фазами в соответствии с размером молекул.
- Какое из приведённых ниже уравнений является уравнением Ван- Деемтера:
  - $N = A + B/V + CV$
  - $N = A + B/V$
  - $H = A + CV$
  - $H = A + B/V + CV$
- При хроматографировании веществ методом тонкослойной хроматографии получены следующие данные: подвижность хроматографической зоны ( $R_f$ )- 7, ширина зоны в направлении движения элюента- 0,6 см, L- расстояние, пройденное элюентом от линии старта до линии фронта элюента- 10см. Рассчитать высоту эквивалентную теоретической тарелке
  - 1,12
  - 0,0003
  - 0,05
  - Для ответа не хватает одного параметра.
- Укажите правильное выражение для константы распределения  $K_D(A)$  в жидкостной хроматографии:
  - $V_{II}/V_H$
  - $V_H/V_{II}$
  - $V_{II}/V_{II} + V_H$
  - $[A_H]/[A_{II}]$
  - $[A_{II}]/[A_H]$
- Какой из перечисленных анионов при прочих равных условиях обладает наибольшим сродством к анионообменнику:
  - $F^-$
  - $Cl^-$
  - $Br^-$
  - $NO_3^-$
  - $ClO_4^-$
- В газовой хроматографии используются следующие детекторы:
  - фотометрический;
  - флуориметрический;
  - детектор по теплопроводности (катарометр);
  - рефрактометр.
- Для определения диоксифенилметана в пищевых продуктах использовали метод тонкослойной хроматографии. Для стандартных образцов получены следующие результаты:

Концентрация диоксифенилметана, мкг/0,02 мл.....	5,0	10,0	15,0	35,0
Площадь пятна, мм <sup>2</sup> .....	7,94	12,59	15,85	27,10

Для построения градуировочного графика использована зависимость  $\lg S - \lg c$ . Навеску овощей массой  $m=38$  г обработали  $V$  мл спирта, который затем упарили до 5,00 мл. Затем 0,02 мл его хроматографировали методом ТСХ и получили пятно площадью  $S=14,79$  мм<sup>2</sup>.  
Определить концентрацию диоксифенилметана в овощах (мг/кг)

- 1) 34,4 мг/кг;
- 2) 36,5 мг/кг;
- 3) 16,48 мг/кг.

**Тест 6**

1. Какой величиной лучше оценивать эффективность хроматографической колонки?
  - 1) числом теоретических тарелок (N);
  - 2) временем удерживания ( $t_R$ );
  - 3) удерживаемым объёмом ( $V_R$ );
  - 4) высотой эквивалентной теоретической тарелки (H);
  - 5) коэффициентом разделения.
  
2. Какое из перечисленных ниже допущений является общим для концепции теоретических тарелок и кинетической теории?
  - 1) диффузия и распределение растворённого вещества происходит мгновенно;
  - 2) размывание зоны происходит вследствие продольной диффузии;
  - 3) линейность изотермы распределения ( $D=\text{const}$ );
  - 4) размывание зоны происходит вследствие неравномерности потока;
  
3. В хроматографической колонке вещество А имеет коэффициент распределения  $D=15$ , а вещество В имеет  $D=20$ . Для данной колонки  $V_H=1,0$  мл, а  $V_n=3$  мл. Сравните значение  $V_R$  для этих веществ.
  - 1)  $(V_R)_A > (V_R)_B$ ;
  - 2)  $(V_R)_A = (V_R)_B$ ;
  - 3)  $(V_R)_A < (V_R)_B$ ;
  
4. Укажите правильное выражение коэффициента распределения D в хроматографии.
  - 1)  $C_H/C_{II}$ ;
  - 2)  $C_{II}/C_H$ ;
  - 3)  $t_{II}/t_H$ ;
  - 4)  $t_H/t_{II}$ ;
  - 5)  $t_{II}/(t_H+t_{II})$ .
  
5. Какое из приведённых ниже уравнений является уравнением Ван- Деемтера:
  - 1)  $N = A + B/V + CV$
  - 2)  $N = A + B/V$
  - 3)  $H = A + CV$
  - 4)  $H = A + B/V + CV$
  
6. Во сколько раз нужно изменит число теоретических тарелок, чтобы увеличить степень разрешения вдвое?
  - 1) увеличить в 4 раза;
  - 2) уменьшить в 4 раза;
  - 3) степень разрешения не зависит от N;
  - 4) уменьшить в 16 раза;
  - 5)увеличить в 16 раза.
  
7. Цис- 1,2- дихлорэтилен в винилиденхлориде определяли методом газовой хроматографии, используя толуол в качестве внутреннего стандарта, и получили следующие данные для градуировочного графика:
 

$S_x/S_T$ .....	0.72	0.90	1.08	1.28
w, % .....	0.5	1.0	1.5	2.0

Рассчитать массовую долю (%) цис-1,2- дихлорэтилена в исследуемом образце по следующим данным о пиках определяемого и стандартного вещества (принять  $k=1$ ) :

Пик цис-1,2- дихлорэтилена		Пик толуола	
Основание	Высота	Основание	Высота
14	42	18	45

- 1) 0,75%

- 2) 0,55%
- 3) 1,15%

### Ответы

Тест	Баллы	Тест	Баллы	Тест	Баллы	Тест	Баллы	Тест	Баллы	Тест	Баллы
1		2		3		4		5		6	
1- 2	2	1- 3	2	1- 1	2	1- 3	2	1- 3	2	1- 4	2
2- 5	2	2- 4	2	2- 3	2	2- 2	2	2- 4	2	2-3	2
3- 4	2	3- 2	2	3- 2	2	3- 2	2	3- 2	2	3- 3	2
4- 1	2	4- 3	2	4- 1	2	4- 5	2	4- 4	2	4-1	2
5- 5	2	5- 2	2	5- 3	2	5- 1	2	5- 5	2	5-4	2
6- 4	2	6- 2	2	6- 1	2	6- 2	2	6- 3	2	6- 5	2
7- 2	6	7- 2	6	7- 2	6	7- 3	6	7- 3	6	7- 2	6

### Тест 6

1. Константа экстракции  $K_{\text{экс}}$  не зависит:
  1. от устойчивости хелата, экстрагируемого в органическую фазу
  2. от концентрации экстракционного реагента
  3. от pH
  4. от температуры
  
2. Для экстракции ионов металлов из водных растворов лучше использовать экстракционный реагент
  1. ЭДТА
  2. 8-гидроксихинолин
  3. метиловый оранжевый
  4. эриохром черный Т
  
3. В экстракционном разделении и концентрировании используется органический разбавитель:
  1. этанол
  2. метанол
  3. ацетонитрил
  4. тетрагидрид углерода
  
4. Какие соединения не используются в качестве экстракционных систем:
  1.  $[M(H_2O)_6]^{3+}$
  2. внутрикомплексные соединения
  3. ионные ассоциаты
  4. хелаты
  
5. Коэффициент распределения  $D$  выражает
  1. отношение общих концентраций вещества в водной и органической фазах
  2. отношение общих концентраций вещества в органической и водной фазах
  3. отношение растворимости вещества в органической и водной фазах
  4. зависимость распределения вещества в органической и водной фазах от температуры
  
6. Разделение элементов возможно при использовании групповых экстрагентов, если варьировать условия экстракции
  1. pH
  2. объем разбавителя
  3. число экстракций
  4. объем пробы

7. Какой общий объем бутилацетата необходим для понижения концентрации бензойной кислоты до  $1 \cdot 10^{-3}$  М, если 25.0 мл 0.05 М раствора бензойной кислоты экстрагировали порциями растворителя по 5.0 мл? Коэффициент распределения бензойной кислоты в системе вода-бутилацетат равен 30.

1. 30.0 мл
2. 50.0 мл
3. 60.0 мл
4. 100 мл

8. По какому механизму извлекается соединение алюминия с гидроксихинолином в бензол?

1. координационно-насыщенное внутрикомплексное соединение
2. координационно ненасыщенное внутрикомплексное соединение
3. комплексная металлокислота
4. координационно несольватированный ионный ассоциат

### Тест 7

1. Экстракционный реагент - это:

1. вещество, необходимое для связывания выделяемого из смеси компонента с последующей экстракцией его в органическую фазу
2. вещество, которое экстрагируют в органическую фазу для последующего определения
3. вещество, несмешивающееся с водой и хорошо растворимое в органической фазе
4. аналитический реагент для определения компонента

2. Периодическая экстракция - это:

1. экстракция вещества из водной фазы отдельными порциями экстрагента
2. экстракция при непрерывном перемещении органической фазы относительно водной
3. органическая фаза переносится последовательно через серию порций водной фазы до установления равновесия
4. нет правильного ответа

3. Фактор (степень) извлечения это

1.  $R = n(A)_o / n(A)_в$ , A – количество вещества в органической и водной фазах
2.  $R = n(S)_o / n(S)_в$ , S- растворимость вещества в органической и водной фазах
3.  $R = [A]_o / [A]_в$ , [A] равновесная концентрация вещества в органической и водной фазах
4.  $R = [A]_o / (1 - [A]_в)$

4. От какого фактора не зависит экстракция внутрикомплексных соединений

1. устойчивость комплекса
2. интенсивность окраски
3. соотношения водной и органической фаз
4. плотности разбавителя

5. Скорость экстракции зависит от:

1. концентрации реагента
2. объема пробы
3. числа экстракций
4. нет правильного ответа

6. Ионы железа (II) экстрагируются из водных растворов хлороформом в виде комплекса:

1. с 1,10-фенантролином
2. с салициловой кислотой
3. с роданид-ионом

7. Железо (III) экстрагировали в виде  $H[FeCl_4]$  из 6М HCl равным объемом метилизобутилкетона. Рассчитайте коэффициент распределения и степень извлечения (%) железа при условии, что в водной фазе его исходная концентрация равна 10.0 мкг/мл, а концентрация после экстракции 0.1 мкг/мл.

1. - 75%; 2 – 80%; 3 – 85% 4 – 99%

8. Какой тип экстрагирующегося соединения магния с гидроксихинолином?

1. координационно насыщенное внутрикомплексное соединение
2. координационно ненасыщенное внутрикомплексное соединение
3. координационно несольватированный ионный ассоциат
4. координационно сольватированное нейтральное соединение

### Тест 8

1. К органическим растворителям в экстракции предъявляют требование:
  1. хорошая растворимость в воде
  2. малая токсичность
  3. плотность, близкая к 1
  4. интенсивная окраска
2. Преимущество экстракционно-фотометрического определения перед фотометрическим заключается в:
  1. экспрессности
  2. точности
  3. чувствительности
  4. нет правильного ответа
3. Какая величина характеризует коэффициент распределения:
  1.  $R_A/R_B$
  2.  $D_A/D_B$
  3.  $C_0/C_B$
  4.  $C_B/C_0$
4. Скорость экстракции зависит от:
  1. скорости образования экстрагируемого комплекса
  2. числа экстракций
  3. плотности разбавителя
  4. соотношения водной и органической фаз
5. Какая из форм лучше экстрагируется бензолом?
  1.  $H_3R^+$
  2.  $H_2R$
  3.  $HR^-$
  4.  $R^{2-}$
6. Непрерывная экстракция осуществляется:
  1. из водной фазы отдельными порциями экстрагента
  2. при относительном перемещении органической фазы относительно водной
  3. когда органическая фаза переносится последовательно через серию порций водной фазы до установления равновесия
  4. нет правильного ответа
7. Кобальт экстрагировали из 4.7 М раствора роданида аммония изоамиловым спиртом. Коэффициент распределения кобальта равен 5.2. Рассчитайте его концентрацию, оставшуюся в водной фазе, после экстракции из 20 мл его 0.01 М раствора одной порцией 20.0 мл изоамилового спирта.
  1.  $1.6 \cdot 10^{-3}$  М
  2.  $3.2 \cdot 10^{-5}$  М
  3.  $1.0 \cdot 10^{-1}$  М
8. По какому механизму извлекается As(III) из раствора HCl высокой концентрации с помощью хлороформа?
  1. координационно сольватированное нейтральное соединение
  2. координационно несольватированное нейтральное соединение
  3. комплексная металлокислота
  4. координационно сольватированный смешанный комплекс

### Тест 9

1. Укажите правильное определение понятия «константа распределения»
  1. отношение равновесных концентраций распределяющегося между двумя фазами индивидуального химического соединения;
  2. отношение общих (аналитических) концентраций распределяющегося между двумя фазами индивидуального химического соединения;
  3. отношения активностей индивидуального химического соединения в разных фазах;
  4. отношение равновесной концентрации химического соединения в одной из фаз к общей (аналитической) концентрации того же соединения во второй фазе.

2. На каком рисунке изотерма распределения вещества А правильно отражает зависимость  $[A]_0$  от  $[A]_в$  в том случае, когда коэффициент распределения остается постоянным?
3. Укажите правильное значение степени извлечения (R, %), если коэффициент распределения (D) и соотношение объемов водной и органической фаз при экстракции равны 10?
1. 99; 2. 1; 3. 50; 4. 75; 5. 25.
4. Какая из форм лучше экстрагируется бензолом:
1. ионный ассоциат
  2. внутрикомплексное соединение
  3. соли металлов
5. Какая величина из указанных характеризует коэффициент концентрирования?
1.  $R_A/R_B$  2.  $D_A/D_B$  3.  $C_{A(в)}/C_{B(в)}$  4.  $C_{A(о)}/C_{B(о)}$
6. Какие факторы не влияют на величину коэффициента распределения
1. объем органической фазы
  2. pH
  3. соотношение объемов фаз
  4. интенсивность окраски органической фазы
7. Рассчитайте коэффициент распределения  $Ni^{2+}$  в форме диметилглиоксимата никеля между водой и хлороформом, если его исходная концентрация в водной фазе 82.0 мкг/мл, а концентрация после экстракции – 0.2 мкг/мл. Отношение объемов органической и водной фаз равно 1:1
1. -200 2. -409 3. -509 4. -100
8. Какой тип экстрагирующегося соединения кальция с гидроксидинолином?
1. координационно ненасыщенное внутрикомплексное соединение
  2. координационно насыщенное внутрикомплексное соединение
  3. координационно несольватированный ионный ассоциат
  4. координационно сольватированное нейтральное соединение

### Тест 10

#### 1. Степень извлечения вещества экстракционным методом можно повысить:

1. добавляя в водную фазу индифферентный сильный электролит
2. увеличивая объем водной фазы разбавлением водой
3. уменьшая концентрацию реагента

#### 2. Укажите правильное значение степени извлечения (R, %), если коэффициент распределения (D) и соотношение объемов водной и органической фаз при экстракции равны 10?

1. - 99; 2. -1 3. -50 4. -75 5. -25

#### 3. Каково правильное выражение коэффициента распределения при экстракции металла по реакции



1.  $\frac{[MeA_2]_{(о)}}{[MeA_2]_{(в)} + 1}$  2.  $\frac{[MeA_2]_{(о)}[H^+]^2_{(в)}}{[Me^{2+}]_{(в)}[HA]^2_{(о)}}$  3.  $\frac{[MeA_2]_{(о)}}{[Me^{2+}]_{(в)} + [MeA_2]_{(в)}}$

#### 4. Варьированием каких условий можно провести разделение ряда металлов с помощью гидроксидинолина

1. температуры
2. pH
3. объема органической фазы
4. концентрация реагента

#### 5. Фактор (степень) извлечения это

1.  $R = n(A)_о / n(A)_в$ , A – количество вещества в органической и водной фазах
2.  $R = n(S)_о / n(S)_в$ , S- растворимость вещества в органической и водной фазах
3.  $R = [A]_о / [A]_в$ , [A] - равновесная концентрация вещества в органической и водной фазах
4.  $R = [A]_о / 1 - [A]_в$

#### 6. Какие из указанных комплексов можно использовать экстракционным концентрировании ионов металлов:



1. аммиакаты      2. цианидные      3. роданидные      4. гидроксиминолинаты

**7. Рассчитайте степень извлечения иона никеля в форме диметилглиоксимата между водой и хлороформом, если исходная концентрация в водной фазе 82.0 мкг/мл, а концентрация после экстракции 0.2 мкг/мл. Отношение объемов органической и водной фаз 1:1.**

1. – 89.8%      2. -99.8%      3. -79.8%      4. 69.8%

**8. По какому механизму извлекается As(III) из раствора HCl высокой концентрации с помощью хлороформа?**

1. координационно сольватированное нейтральное соединение
2. координационно несольватированное нейтральное соединение
3. комплексная металлокислота
4. координационно сольватированный смешанный комплекс

Ответы

Тест 6

вопрос	1	2	3	4	5	6	7	8
ответ	2	2	4	1	2	1	2	2
баллы	2	2	2	2	2	2	6	2

Тест 7

вопрос	1	2	3	4	5	6	7	8
ответ	1	1	1	1	1	1	4	2
баллы	2	2	2	2	2	2	6	2

Тест 8

вопрос	1	2	3	4	5	6	7	8
ответ	2	3	3	1	2	2	1	2
баллы	2	2	2	2	2	2	6	2

Тест 9

вопрос	1	2	3	4	5	6	7	8
ответ	1	2	3	4	1	2	2	1
баллы	2	2	2	2	2	2	6	2

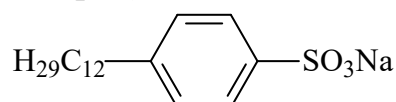
Тест 10

вопрос	1	2	3	4	5	6	7	8
ответ	1	3	3	2	1	4	2	2
баллы	2	2	2	2	2	2	6	2

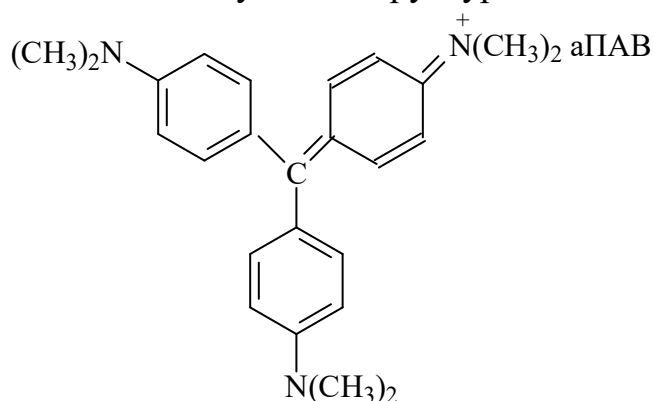
Пример лабораторной работы по курсу «Токсикология. Токсикологическая химия»:

**ЭКСТРАКЦИОННО-ФОТОМЕТРИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ СУММЫ АНИОННЫХ ПАВ В СТОЧНЫХ ВОДАХ**

Определение анионных поверхностно-активных веществ (аПАВ) основано на образовании окрашенных ионных ассоциатов с метиловым зеленым в среде хлороформа. Структурная формула сульфонола (додецилбензолсульфоната натрия):



При взаимодействии аПАВ с метиловым зеленым в хлороформе переходит ионный ассоциат следующей структуры:



**Реактивы, посуда, приборы:**

1. Дистиллированная вода.
2. Метиловый зеленый, индикатор “Хемапол”,  $2 \cdot 10^{-4}$  моль/л, водный раствор.
3. Серная кислота, х.ч., 1 моль/л.
4. Хлороформ.
5. Стандартный водный раствор сульфонола, 0.4 г/л. Навеску сульфонола 0.0400 г помещают в мерную колбу емкостью 100 мл. Для приготовления рабочего раствора 1 мл исходного стандартного раствора вносят в колбу на 50 мл и разбавляют водой до метки. Концентрация рабочего раствора 8 мг/л.
6. Делительные воронки, химические стаканы.
7. Фотоэлектроколориметр КФК-2.

**ВЫПОЛНЕНИЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ**

**Построение градуировочного графика**

В 5 делительных воронок вносят по 20 мл серной кислоты, добавляют 1.0, 3.0, 5.0, 7.0, 9.0 мл рабочего раствора сульфонола и от 9.0 до 1.0 мл дистиллированной воды, доводя таким образом общий объем до 30 мл, затем

вносят по 2 мл раствора метилового зеленого, добавляют в каждую воронку точно по 20 мл хлороформа и немедленно экстрагируют в течении 1 минуты. Хлороформ в последующую воронку приливать лишь после проведения экстракции в предыдущей. Через 30 минут после расслоения раствора хлороформный слой сливают в кювету ( $l=1$  см) и измеряют оптическую плотность на КФК-2 при  $\lambda=590$  нм относительно холостого раствора, которым является хлороформный экстракт, не содержащий аПАВ.

Строят градуировочный график в координатах оптическая плотность – объем рабочего раствора сульфанола.

#### **Определение аПАВ в сточной воде**

В стакан, вместимостью 100-150 мл, получают пробу сточной воды. В 3 делительные воронки помещают аликвотные части пробы (2, 4, 6 мл). Остальные операции аналогичны построению градуировочного графика. Измеряют оптическую плотность экстрактов. Расчет проводят по формуле:

$$C(\text{аПАВ})=(C \cdot V \cdot 1000)(V_{\text{ал.}} \cdot 1000), \text{ мг/л}$$

где  $C$  (аПАВ) – найденная концентрация аПАВ;

$C$  – концентрация рабочего раствора сульфанола;

$V$  – объем раствора, найденный по градуировочному графику;

$V_{\text{ал.}}$  – объем аликвотной части исследуемой воды.