

МИНОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Химический факультет

УТВЕРЖДАЮ  
Декан ХФ

\_\_\_\_\_ Ю. Г. Слизов

" \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 2016 г.

**Рабочая программа дисциплины**  
Современная химия и химическая безопасность

Направление подготовки  
**04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия**

Квалификация выпускника

**Специалист**

Форма обучения  
очная

Томск 2016

**1. Код и наименование дисциплины (модуля)** Программа базовой дисциплины «Современная химия и химическая безопасность» составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО по направлению 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия, квалификация – Специалист. Код дисциплины: Б1.Б.22

**2. Цель изучения дисциплины (модуля)**

**Цель курса:** Содействовать подготовке специалистов на основе традиционных и новых разделов химии, и способов использования химии при решении задач в области оценки и снижения техногенных и экологических рисков в современном обществе, а также способов использования химии при решении задач концепции устойчивого развития.

**3. Год/годы и семестр/семестры обучения.**

5год/9семестр

**4. Общая трудоемкость дисциплины (модуля)** составляет 5 зачетных единицы, 180 часов, из которых 80 часа составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (80 часов – занятия лекционного типа) 60 часов составляет самостоятельная работа обучающегося.

**5. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

<b>Формируемые компетенции</b> <i>(код компетенции, уровень (этап) освоения)</i>	<b>Планируемые результаты обучения по дисциплине (разделу)</b>
ОПК-1 способность воспринимать, развивать и использовать теоретические основы традиционных и новых разделов химии при решении профессиональных задач II уровень	<b>З1 (ОПК-1) –II, Знать:</b> теоретические основы традиционных и новых разделов химии и способы их использования при решении конкретных химических задач, химической безопасности производств <b>У1 (ОПК-1) –II Уметь:</b> выполнять действия (классификация веществ, составление схем процессов, систематизация данных и т.п.) с учетом основных понятий и общих закономерностей, формулируемых в рамках основных химических дисциплин <b>В1 (ОПК-1) – II Владеть:</b> навыками использования теоретических основ базовых химических дисциплин при решении конкретных химических и материаловедческих задач.

**6. Содержание дисциплины (модуля) и структура учебных видов деятельности**

### 6.1. Структура учебных видов деятельности

Наименование модулей	Всего (час.)	Контактная работа (час.)	Самостоятельная работа (час.)
		Лекции	
<b>1. Химическая безопасность в постиндустриальном обществе</b>	16	16	12
<b>2. Современные аналитические методы в обеспечении химической безопасности</b>	16	16	14
<b>3. «Зеленая» химия</b>	16	16	14
<b>4. Современные принципы создания лекарственных средств</b>	16	16	12
<b>5. Современные тенденции развития химии нефти и полимеров</b>	16	16	12
Итого	180	80	64

## 6.2. Содержание дисциплины

### Модуль 1. Химическая безопасность в постиндустриальном обществе

**Тема 1.** Современные представления окружающей среды как системной модели.

Специфика глобальных проблем современности. Опасность возникновения техногенных и экологических кризисов. Биосфера как устойчивая развивающаяся система. Наиболее важные физико-химические процессы, протекающие в природных средах. Основные направления техногенного воздействия на окружающую среду. Значимость и актуальность изучения вопросов химической и экологической безопасности в системе высшего химического образования.

**Тема 2.** Взаимосвязь химии и устойчивого развития.

Ключевая роль химии в осуществлении устойчивого развития. Концепция мирового развития с учетом экологических ограничений. Промышленное химическое предприятие как часть природотехнической системы. Принципы перехода от утилизации загрязнений к «зеленым» процессам в химии.

**Тема 3.** Химическая опасность - особая категория техногенной опасности.

Особенности химической опасности. Опасные химические вещества. Первичные и вторичные загрязнители. Сильнодействующие химические токсические вещества. Техногенные аварии и катастрофы, связанные с химическими веществами (химические аварии). Основные типы и характеристики чрезвычайных ситуаций, возникающих при химических авариях. Химические, физические и физико-химические процессы, лежащие в основе возникновения химических аварий. Приоритетные пути развития новых химических исследований и технологий.

**Тема 4.** Техногенные и экологические риски.

Экологический и техногенный риск. Классификация рисков. Визуализация рисков. Показатели риска. Приемлемый риск. Назначение и задачи анализа рисков. Методы оценки техногенного риска. Количественные методы оценки последствий аварий на опасных производственных объектах. Системный анализ и прогнозирование техногенного риска на опасных производственных объектах.

**Тема 5.** Обеспечение безопасности эксплуатации химических объектов для повышения защищенности населения и окружающей среды.

Безопасность сложных химико-технологических систем. Методы контроля безопасности. Основные принципы планирования и осуществления мероприятий по повышению устойчивости и безопасности производственных химических систем и объектов. Превентивные меры защиты для повышения безопасности человека и окружающей среды при воздействии негативных факторов опасных химических объектов. Экологический инжиниринг.

**Тема 6.** Техника защиты окружающей среды в химическом производстве.

Нагрузка на окружающую среду со стороны химического производства. Остаточные продукты химического производства. Область защиты окружающей среды – вода. Область защиты окружающей среды – воздух. Уничтожение отходов химических производств.

**Тема 7.** Технология и современная химия в защите окружающей среды.

Методы очистки промышленных газовых выбросов. Методы очистки сточных вод. Деструктивные методы очистки воды и переработки отходов. Каталитические методы очистки. Основные типы каталитических реакторов. Основы адсорбционных процессов и примеры практического применения. Абсорбционные методы очистки газов. Применение циклонов и электрофильтров для очистки газов. Рассеивание примесей в атмосфере.

**Тема 8.** Основы управления безопасностью химических производств.

Принципы управления техногенными рисками в рамках концепции устойчивого развития. Выбор вариантов снижения рисков и оценка их эффективности. Стратегия управления экологической и техногенной безопасностью опасного химического объекта -

Создание безопасных экологически приемлемых малоотходных технологий и процессов. Основные принципы создания малоотходных химических технологий.

## **Модуль 2. Современные аналитические методы в обеспечении химической безопасности**

**Тема 1.** Концепция эколого-аналитического контроля (ЭАК) в России. Основные понятия. Функции, нормативно-техническое обеспечение и правовая регламентация системы ЭАК, контролируемые объекты и компоненты, методическое, аппаратное и метрологическое обеспечение ЭАК.

**Тема 2.** Человек и среда обитания. Состояние экологической обстановки и ее нормализация. Основные задачи рационального природопользования. подходы к нормированию антропогенных нагрузок на атмосферный воздух, водные объекты и почву.

**Тема 3.** Экспертные оценки и менеджмент в области химической безопасности. Экологические стандарты для основных продуктов химии. Паспорт безопасности вещества. Безопасность в химической лаборатории. Российские и международные организации по защите природы и химической безопасности.

**Тема 4.** Основные понятия токсикологии. Токсиканты, методы определения токсического действия веществ, фазы воздействия токсикантов, биоаккумуляция, ранжирование токсичности, оценка аналитических методик, применяемых для мониторинга и наблюдения за загрязнителями.

**Тема 5.** «Зеленая аналитическая химия», основные критерии «зеленого» процесса. Примеры применения «зеленых» процессов в анализе.

Тенденции развития «зелёного» хроматографического анализа. Аналитический процесс в свете зеленой химии. Метод газовой хроматографии.

**Тема 6.** Метод жидкостной хроматографии. Сокращение общего объёма растворителя и отходов: быстрая «зеленая хроматография». Быстрое разделение методом ВЭЖХ при повышенном давлении. Традиционные системы ВЭЖХ с незначительными модификациями для «зеленого» разделения. Новые технологии упаковки колонок для «зеленого» разделения методом ВЭЖХ.

Сверхпроизводительная жидкостная хроматография (UPLC) – новая эра «зелёной» хроматографии. Химия маленьких частиц. Быстрое разделение с помощью ультрасверхпроизводительной системы жидкостной хроматографии (UHPLC). Замена растворителя.

**Тема 7.** Сверхкритическая флюидная хроматография. Свойства сверхкритических флюидов, используемые в СФХ. Хроматографические характеристики СФХ. Современные практические задачи СФХ с насадочными колонками.

**Тема 8.** Ионная хроматография. Ионная хроматография с кондуктометрическим детектированием. Новые варианты систем подавления фоновой проводимости. Способы повышения чувствительности: ввод большого объёма пробы, концентрирование в режиме on-line. Ионная хроматография со спектрофотометрическим детектированием. Гибридные методы: ИХ-ИСП-МС, ИХ-ИСП-АЭС, ИХ-АПИ-МС. Оценка качества воды, лекарственных препаратов методом ионной хроматографией.

## **Модуль 3. Основы «Зеленой» химии**

### **Тема 1. Основные принципы «зеленой» химии.**

Основные понятия «зеленой» химии»: атомная эффективность, E-фактор. Отличия «зеленой» химии от экологии. 12 принципов «зеленой» химии. «Зеленая» химия как подход к управлению и расходованию природных ресурсов. Применение энергетически выгодных и экологически безопасных реакционных условий. Принцип рассмотрения химической реакции с точки зрения зеленой химии. Выбор и использование ресурсосберегающих исходных и промежуточных продуктов, а также возобновляемого сырья. Примеры практического осуществления «зеленых» процессов.

## **Тема 2. Каталитические «зеленые» процессы.**

Ферментативный катализ для производства химических продуктов. Строение фермента, активный центр. Способы иммобилизации ферментов на подложках: физические и химические методы. Требования, предъявляемые к носителям. Применение биокатализа в производстве фармацевтических субстанций. Биокаталитические методы защиты окружающей среды. Ферментативные способы утилизации отходов. Биомиметический катализ.

## **Тема 3. Металлорганические пористые координационные полимеры (МПКП).**

Строение МПКП, методы синтеза. Типы органических линкеров. Классификация МПКП по размерности. Применение пористых координационных полимеров для хранения и запасаения водорода и метана. Люминесцентные свойства МПКП. МПКП как гетерогенные катализаторы жидкофазных процессов получения органических соединений. Синтез витамина E с использованием МПКП.

## **Тема 4. «Зеленые» способы получения энергии.**

Альтернативные способы получения энергии, возобновляемые источники. Перспективы солнечной энергетики. Фотовольтаика и солнечные батареи. Станции аккумулирования солнечной энергии. Водородная технология. Топливные элементы на протонпроводящих мембранах. Твердооксидные топливные элементы. Энергетическое использование возобновляемого сырья. Превращение биомассы в жидкие топлива: биоэтанол, биобутанол, биодизель, бионефть. Паровая конверсия биоэтанола на гетерогенных катализаторах.

## **Тема 5. Катализ и защита окружающей среды.**

Каталитическая нейтрализация выхлопных газов. Катализаторы «трех процессов». Каталитические реакции с участием катализаторов «трех процессов»: механизмы и кинетика реакций: реакция окисления CO, смеси CO и NO при атмосферном и высоком давлении, реакции с участием углеводородов. Загрязнение воздуха крупными стационарными источниками вредных веществ. Процесс селективного каталитического восстановления.

## **Тема 6. Окислительные процессы на цеолитах.**

Получение фенола. Кумольный процесс. Окисление бензола в фенол с использованием различных окислителей. Использование закиси азота в качестве окислителя бензола. Специфика действия  $N_2O$  как окислителя. Открытие цеолитных катализаторов для окисления бензола закисью азота. Природа каталитической активности цеолитов. Новая форма поверхностного кислорода –  $\alpha$ -форма. Стехиометрическая реакция бензола с  $\alpha$ -кислородом. Биомиметические свойства  $\alpha$ -кислорода. Определение концентрации  $\alpha$ -кислорода. AlphOX-процесс, получение адипиновой кислоты. Сравнение каталитических свойств металлосодержащих цеолитов в реакции разложения  $N_2O$ .

## **Тема 7. Важнейшие процессы нефтепереработки и нефтехимии.**

Каталитический крекинг и риформинг углеводородов. Гидродесульфуризация сернистых соединений. Экологические стандарты, регулирующие содержание вредных веществ в выхлопных газах. Методы приготовления сульфидных катализаторов гидрообессеривания. Структура активного компонента сульфидных катализаторов гидрообессеривания. Механизм реакции гидрогенолиза C-S связи.

## **Тема 8. Фотокаталитические процессы.**

Типы фотокаталитических реакций. Требования к катализаторам, условия разложения органических загрязнителей. Использование диоксида титана в самоочищающихся поверхностях. Очистка и обеззараживание воды. Конверсия воды.

## **Модуль 4. "Современные принципы создания лекарственных средств"**

### **Тема 1. Введение**

Актуальность раздела курса.

Основные понятия: «биологически активные вещества (БАВ)», «лекарство», «субстанция», «лекарственная форма».

Краткая история создания органических лекарственных препаратов. Донаучная стадия – случайное нахождение лекарственных веществ. Конец 19 – начало 20 века – начало эры синтетических лекарств.

Классификации лекарственных средств. Химическая, фармакологическая, фармакотерапевтическая, классификация CAS.

### **Тема 2. Этапы создания новых лекарственных средств**

- Источники создания новых ЛС: природные продукты; существующие в медицине препараты; физиологические посредники; синтетические органические соединения.

- Доклинические испытания.
- Клинические испытания.
- Исследования биоэквивалентности лекарственных препаратов.
- Регистрация лекарственного препарата.
- Постмаркетинговые испытания.

Современные требования, предъявляемые к лекарственным веществам. Эффективность. Безопасность.

Контроль качества лекарственных препаратов.

### **Тема 3. Современные принципы создания лекарственных веществ**

- Скрининг и его разновидности.
- Химическое модифицирование структуры лекарств. Биоизостеризм.
- Введение фармакофорных групп.
- Молекулярное моделирование.
- Концепция антиметаболитов.
- Стратегия пролекарств.
- Принцип функциональной геномики и протеомики.

### **Тема 4. Комбинаторная химия в создании лекарственных веществ.**

Основные понятия комбинаторного синтеза: определение, цели. Комбинаторные библиотеки. Жидкофазный и твёрдофазный комбинаторный синтез. Преимущества и недостатки каждого. Основы твёрдофазного синтеза. Понятия «полимерная подложка», «линкер». Примеры синтезов. Методы параллельного синтеза, автоматический синтез, фотолитография. Планирование комбинаторного синтеза. Понятия «Скаффолд» (Scaffold), «виртуальная библиотека». Дизайн комбинаторной библиотеки. Выбор заместителей для придания веществу (базовому фрагменту) нужных фармако-кинетических свойств – водорастворимости, липофильности, сродства к определённым рецепторам, пролонгированности действия.

**Тема 5. Молекулярный дизайн лекарственных средств.** Дизайн лекарственных соединений на примере некоторых классов физиологически активных веществ.

## **Модуль 5. Современные тенденции развития химии нефти и полимеров**

### **Тема 1. Современные тенденции и проблемы нефтяного сектора экономики.**

Крупнейшие отечественные и мировые нефтедобывающие и нефтеперерабатывающие компании. Международная организация ОПЕК.

Открытие в России нефтяных месторождений Сибири, Арктики и Дальнего Востока. Проблемы добычи, транспорта и переработки высоковязких тяжелых нефтей.

### **Тема 2. Современные направления деструктивных превращений тяжелого углеводородного сырья.**

Особенности состава и свойств природных битумов, нефтяных остатков. Современные и перспективные способы переработки и использования тяжелого углеводородного сырья.

Продукты деструкции тяжелого углеводородного сырья. Применение.

### **Тема 3: Альтернативные источники углеводородного сырья.**

Классификация нетрадиционных источников углеводородного сырья.

Основные способы и технологии добычи угля, горючих сланцев, нефтенасыщенных песков.

Проблемы термической переработки угля, горючих сланцев, нефтенасыщенных песков.

### **Тема 4. Криогели на основе природных и синтетических полимеров.**

Понятие о криотропном гелеобразовании и криогелях. Структура замороженных растворов низко- и высокомолекулярных соединений. Незамерзающая жидкая микрофаза. Жидкая микрофаза в замороженных многокомпонентных растворах. Концепция структурной и фазовой неоднородности многокомпонентных замороженных растворов. Невымороженный растворитель в растворах и гелях полимеров при температурах ниже точки кристаллизации системы.

Эффекты, сопровождающие процессы формирования криогелей. Криогели, образованные при полимеризации и поликонденсации. Образование криогелей в системах растворитель – полимер – сшивающий агент. Ионные криогели. Криогели с физической сеткой полимерной фазы.

Области применения процессов криотропного гелеобразования и материалов на основе полимерных криогелей.

### **Тема 5. Биологически совместимые полимеры для медицинских целей.**

Классификация полимеров, применяемых в медицинской практике, по химическому строению и структуре, источнику получения (природные и синтетические) и воздействию на организм (биологически инертные и биологически активные, а также биологически совместимые и биологически несовместимые). Закономерности и основные факторы биодеструкции полимеров.

Полимеры, используемые для создания медицинских материалов. Сложные алифатические полиэферы: полимолочная и полигликолевая кислоты, сополимеры молочной и гликолевой кислот. Синтез, идентификация.

Композиционные материалы на основе полимерных производных молочной и гликолевой кислот.

### **Тема 6. Синтез уникальных полимеров и их свойства.**

Понятие о стереоизомерии в полимерах и их тактичность. Влияние микроструктуры полимерной цепи на физико-химические свойства полимерных материалов.

Градиентные полимеры, способы получения и отличительные свойства градиентных сополимеров от свойств статистических и блочных.

Дендримеры, синтез методами контролируемого многоступенчатого синтеза и одностадийного синтеза. Особенности физических свойств дендримеров как следствие их необычной супрамолекулярной структуры.

### **Тема 7. Получение белковоподобных АВ-сополимеров.**

Функционирование биополимеров в реальных живых системах и реализация аналогичных подходов для синтетических полимерных систем. Принципы молекулярной эволюции последовательностей (первичных структур) в биополимерах на начальных стадиях эволюции и реализация аналогичных подходов для конструирования последовательностей звеньев в синтетических сополимерах.

## **6.3. Форма промежуточной аттестации экзамен**

### **Ресурсное обеспечение**



## 7.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

### а) основная литература

1. Гусакова Н. В. Техносферная безопасность. Физико-химические процессы в техносфере. Учебное пособие./ Н. В. Гусакова – М.: Инфра-М, 2015. – 186 с. ISBN 978-5-16-009903-32.

2. Будников Г.К. Химическая безопасность и мониторинг живых систем на принципах биомиметики: учебное пособие : [для студентов вузов, обучающихся по химическим специальностям] /Г. К. Будников, С. Ю. Гармонов, Э. П. Медянцева, Г. А. Евтюгин. М.: ИНФРА-М, 2013. 319 с.

3. Чоркендорф И. Современный катализ и химическая кинетика / И. Чоркендорф, Х. Наймантсведрайт. – Долгопрудный : Издательский дом «Интеллект», 2010. – 504 с.

4. Джирард Дж. Е. Основы химии окружающей среды /Дж. Е. Джирард ; перевод с англ. В. И. Горшкова ; под ред. В. А. Иванова Джирард, Дж. Е. М.: Физматлит, 2008. 640 с.

### б) дополнительная литература

1. Лебедева М.И. Химическая экология (задачи, упражнения, контрольные вопросы) : учебное пособие / М.И. Лебедева, И.А. Анкудинова, О.С. Филимонова. – Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2012. – 100 с.

2. Маршалл В. Основные опасности химических производств./ В. Маршалл – М.: Мир, 1989. – 672 с. . ISBN 5-03-000990-6

3. Другов Ю. С. Анализ загрязненной почвы и опасных отходов/ Ю. С. Другов, А. А. Родин. – М. : БИНОМ, 2013, 469 с.

4. Другов Ю.С. Анализ загрязненной воды: Практическое руководство/ Ю.С. Другов, А.А. Родин. - 2-е изд. - М.: БИНОМ. ЛЗ, 2015, 681 с.

5. Орлов В.Д., Липсон В.В., Иванов В.В. Медицинская химия. М.: Фолио, 2005. - 461с.

6. Солдатенков А.Т., Колядина Н.М., Шендрик И.В. Основы органической химии лекарственных веществ. М.: Мир, 2007. - 191 с.

## 7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети

**Интернет** 1. Информационный сайт по безопасности жизнедеятельности [Электронный ресурс] : интерактив. справочник. – URL: <http://www.kornienko-ev.ru/BCYD/index.html> (дата обращения 06.09.2016).

2. Институт промышленной безопасности, охраны труда и социального партнерства [Электронный ресурс] : официальный сайт. – URL: [https://www.safework.ru/education/list\\_seminars.html?cid=8](https://www.safework.ru/education/list_seminars.html?cid=8) (дата обращения 06.09.2016).

3. Ю.С. Другов, А.Г. Муравьев, А.А. Родин. Экспресс-анализ экологических проб. М.: Бином. Лаборатория знаний. 2013. 424 с.

[http://e.lanbook.com/books/element.php?pll\\_cid=25&pll\\_id=3164](http://e.lanbook.com/books/element.php?pll_cid=25&pll_id=3164) Электронное издание.

4. <http://accent.tsu.ru> – система тестового контроля учебного процесса.

## 8. Преподаватель (преподаватели).

доцент С.И. Галанов, доцент Петрова Е.В., доцент Скворцова Л.Н., доцент Матвеева Т.Н., доцент Г.И. Волкова