

Рабочая программа дисциплины (модуля)

1. Наименование рабочей программы дисциплины (модуля): **Экологическая химия**

Краткая аннотация. Дисциплина «Экологическая химия» знакомит студентов с составом оболочек Земли, химическими реакциями, протекающими в природе, с процессами самоочищения природных сфер, с различными антропогенными факторами, влияющими на состояние окружающей среды, методами и способами оценки состояния окружающей среды, ролью химии в решении таких насущных проблем современного общества, как охрана окружающей среды от загрязнения, борьба с деградацией и повышение плодородия почвы, очистка сточных вод и получение питьевой воды. Помимо традиционных представлений, дисциплина знакомит с новым химическим мышлением – с понятиями и принципами «зеленой химии», которое не борется с последствиями, а устраняет причину загрязнения окружающей среды, включает понятие о наночастицах, уделяя особое внимание рассмотрению их опасности с позиций загрязнения окружающей среды. Специальный раздел посвящен природоподобным технологиям, основанным на использовании программируемых супрамолекулярных и наноструктурированных систем для очистки подземных и поверхностных вод от загрязнений, для производства наноудобрений и т.п. Завершающий раздел курса посвящен глобальному изменению климата и концепции устойчивого развития общества в целях формирования нового химического мышления, закладывающего основы для перехода от экологической к экоадаптивной химии. Курс должен подготовить слушателя к работе в научно-исследовательском учреждении.

2. Уровень высшего образования – подготовка научно-педагогических кадров в аспирантуре

3. Направление подготовки - 04.06.01 Химические науки, профиль 03.02.08 Экология (по отраслям).

4. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП: вариативная часть ООП, блок 1 «Дисциплины (модули)»

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

Формируемые компетенции (код компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)
УК-1 способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	В1 (УК-1) Владеть навыками анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях экологической химии
УК-2 способность проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки	31 (УК-2) Знать методы научно-исследовательской деятельности, применяемые в области экологической химии
ОПК-1 способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий	У1 (ОПК-1) Уметь выбирать и применять в профессиональной деятельности экспериментальные и расчетно-теоретические методы исследования в области экологической химии
ПК-20 способность к самостоятельному проведению научно-исследовательской работы и получению научных результатов, удовлетворяющих установленным требованиям к содержанию диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук по направленности (научной специальности) 03.02.08 Экология (по отраслям)	31 (ПК-20) Знать: современное состояние науки в области химии окружающей среды 32 (ПК-20) Знать основные методы анализа и оценки состояния окружающей среды 33 (ПК-20) Знать: принципы зеленой химии и природоподобных технологий 34 (ПК-20) Знать: основы промышленной экологии и химии в интересах устойчивого развития У1 (ПК-20) Уметь прогнозировать судьбу загрязняющих веществ при их попадании в окружающую среду У2 (ПК-20) Уметь прогнозировать опасность загрязняющих веществ для живых организмов на основании структуры и свойств У3 (ПК-20) Уметь применять полученные знания для оптимизации химических процессов с позиций «зеленой» химии У4 (ПК-20) Уметь оценивать воздействие химических производств на состояние окружающей среды

6. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся:

Объем дисциплины (модуля) составляет 5 зачетных единиц, всего 180 часов, из которых 88 часов составляет контактная работа аспиранта с преподавателем (42 часа занятия лекционного типа, 24 часа занятия семинарского типа, 12 часов – мероприятия текущего и промежуточного контроля успеваемости, 4 часа – групповые консультации, 6 часов – индивидуальные консультации), 92 часа составляет самостоятельная работа учащегося.

7. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия (если есть).

Должны быть успешно освоены дисциплины базовой части учебного плана специалитета или магистратуры.

8. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля), форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)	В том числе								
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы, из них						Самостоятельная работа обучающегося, часы из них		
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Групповые консультации	Индивидуальные консультации	Учебные занятия, направленные на проведение текущего контроля успеваемости коллоквиумы, практические контрольные занятия и др)	Всего	Выполнение домашних заданий	Подготовка рефератов и т.п.	Всего
Блок 1. Химия окружающей среды. Глобальное изменение климата.	65	18	8	1	2	4	33	22	10	32

Блок 2. Методы анализа объектов и оценка состояния окружающей среды	39	10	6	1	2	2	21	14	4	18
Блок 3. Зеленая химия и природоподобные технологии	29	8	4		1	2	15	10	4	14
Блок 4. Промышленная экология и безопасность. Химия устойчивого развития.	29	8	4		1	2	15	10	4	14
Промежуточная аттестация зачет	18					4	4		14	14
ИТОГО	180	42	24	2	6	12	88	56	36	92

8. Образовательные технологии (отметить, если применяется электронное обучение и дистанционные технологии).

Используются следующие технологии: лекции-демонстрации, семинары, интерактивные консультации. Преподавание дисциплины проводится в форме авторских курсов по программам, которые составлены на основе результатов исследований, полученных научными школами МГУ.

9. Учебно-методические материалы для самостоятельной работы по дисциплине (модулю):

Презентации лекций, конспекты лекций, видеозаписи лекций, основная и дополнительная учебная литература.

10. Ресурсное обеспечение:

Основная литература

1. Андруз Дж., Бримблекумб П., Джикелз Т., Лисс П. Введение в химию окружающей среды. – М.: Мир, 1999. – 271 с.
2. Богдановский Г.А. Химическая экология. М.: Изд-во МГУ, 1994. – 237 с.
3. Гришина Е.П. Основы химии окружающей среды: учеб. пособие. Изд-во ВлГУ. Ч. I – 2006 г. – 67 с., ч. II – 2009 г. – 60 с.
4. Исидоров В.А. Экологическая химия. СПб.: Химия, 2001. – 287 с.

5. Лунин В.В., Е.С.Локтева «Зеленая» химия в России. В сб. *Зеленая химия в России*. Под ред. В.В. Лунина, П. Тундо, Е.С. Локтевой. М.:2004. Изд-во МГУ, с. 146-162.
6. Майстренко В.Н., Ключев Н.А. Эколого-аналитический мониторинг стойких органических загрязнителей. 3-е изд. (эл.). - Электрон. текстовые дан. (1 файл pdf : 326 с.). М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015.
7. Орлов Д.С. Химия почв. М.: Изд-во МГУ, 2005, 558 с.
8. Петросян В.С., Шувалова Е.А. Химия и токсикология окружающей среды. Изд-во ООО "Буки Веди", 2017. Москва, 640 с.
9. Скурлатов Ю.И., Дука Г.Г. Мизити А. Введение в экологическую химию. М.: Высшая школа, 1994. – 400 с.
10. Тарасова Н.П., Кузнецов В.А.Сметанников Ю.В. и др. Задачи и вопросы по химии окружающей среды. – М.: Мир, 2002. – 368 с.
11. Трифонова Т.А., Гришина Е.П., Мищенко Н.В. Химия окружающей среды. Практикум. Изд-во ВлГУ, 1996. – 48 с.

на иностранном языке:

1. P.T. Anastas, J.C.Warner, *Green Chemistry: Theory and Practice*, Oxford University Press, New York, 1998, p.30
2. S. Manahan. *Environmental Chemistry*. Tenth Edition. 2017 by CRC Press. Textbook - 752 Pages.

Дополнительная литература

1. Будыко М.И. Эволюция биосферы Л: Гидрометеиздат, 1984.
2. Дривер Дж. Геохимия природных вод. М.Мир, 1985.
3. Израэль Ю.А. Кислотные дожди. Л.: Гидрометеиздат, 1983.
4. Тинсли И. Поведение химических загрязнителей в окружающей среде. М.Мир, 1982.
5. Химия окружающей среды / под ред. Д.О.М. Бокриса. М.: Химия, 1982.
6. Геохимия окружающей среды/ Саэт Ю.Е. и др. М.: Недра,1990.
7. Перельман А.И. Касимов Н.С. Геохимия ландшафта. М.: Астрель, 1999.
8. Алексеенко В.А. Экологическая геохимия. М.: Логос, 2000.

Перечень используемых информационных технологий:

Базы данных. Chemical Abstracts (SciFinder, практические занятия). Web of Science.

- Основные издательства (МАИК, ACS, RSC, Wiley, Elsevier, Springer), журналы. Работа с ними в сети Интернет.

- Доступные полезные интернет-ресурсы по преподаванию и обучению химии окружающей среды.

<http://www.chemistry.uoc.gr/courses/xhm405/01%20Environmental%20Chemistry%20Manahan.pdf>

<https://www.acsedu.co.uk/Courses/Science/ENVIRONMENTAL-CHEMISTRY-BSC306-1039.aspx>

по преподаванию и обучению зеленой химии:

<https://www.acs.org/content/acs/en/greenchemistry/students-educators/online-educational-resources.html>

- Кабинет дистанционного обучения химического факультета (№210). Помещение оснащено 22 персональными компьютерами для учащихся, управляющим компьютером для преподавателя, проектором для показа слайдов, телевизионным экраном и интерактивной доской

12. Язык преподавания – русский.

Преподаватели:

д.х.н., проф. Перминова И.В.

д.х.н., проф. Проскурнин М.П.

д.х.н., проф. Лебедев А.Т.

д.х.н. Локтева Е.С.

д.х.н. Еремин С.А.

12. Фонды оценочных средств, необходимые для оценки результатов обучения

Планируемые результаты обучения для формирования компетенций п.5 и соответствующие им критерии оценивания приведены в Приложении 1.

Образцы оценочных средств для текущего и промежуточного контроля усвоения материала

Вопросы для текущей проверки усвоения материала

ПРИМЕРЫ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

Контрольные работы по теме «Сложные системы, гидросфера, очистка воды, экосистемные услуги»

Вариант 1

1-1. Что такое сложная система? Назовите отличительные признаки сложных систем. Дайте примеры сложных систем.

2-3. Назовите основные ионы воды. Что представляет собой морская вода с позиции состава ионов? Как называются единицы измерения солёности воды. Назовите солёность Мирового океана и Северного Ледовитого океана.

3-1. Сформулируйте концепцию рЕ. В каких пределах варьирует рЕ в природных водах. В каком случае и каким образом рЕ зависит от рН? Запишите соответствующие уравнения.

4-2. Что такое хелатирующие агенты и хелаты? Образование хелатов снижает или увеличивает биодоступность металлов? Назовите природные комплексоны, способные образовывать комплексы с тяжёлыми металлами. В чём их специфика по сравнению с искусственными комплексонами?

5-3. Интенсивные методы очистки сточных вод. Аэротенки. Метан-тенки. Что такое активный ил? Опишите устройство аэротенка и метан-тенка. Напишите основные реакции, идущие в аэротенке и в метан-тенке. Сколько времени занимает очистка в аэротенке?

Вариант 2

1-2. Что такое «система» и что такое «системные свойства»? Дайте примеры «системных» свойств.

2-5. Что такое карбонатная система природных вод? Нарисуйте зависимость состава карбонатной системы от pH. Обоснуйте свой ответ кислотными свойствами компонентов карбонатной системы.

3-4. Что такое первичные и вторичные продуценты? Что такое трофическая цепь? Дайте примеры первичных и вторичных продуцентов. Нарисуйте пример трофической цепи в природном водоеме. Свяжите ее с эффективностью утилизации энергии солнца.

4-5. Что такое полиароматические и полихлорированные углеводороды? Назовите примеры тех и других? Охарактеризуйте их сходство и различие. Охарактеризуйте специфику их воздействия на живые организмы.

5-1. Назовите основные показатели загрязненности водоемов. Что такое ХПК и БПК? Какой из показателей всегда больше по значению, если они измеряются для одного и того же водоема: ХПК или БПК? Назовите типичные значения ХПК и БПК

Вариант 3

1-3. Что такое «открытые системы»? Дайте примеры закрытых и открытых систем. Какой системой является экосистема Земли? Дайте обоснование ответу.

2-4. Назовите основные ионы пресных вод. Какой pH у пресных вод и у морских вод? Напишите химические уравнения, определяющие уровень pH в природных водоемах

3-2. Дайте определение электродного окислительно-восстановительного потенциала. Охарактеризуйте в терминах окислительно-восстановительных реакций процессы, преобладающие в верхних слоях водоема (эпилимнион) и нижних слоях (гиполимнион)

4-1. Что такое тяжелые металлы? Дайте определение, примеры и охарактеризуйте опасность тяжелых металлов. Какие процессы трансформации претерпевают тяжелые металлы в водной среде? напишите уравнения реакций

5-2. Назовите основные типы сточных вод и дайте характеристику их химическому составу. Назовите основные методы очистки хозяйственно-бытовых вод. Дайте определение, что такое поля орошения и фильтрации. Охарактеризуйте устройство биоплато. Это интенсивные или экстенсивные методы очистки вод?

Вариант 4

1-4. Что такое «природный капитал»? Что относится к природному капиталу – назовите его составляющие.

2-1. Назовите уникальные свойства воды – постарайтесь перечислить свойства воды и связать их с уникальными функциями воды на планете.

3-3. Что такое стратификация водоемов? Что такое термоклин? Что такое термохалинная циркуляция? Дайте определение «даунвеллинга» и «апвеллинга» и свяжите их с продуктивностью экосистем Мирового океана. Назовите наиболее и наименее продуктивные экосистемы Мирового океана.

4-3. Назовите основные классы персистентных органических загрязняющих веществ. Что такое гидрофобность? Что используется в качестве количественной меры гидрофобности? Запишите уравнение для расчета этого показателя. Какие аналитические методы Вы можете предложить для определения гидрофобности.

5-4. Что такое органическое вещество природных вод? Из чего оно состоит? Как удаляют природное органическое вещество при подготовке питьевых вод? Напишите уравнения реакций. Предложите схему обработки природной воды для удаления природного органического вещества.

Вариант 5

1-5. Что такое экосистемные услуги? Кто их оказывает и кому? Дайте определение и назовите примеры экосистемных услуг.

2-2. Что такое гидрологический цикл? Назовите его основные ветви. Нарисуйте, как Вы себе его представляете. Какое соотношение ультрапресных, пресных и соленых вод на планете?

3-5. Назовите основные классы загрязняющих веществ и источники их поступления в водоемы. Назовите основные процессы трансформации загрязняющих веществ в природных водоемах. Дайте примеры трансформации различных загрязняющих веществ в водоемах и свяжите с уменьшением или увеличением их токсичности.

4-6. Что такое пестициды? Какие типы пестицидов Вы знаете? Какие пестициды были запрещены к использованию и почему?

5-5. Что такое обеззараживание воды? Какие Вы знаете методы обеззараживания воды? На чем они основаны? Напишите основные реакции, используемые в процессах обеззараживания воды. Что такое мембранные технологии очистки воды? На чем они основаны? Какой Вы знаете самый распространенный метод мембранной очистки воды?

Вариант 6

1-6. Назовите основные оболочки земли. Дайте обоснование своему ответу

2-6. Какие ионы определяют щелочность природных вод? Напишите уравнение щелочности. Дайте примеры типичных значений щелочности? Почему щелочность связывают с продуктивностью природных водных систем?

3-6. Какие процессы трансформации загрязняющих веществ в водоемах можно отнести к процессам самоочищения? Какие природные механизмы обеспечивают максимальную эффективность процессов очищения – напишите реакции. Обоснуйте, какие из этих процессов можно использовать для разработки природоподобных технологий очистки водных сред.

4-6. Что такое биоаккумуляция? Как она определяется? С каким свойством химических соединений связана биоаккумуляция? Напишите формулу расчета коэффициента биоаккумуляции.

5-6. Какие виды основных загрязнителей промышленных вод Вы знаете. Какие виды промышленности являются крупнейшими поставщиками стоков. Какие методы обработки сточных вод являются наиболее распространенными. Приведите примеры нейтрализации стоков. Напишите соответствующие уравнения реакций.

Контрольная работа по теме «Химия атмосферы, химия почвы, изменение климата»

Вариант -1

1-1. Что такое атмосфера? Назовите основные слои атмосферы. Назовите химический состав воздуха

1-2. Назовите основные источники загрязнения атмосферы. Что такое кислотные дожди? объясните механизм их образования

1-3. Глобальное изменение климата. В чем оно проявляется на разных временных шкалах? Назовите основную опасность глобального изменения климата для 21-го века.

1.4. Что такое почва? Гранулометрический состав почвы. Органическое вещество почвы.

Вариант 2

2-1. Что такое тропосфера? Назовите основные реакционноспособные частицы в тропосфере. Что такое радиационный баланс Земли?

2-2. Назовите основные типы загрязнителей атмосферы. Назовите приоритетные загрязнители атмосферы. Основные типы загрязнителей атмосферы от автотранспорта

2-3. Охарактеризуйте глобальное потепление климата на примере Арктики.

2.4. Что такое глинистые минералы? Расскажите о строении и функциях глинистых минералов. Дайте понятие почвенного поглощающего комплекса.

Вариант 3

3-1. Что такое стратосфера? Что такое озоновый слой? Что такое озоновые дыры?

3.2. Что такое фотохимический смог?

3.3. Что такое погода и климат? Главные климатообразующие факторы.

3.4. Что такое гуминовые вещества? Какие у них предшественники

Вариант 4

- 4-1. Что такое мезосфера? Охарактеризуйте спектр солнечной радиации до и после прохождения через атмосферу земли.
- 4.2. Чем опасны хлорфторуглероды (фреоны) как загрязняющие вещества атмосферы?
- 4.3. Что такое геосфера и литосфера? Из каких элементов состоит литосфера?
- 4.4. Что такое почвенный профиль? Охарактеризуйте каждый горизонт почвенног опрофиля

Вариант 5

- 5-1. Что такое классический смог? Опишите механизм его формирования и сравните с фотохимическим смогом.
- 5.2. Что такое парниковые газы и парниковый эффект?
- 5.3. Опишите строение геосферы Земли. Что такое мантия? Что такое Земная кора? Назовите химический состав геосферы Земли.
- 5.4. Дайте определение гуминовым веществам почв. Как описывается строение гуминовых веществ? Охарактеризуйте элементный состав гуминовых веществ.

Вариант 6

- 6-1. Происхождение атмосферы. Загрязнение атмосферы. Основные классы загрязняющих веществ.
- 6.2. Как осуществляется теплооборот планеты?
- 6-3. Назовите неспецифичные органические соединения в почве. Расскажите об их источниках.
- 6.4. Расскажите об основных биосферных функциях гуминовых веществ

Темы рефератов

1. Органические суперэкоотоксиканты: примеры, реакции трансформации в окружающей среде и воздействие на организмы
2. Загрязнение почв тяжелыми металлами: реакции трансформации, воздействие на организмы, экологические последствия
3. Перспективы биоэнергетики: биотопливо первого, второго, третьего поколений – достоинства и недостатки
4. Биоуголь (Biochar) как углерод-отрицательная технология: миф или реальность?
5. Потепление климата: природные циклы и антропогенный фактор
6. Перфторалкилкислоты – получение, свойства, применение, воздействие на человека
7. Наночастицы как новый вид экотоксикантов – «нанотоксичность»
8. Гены антибиотикорезистентности как новый вил загрязнения водных экосистем с высоким уровнем рециклинга воды

9. Утилизация твердых бытовых отходов: сходство и различия подходов, используемых в разных странах (сравнить Япония, Китай, Россия, Сингапур)
10. Природоподобные технологии – состояние вопроса и отличие от биоподобных технологий

Вопросы к зачету (промежуточный контроль)

1. Окружающая среда как сложная система. Самоорганизация и наносборка в живых и биокосных системах. Гидросфера, атмосфера и литосфера. Биогеохимические циклы биогенных элементов (углерод, азот, фосфор).
2. Химия гидросферы. Гидрологический цикл. Уникальные свойства воды. Химический состав природных вод. Кислотно-основные равновесия в природных водах. Карбонатная система. Окислительно-восстановительные процессы в водоемах.
3. Химическое загрязнение природных вод. Тяжелые металлы и органические загрязняющие вещества. Процессы трансформации экотоксикантов в водной среде. Процессы самоочищения.
5. Сточные воды и методы их очистки. Типы сточных вод и характеристика их состава. Основные показатели загрязненности водоемов. Методы очистки хозяйственно-бытовых сточных вод. Методы очистки сточных вод промышленности.
6. Получение питьевой воды. Методы получения питьевой воды. Проблемы загрязнения питьевой воды в результате хлорирования. Альтернативные методы дезинфекции питьевой воды.
7. Состав, структура и эволюция атмосферы. Состав и строение атмосферы. Понятие о фотохимических реакциях. Ионы и радикалы в атмосфере. Солнечное излучение. Радиационный баланс планеты. Видимый свет.
8. Химия верхних слоев атмосферы. Основные реакционноспособные частицы ионосферы и стратосферы. Химия стратосферного озона. Истощение озонового слоя в результате антропогенного воздействия.
9. Химия нижних слоев атмосферы. Тропосфера как глобальный окислительный резервуар. Основные реакционноспособные частицы в тропосфере. “Фотохимический смог”. “Классический смог”. “Кислые дожди”.
10. Глобальное изменение климата. Парниковый эффект. Модели глобального потепления климата. Эффекты глобального потепления климата на примере Арктики. Прогноз глобального изменения климата.
11. Происхождение, состав и функции почвы. Основные типы почв. Механический и химический состав почв. Ионнообменные и кислотно-основные свойства почв. Редокс-процессы в почвенной среде.
12. Органическое вещество почвы. Понятие о гумусе. Состав и свойства гуминовых веществ. Гуминовые вещества как природные супрамолекулярные системы. Биосферные функции гуминовых веществ. Методы изучения гуминовых веществ.
13. Плодородие почв. Структура почвы как основа ее плодородия. Питательные элементы (N,P,K) почв. Применение удобрений и известкование почв. Основные типы минеральных и органических удобрений. Отрицательные экологические последствия применения удобрений.
14. Химические средства защиты растений и их применение в борьбе за повышение урожайности. Классификация пестицидов. Отрицательные экологические последствия использования пестицидов в сельском хозяйстве.

15. Загрязнение и восстановление почв. Основные классы загрязняющих веществ. Источники их поступления, формы существования, подвижность в почвенном слое, механизмы трансформации и поступления в растения. Способы обработки загрязненных почв. Почвенные мелиоранты
16. Современные методы анализа объектов окружающей среды. Методы магнитного резонанса для анализа природного органического вещества. Хроматографические и масс-спектрометрические методы определения содержания органических токсикантов. Спектральные методы анализа объектов на содержание тяжелых металлов.
17. Проблемы пробоотбора и пробоподготовки для анализа объектов окружающей среды. Понятие средней пробы и методы ее отбора. Тенденции развития методов аналитического контроля за содержанием экотоксикантов в объектах окружающей среды.
18. Оценка состояния окружающей среды. Концепция предельно допустимой концентрации (ПДК). Экотоксикологическое нормирование. Комбинированное воздействие токсикантов. Методы интегральной оценки воздействия загрязняющих веществ на окружающую среду.
17. Токсическое воздействие загрязняющих веществ. Понятие токсичности. Основные аспекты токсикодинамики. Эффекты воздействия на живой организм. Количественные характеристики токсикодинамики. Биотестирование, биоиндикация
18. Мониторинг состояния окружающей среды. Концепция экологического мониторинга. Основные принципы организации службы экологического мониторинга. Концепция оценки воздействия на окружающую среду (ОВОС).
19. «Зеленая химия». Принципы «зеленой химии». Экономия атомов – каталитические технологии. Безотходные технологии. Возобновляемое и альтернативное сырье.
20. Сверхкритические флюиды. Свойства и применение в качестве зеленых растворителей для синтеза химических продуктов.
21. Концепция биоэкономики. Биомасса как сырье. Биомассоперерабатывающие заводы. Биоэнергетика и биоматериалы.
22. Нанотехнологии для охраны окружающей среды. Понятие о синтетических и природных наночастицах. Уникальные свойства наночастиц. Проблемы применения синтетических наночастиц в природных условиях и варианты их решения. Нанорекультивация.
23. Природоподобные материалы и технологии. Процессы самоочищения и детоксикации в природных средах. Роль природного органического вещества и органоминеральных взаимодействий в указанных процессах. Примеры природоподобных материалов и процессов, используемых на практике.
24. Промышленная экология. Промышленные и бытовые отходы. Утилизация твердых бытовых отходов. Полигоны ТБО. Мусоросжигающие заводы. Защита атмосферы от загрязнения.
25. Промышленные отходы. Способы нейтрализации и дезактивации промышленных отходов.
26. Химическая безопасность. Техногенный риск, Воздействие химических предприятий на окружающую среду. Оценка рисков.
27. Концепция устойчивого развития. Пределы роста. Глобальная ответственность. Устойчивое развитие. Конструирование индустриальных экосистем в интересах устойчивого развития. Примеры существующих индустриальных экосистем.

Оценочные средства для промежуточной аттестации по дисциплине Экологическая химия на основе карт компетенций выпускников

РЕЗУЛЬТАТ ОБУЧЕНИЯ по дисциплине	КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТА ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю) и ШКАЛА оценивания					ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА
	1	2	3	4	5	
В1 (УК-1) Владеть навыками анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях экологической химии	Отсутствие навыков	Фрагментарные навыки в умении выбирать и использовать экспериментальные и расчетно-теоретические методы для решения научных задач в области экологической химии	В целом успешные, но не систематические навыки в умении выбирать и использовать экспериментальные и расчетно-теоретические методы для решения научных задачи в области экологической химии	В целом успешные, но содержащие отдельные пробелы навыки в умении выбирать и использовать экспериментальные и расчетно-теоретические методы для решения научных задач в области экологической химии	Сформированное умение выбирать и использовать экспериментальные и расчетно-теоретические методы для решения научной задачи в области нефтехимии	Устный опрос
З1 (УК-2) Знать методы научно-исследовательской деятельности, применяемые в области экологической химии	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания в области методов научно-исследовательской деятельности, применяемых в экологической химии	В целом успешные, но не систематические знания в области методов научно-исследовательской деятельности, применяемых в экологической химии	В целом систематические, но содержащие отдельные пробелы, знания в области методов научно-исследовательской деятельности, применяемых в экологической химии	Сформированные систематические знания в области методов научно-исследовательской деятельности, применяемых в экологической химии	Устный опрос
У1 (ОПК-1) Уметь выбирать и приме-	Отсутствие умений	Фрагментарное умение выбирать	В целом успешное, но не системати-	В целом систематическое, но с от-	Сформированное, систематическое	Письменное решение за-

нять в профессиональной деятельности экспериментальные и расчетно-теоретические методы исследования		и применять в профессиональной деятельности экспериментальные и расчетно-теоретические методы исследования	ческое умение выбирать и применять в профессиональной деятельности экспериментальные и расчетно-теоретические методы исследования	дельными пробелами, умение выбирать и применять в профессиональной деятельности экспериментальные и расчетно-теоретические методы исследования	умение выбирать и применять в профессиональной деятельности экспериментальные и расчетно-теоретические методы исследования	дач и упражнений (контрольная работа)
31 (ПК-20) Знать: современное состояние науки в области химии окружающей среды	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания в области современного состояния науки химии окружающей среды	В целом успешные, но не систематические знания о современном состоянии науки в области химии окружающей среды	В целом успешные, но с отдельными пробелами, знания о современном состоянии науки в области химии окружающей срезы	Успешные, систематические знания о современном состоянии науки в области химии окружающей среды	Индивидуальное собеседование в виде зачета
32 (ПК-20) Знать: методы анализа и оценки состояния окружающей среды	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания в области методов анализа и оценки состояния окружающей среды	В целом успешные, но не систематические знания в области методов анализа и оценки состояния окружающей среды	В целом успешные, но с отдельными пробелами, знания в области методов анализа и оценки состояния окружающей среды	Успешные, систематические знания в области методов анализа и оценки состояния окружающей среды	Индивидуальное собеседование в виде зачета
33 (ПК-20) Знать: принципы зеленой химии и природоподобных технологий	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания в области зеленой химии и природоподобных технологий	В целом успешные, но не систематические знания в области зеленой химии и природоподобных технологий	В целом успешные, но с отдельными пробелами, знания в области зеленой химии и природоподобных технологий	Успешные, систематические знания в области о зеленой химии и природоподобных технологий	Индивидуальное собеседование в виде зачета
34 (ПК-20) Знать:	Отсутствие	Фрагментарные	В целом успешные,	В целом успешные,	Успешные, систе-	Индивиду-

основы промышленной экологии и устойчивого развития	знаний	знания в области основ промышленной экологии и устойчивого развития	но не систематические знания в области основ промышленной экологии и устойчивого развития	но с отдельными пробелами, знания в области основ промышленной экологии и устойчивого развития	математические знания в области основ промышленной экологии и устойчивого развития	альное собеседование в виде экзамена
У1 (ПК-20) Уметь прогнозировать судьбу загрязняющих веществ в окружающей среде	Отсутствие умений	Фрагментарные умения в области прогнозирования судьбы загрязняющих веществ в окружающей среде	В целом успешные, но не систематические умения в области прогнозирования судьбы загрязняющих веществ в окружающей среде	В целом успешные, но с отдельными пробелами, умения в области прогнозирования судьбы загрязняющих веществ в окружающей среде	Успешные, систематические умения в области прогнозирования судьбы загрязняющих веществ в окружающей среде	Письменное решение задач и упражнений (контрольная работа)
У2 (ПК-20) Уметь прогнозировать опасность загрязняющих веществ для живых организмов на основании структуры и свойств	Отсутствие умений	Фрагментарные умения в области прогнозирования опасности загрязняющих веществ для живых организмов на основании структуры и свойств	В целом успешные, но не систематические умения в области прогнозирования опасности загрязняющих веществ для живых организмов на основании структуры и свойств	В целом успешные, но с отдельными пробелами, умения в области прогнозирования опасности загрязняющих веществ для живых организмов на основании структуры и свойств	Успешные, систематические умения в области прогнозирования опасности загрязняющих веществ для живых организмов на основании структуры и свойств	Письменное решение задач и упражнений (контрольная работа)
У3 (ПК-20) Уметь применять полученные знания для оптимизации химических процессов с позиций «зеленой» химии	Отсутствие умений	Фрагментарные умения в области применения полученных знаний для оптимизации химических процессов с позиций «зеленой» химии	В целом успешные, но не систематические умения в области применения полученных знаний для оптимизации химических процессов с позиций «зеленой» химии	В целом успешные, но с отдельными пробелами, умения в области применения полученных знаний для оптимизации химических процессов с позиций «зеленой» химии	Успешные, систематические умения в области применения полученных знаний для оптимизации химических процессов с позиций «зеленой» химии	Индивидуальное собеседование в виде зачета

У4 (ПК-20) Уметь оценивать воздействие химических производств на состояние окружающей среды	Отсутствие умений	Фрагментарные умения в области оценки воздействия химических производств на состояние окружающей среды	В целом успешные, но не систематические умения в области воздействия химических производств на состояние окружающей среды	В целом успешные, но с отдельными пробелами, умения в области воздействия химических производств на состояние окружающей среды	Успешные, систематические умения в области воздействия химических производств на состояние окружающей среды	Индивидуальное собеседование в виде зачета
---------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------