

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Теоретические основы и моделирование сорбционных процессов

Код модуля
1152627(1)

Модуль
Теория и практика химических исследований

Екатеринбург

Оценочные материалы составлены автором(ами):

№ п/п	Фамилия, имя, отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Воронина Анна Владимировна	кандидат химических наук, доцент	Заведующий кафедрой	радиохимии и прикладной экологии

Согласовано:

Управление образовательных программ

Т.Г. Комарова

Авторы:

- Воронина Анна Владимировна, Заведующий кафедрой, радиохимии и прикладной экологии

1. СТРУКТУРА И ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ Теоретические основы и моделирование сорбционных процессов

1.	Объем дисциплины в зачетных единицах	3	
2.	Виды аудиторных занятий	Лекции Практические/семинарские занятия	
3.	Промежуточная аттестация	Экзамен	
4.	Текущая аттестация	Коллоквиум	1
		Научный доклад/доклад	1
		Расчетно-графическая работа	2

2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ (ИНДИКАТОРЫ) ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ Теоретические основы и моделирование сорбционных процессов

Индикатор – это признак / сигнал/ маркер, который показывает, на каком уровне обучающийся должен освоить результаты обучения и их предъявление должно подтвердить факт освоения предметного содержания данной дисциплины, указанного в табл. 1.3 РПМ-РПД.

Таблица 1

Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)	Контрольно-оценочные средства для оценивания достижения результата обучения по дисциплине
1	2	3
ОПК-2 -Способен самостоятельно ставить, формализовывать и решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, используя методы моделирования и математического анализа	З-1 - Сделать обзор основных методов моделирования и математического анализа, применимых для формализации и решения задач профессиональной деятельности П-1 - Решать самостоятельно сформулированные практические задачи, относящиеся к профессиональной деятельности методами моделирования и математического анализа, в том	Лекции Практические/семинарские занятия Расчетно-графическая работа № 1 Расчетно-графическая работа № 2 Экзамен

	<p>числе с использованием пакетов прикладных программ У-2 - Использовать методы моделирования и математического анализа, в том числе с использованием пакетов прикладных программ для решения задач профессиональной деятельности</p>	
<p>ОПК-1 -Способен формулировать и решать научно-исследовательские, технические, организационно-экономические и комплексные задачи, применяя фундаментальные знания</p>	<p>З-1 - Соотносить проблемную область с соответствующей областью фундаментальных и общеинженерных наук З-2 - Привести примеры терминологии, принципов, методологических подходов и законов фундаментальных и общеинженерных наук, применимых для формулирования и решения задач проблемной области знания У-1 - Использовать для формулирования и решения задач проблемной области терминологию, основные принципы, методологические подходы и законы фундаментальных и общеинженерных наук У-2 - Критически оценить возможные способы решения задач проблемной области, используя знания фундаментальных и общеинженерных наук</p>	<p>Лекции Научный доклад/доклад Экзамен</p>
<p>ПК-1 -Способен планировать и проводить научные исследования, в том числе с использованием радиоактивных веществ и материалов, решать научно-исследовательские и опытно-конструкторские задачи области</p>	<p>З-3 - Характеризовать методы определения состава и свойства веществ и материалов У-4 - Использовать математические методы обработки результатов исследований и их обобщения</p>	<p>Коллоквиум Лекции Практические/семинарские занятия Расчетно-графическая работа № 1 Расчетно-графическая работа № 2 Экзамен</p>

радиохимических технологий, методов и технологий обеспечения их радиационной и экологической безопасности, использовать современное технологическое и аналитическое оборудование для исследования веществ и материалов, анализировать полученные результаты		
ПК-7 -Способен применять современные методы исследования, ставить и решать научно-исследовательские задачи в области природозащитных технологий, исследовать и прогнозировать поведение поллютантов в окружающей среде, анализировать полученные результаты	З-3 - Характеризовать методы исследования состава и свойства веществ и материалов У-4 - Оформлять отчетную документацию по результатам выполненных исследований, готовить публикации	Коллоквиум Лекции Практические/семинарские занятия Расчетно-графическая работа № 1 Расчетно-графическая работа № 2 Экзамен

3. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ В БАЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЕ (ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА БРС)

3.1. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0.50		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Активность студента на лекции</i>	2,8	15
<i>Коллоквиум</i>	2,8	25
<i>Научный доклад</i>	2,8	20

<i>расчетно-графическая работа 1</i>	2,8	40
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0.60		
Промежуточная аттестация по лекциям – экзамен		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0.40		
2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0.50		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Выполнение заданий практических занятий</i>	2,16	30
<i>Защита расчётно-графических работ</i>	2,16	20
<i>расчетно-графическая работа 2</i>	2,12	50
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям– 1.00		
Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям–нет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям– 0.00		
3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий –не предусмотрено		
Текущая аттестация на лабораторных занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям -не предусмотрено		
Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям –нет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – не предусмотрено		
4. Онлайн-занятия: коэффициент значимости совокупных результатов онлайн-занятий –не предусмотрено		
Текущая аттестация на онлайн-занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по онлайн-занятиям -не предусмотрено		
Промежуточная аттестация по онлайн-занятиям –нет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по онлайн-занятиям – не предусмотрено		

3.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы/проекта

Текущая аттестация выполнения курсовой работы/проекта	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент текущей аттестации выполнения курсовой работы/проекта– не предусмотрено		

Весовой коэффициент промежуточной аттестации выполнения курсовой работы/проекта– защиты – не предусмотрено

4. КРИТЕРИИ И УРОВНИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ

4.1. В рамках БРС применяются утвержденные на кафедре/институте критерии (признаки) оценивания достижений студентов по дисциплине модуля (табл. 4) в рамках контрольно-оценочных мероприятий на соответствие указанным в табл.1 результатам обучения (индикаторам).

Таблица 4

Критерии оценивания учебных достижений обучающихся

Результаты обучения	Критерии оценивания учебных достижений, обучающихся на соответствие результатам обучения/индикаторам
Знания	Студент демонстрирует знания и понимание в области изучения на уровне указанных индикаторов и необходимые для продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью.
Умения	Студент может применять свои знания и понимание в контекстах, представленных в оценочных заданиях, демонстрирует освоение умений на уровне указанных индикаторов и необходимых для продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью.
Опыт /владение	Студент демонстрирует опыт в области изучения на уровне указанных индикаторов.
Другие результаты	Студент демонстрирует ответственность в освоении результатов обучения на уровне запланированных индикаторов. Студент способен выносить суждения, делать оценки и формулировать выводы в области изучения. Студент может сообщать преподавателю и коллегам своего уровня собственное понимание и умения в области изучения.

4.2 Для оценивания уровня выполнения критериев (уровня достижений обучающихся при проведении контрольно-оценочных мероприятий по дисциплине модуля) используется универсальная шкала (табл. 5).

Таблица 5

Шкала оценивания достижения результатов обучения (индикаторов) по уровням

Характеристика уровней достижения результатов обучения (индикаторов)			
№ п/п	Содержание уровня выполнения критерия оценивания результатов обучения (выполненное оценочное задание)	Шкала оценивания	
		Традиционная характеристика уровня	Качественная характеристика уровня

1.	Результаты обучения (индикаторы) достигнуты в полном объеме, замечаний нет	Отлично (80-100 баллов)	Зачтено	Высокий (В)
2.	Результаты обучения (индикаторы) в целом достигнуты, имеются замечания, которые не требуют обязательного устранения	Хорошо (60-79 баллов)		Средний (С)
3.	Результаты обучения (индикаторы) достигнуты не в полной мере, есть замечания	Удовлетворительно (40-59 баллов)		Пороговый (П)
4.	Освоение результатов обучения не соответствует индикаторам, имеются существенные ошибки и замечания, требуется доработка	Неудовлетворительно (менее 40 баллов)	Не зачтено	Недостаточный (Н)
5.	Результат обучения не достигнут, задание не выполнено	Недостаточно свидетельств для оценивания		Нет результата

5. СОДЕРЖАНИЕ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ

5.1. Описание аудиторных контрольно-оценочных мероприятий по дисциплине модуля

5.1.1. Лекции

Самостоятельное изучение теоретического материала по темам/разделам лекций в соответствии с содержанием дисциплины (п. 1.2. РПД)

5.1.2. Практически/семинарские занятия

Примерный перечень тем

1. Анализ изотерм мономолекулярной адсорбции, выбор модели сорбции
2. Анализ изотерм сорбции сложного вида с привлечением дополнительных физико-химических методов, выявление последовательной или параллельной реализации разных механизмов сорбции
3. Анализ изотерм сорбции микрокомпонентов в координатах « $\lg C_t - \lg C_p$ » и « $\lg \varepsilon - \lg [m]$ », выявление неоднородности сорбента
4. Анализ изотерм сорбции в координатах « $\lg \varepsilon - \lg [m]$ », выявление неоднородности сорбата
5. Обработка кинетических кривых, установление режима сорбции
6. Определение времени полуобмена, расчёт коэффициентов диффузии при внутридиффузионном процессе
7. Использование номограмм для расчёта коэффициентов диффузии
8. Определение зависимости константы скорости сорбции от температуры, расчёт энергии активации процесса сорбции
9. Защита расчётно-графических работ

Примерные задания

1. Построить изотермы сорбции. Провести моделирование изотермами мономолекулярной

адсорбции. Рассчитать параметры моделей.

2. Построить кинетические кривые в координатах « $-\ln(1-F) - t$ », рассчитать константы скорости сорбции, коэффициенты диффузии через время полуобмена и по Модели диффузии из ограниченного объема хорошо перемешиваемого раствора в шар.

3. Построить кинетические кривые, рассчитать константы скорости сорбции, энергию активации процесса сорбции, провести моделирование моделями химической кинетики: модель псевдо-первого порядка, модель псевдо-второго порядка, уравнение Еловича. Сделать вывод о режиме сорбции.

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2. Описание внеаудиторных контрольно-оценочных мероприятий и средств текущего контроля по дисциплине модуля

Разноуровневое (дифференцированное) обучение.

Базовый

5.2.1. Коллоквиум

Примерный перечень тем

1. Сорбенты для радионуклидов и способы их получения, химизмы сорбционных процессов

Примерные задания

Ответить на вопросы коллоквиума:

1. Осаждение сорбционных материалов из растворов с последующим формованием.
2. Золь-гель метод получения сорбционных материалов, примеры, свойства.
3. Способы модифицирования носителей с получением новых марок неорганических сорбентов.
4. Получение тонкослойных неорганических сорбентов, свойства.
5. Какие сорбенты могут быть использованы для извлечения радия, свойства?
6. Какие искусственные сорбенты (классы труднорастворимых соединений) могут быть использованы для эффективного удаления радионуклидов цезия, свойства, примеры.
7. Природные сорбенты радионуклидов. Особенности структуры.
8. Какие искусственные сорбенты могут быть использованы для удаления урана, свойства, примеры.

Какие искусственные сорбенты (классы труднорастворимых соединений) могут быть использованы для эффективного удаления радионуклидов стронция, свойства, примеры.

9. Получение сорбционно-реагентных материалов.

10. Химизмы сорбционных процессов.

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2.2. Научный доклад/доклад

Примерный перечень тем

1. Сорбенты для извлечения урана из водных растворов.
2. Сорбенты для извлечения плутония и нептуния из водных сред.
3. Сорбенты для извлечения радия.
4. Сорбенты для концентрирования свинца и сурьмы.
5. Сорбенты для извлечения технеция.

Примерные задания

Выполнить обзор и анализ литературных источников на одну из предложенных тем. Обзор должен включать описание сорбентов, способов их получения, сорбционных свойств материалов, сравнительный анализ и выбор лучшего сорбента для исследуемого радионуклида.

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2.3. Расчетно-графическая работа № 1

Примерный перечень тем

1. Моделирование статики сорбции

Примерные задания

1. Построить изотерму сорбции радионуклида сорбентом по предоставленным экспериментальным данным.
2. Провести моделирование изотермы, используя изотермы Ленгмюра, Генри, Фрейндлиха, Дубинина-Радушкевича. Рассчитать параметры изотерм, привести уравнения изотерм, рассчитать энергию адсорбции. Выбрать модель наиболее адекватно описывающую экспериментальные результаты.
3. Построить теоретическую изотерму сорбции для выбранной модели.
4. Сделать выводы о сорбенте и механизме сорбции.

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2.4. Расчетно-графическая работа № 2

Примерный перечень тем

1. Моделирование кинетики сорбции

Примерные задания

1. В файле Excel выбрать свой вариант задания.
2. Построить кинетические кривые в координатах « $-\ln(1-F) - t$ ». Выделить линейные участки, обработать методом наименьших квадратов, рассчитать кажущиеся константы скорости сорбции с погрешностью. Сделать вывод о влиянии скорости перемешивания на константы скорости сорбции на каждой стадии. Сделать предположение о кинетическом режиме.
3. Определить время полуобмена по зависимостям « $F - t$ ». Рассчитать коэффициенты диффузии через время полуобмена.
4. Рассчитать коэффициенты диффузии на каждой стадии сорбции по Модели диффузии из ограниченного объема хорошо перемешиваемого раствора в шар. Для чего по номограмме ($F; F_0$) определить значения критерия Фурье (F_0). По определенным значениям критерия Фурье (F_0) и времени (t) построить график, аппроксимировать прямолинейной зависимостью с тангенсом угла наклона D/R^2 .
5. Сравнить коэффициенты диффузии, рассчитанные через время полуобмена и по модели диффузии из ограниченного объема. Сделать выводы о режиме сорбции.
6. Если Вы сделали вывод, что модель диффузионной кинетики плохо описывает экспериментальные результаты, то проверить выполнение моделей химической кинетики: модель псевдо-первого порядка, модель псевдо-второго порядка, уравнение Еловича.

7. Сделать вывод о режиме сорбции.

LMS-платформа – не предусмотрена

5.3. Описание контрольно-оценочных мероприятий промежуточного контроля по дисциплине модуля

5.3.1. Экзамен

Список примерных вопросов

1. Классификация сорбентов.
2. Основные свойства сорбентов.
3. Природные сорбенты: виды и свойства.
4. Искусственные органические сорбенты: виды и свойства.
5. Искусственные неорганические сорбенты: виды и свойства.
6. Способы получения сорбентов: осаждение сорбционных материалов из растворов с последующим формованием.
7. Способы получения высокоспецифичных сорбентов: золь-гель метод и сорбенты, полученные золь-гель методом.
8. Получение и свойства тонкослойных неорганических сорбентов.
9. Получение и свойства поверхностно-модифицированных сорбентов.
10. Получение и свойства сорбционно-реагентных материалов.
11. Основные характеристики сорбционного процесса.
12. Основные химизмы сорбционных процессов.
13. Факторы повышения сорбционного сродства неорганических сорбентов.
14. Статика сорбции, изотермы сорбции. Классификация изотерм адсорбции по ИЮПАК.
15. Модели изотерм мономолекулярной адсорбции: изотерма Ленгмюра и Генри, константы изотерм.
16. Модели изотерм мономолекулярной адсорбции: изотерма Фрейндлиха, уравнения Редлиха-Петерсона и Фаулера-Гуттенгейма.
17. Изотермы полимолекулярной адсорбции: теория Поляни, уравнение БЭТ, уравнение Дубинина-Радушкевича, расчёт энергии адсорбции.
18. Причины, вызывающие отклонение изотерм адсорбции от закона Генри.
19. Причины появления ступеней на изотермах адсорбции, описание изотерм сложного вида.
20. Моделирование статике сорбции микрокомпонентов неоднородным сорбентом (сорбционная неоднородность центров, химическая неоднородность, фазовые преобразования, смена механизмов сорбции).
21. Моделирование статике сорбции неоднородного сорбата.
22. Кинетика сорбции. Стадийность, лимитирующая стадия
23. Модели диффузионной кинетики. Неограниченный и ограниченный объём. Критерий гомохромности Фурье, расчёт коэффициентов диффузии
24. Модели химической кинетики: псевдо-первого порядка, псевдо-второго порядка, модифицированного второго порядка, уравнение Еловича

LMS-платформа – не предусмотрена

5.4 Содержание контрольно-оценочных мероприятий по направлениям воспитательной деятельности

Направления воспитательной деятельности сопрягаются со всеми результатами обучения компетенций по образовательной программе, их освоение обеспечивается содержанием всех дисциплин модулей.