

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Моделирование химико-технологических процессов

Код модуля
1157990(0)

Модуль
Технологические процессы изготовления
элементов электронной техники

Екатеринбург

Оценочные материалы составлены автором(ами):

№ п/п	Фамилия, имя, отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Корсаков Александр Сергеевич	доктор технических наук, доцент	Профессор	физической и коллоидной химии
2	Марков Вячеслав Филиппович	доктор химических наук, профессор	Заведующий кафедрой	физической и коллоидной химии

Согласовано:

Управление образовательных программ

С.А. Иванченко

Авторы:

- Корсаков Александр Сергеевич, Профессор, физической и коллоидной химии

1. СТРУКТУРА И ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ Моделирование химико-технологических процессов

1.	Объем дисциплины в зачетных единицах	3	
2.	Виды аудиторных занятий	Лекции Лабораторные занятия	
3.	Промежуточная аттестация	Экзамен	
4.	Текущая аттестация	Контрольная работа	2

2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ (ИНДИКАТОРЫ) ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ Моделирование химико-технологических 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 формализовывать и решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, используя методы моделирования и математического анализа	Д-1 - Способность к самообразованию, к самостоятельному освоению новых методов математического анализа и моделирования З-1 - Привести примеры использования методов моделирования и математического анализа в решении задач, относящихся к профессиональной деятельности З-2 - Перечислить и дать краткую характеристику освоенным за время обучения пакетам прикладных программ, используемых для моделирования при решении задач в области	Лабораторные занятия Лекции Экзамен

	<p>профессиональной деятельности</p> <p>П-1 - Решать поставленные задачи, относящиеся к области профессиональной деятельности, используя освоенные за время обучения пакеты прикладных программ для моделирования и математического анализа</p> <p>У-1 - Обоснованно выбрать возможные методы моделирования и математического анализа для предложенных задач профессиональной деятельности</p> <p>У-2 - Выбирать пакеты прикладных программ для использования их в моделировании при решении поставленных задач в области профессиональной деятельности</p>	
<p>ПК-6 -Способен осуществить разработку технологических условий и методик для производства новых материалов</p>	<p>З-2 - Характеризовать общие закономерности химико-технологического процесса и алгоритм построения математической модели процесса при производстве новых материалов</p> <p>П-2 - Иметь практический опыт составления математической модели химических процессов и объяснения полученных результатов</p> <p>У-2 - Интерпретировать результаты моделирования химико-технологического процесса и оценивать эффективность производства</p>	<p>Контрольная работа № 2</p> <p>Лабораторные занятия</p> <p>Экзамен</p>
<p>ПК-11 -Способен осуществить разработку образцов и технические требования для проектирования оптических приборов</p>	<p>З-1 - Описывать химико-технологические процессы с использованием методов вычислительной математики и математической статистики</p> <p>П-1 - Имеет практический опыт составления математической модели химико-технологических процессов</p>	<p>Контрольная работа № 1</p> <p>Лабораторные занятия</p> <p>Экзамен</p>

	У-1 - Используя методы моделирования и математического анализа, систематизировать результаты расчетов и измерений для решения поставленных задач	
--	--	--

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 – 0.6		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>контрольная работа</i>	4	50
<i>контрольная работа</i>	6	50
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0.4		
Промежуточная аттестация по лекциям – экзамен		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0.6		
2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – не предусмотрено		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям – не предусмотрено		
Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям – нет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям – не предусмотрено		
3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий – 0.4		
Текущая аттестация на лабораторных занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>отчет по лабораторным работам</i>	2	25
<i>отчет по лабораторным работам</i>	4	25
<i>отчет по лабораторным работам</i>	6	25
<i>отчет по лабораторным работам</i>	8	25
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям -1		

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 –		
Текущая аттестация на онлайн-занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по онлайн-занятиям -		
Промежуточная аттестация по онлайн-занятиям –		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по онлайн-занятиям –		

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.

	<p>Студент способен выносить суждения, делать оценки и формулировать выводы в области изучения.</p> <p>Студент может сообщать преподавателю и коллегам своего уровня собственное понимание и умения в области изучения.</p>
--	---

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. Лабораторные занятия

Примерный перечень тем

1. Моделирование кинетики химических реакций
2. Моделирование оптических систем контроля химических реакций в пакете Ray Optics Simulation
3. Моделирования в программе COMSOL Multiphysics технологического процесса экструзии ИК световодов
4. Моделирования в программе SMTP структуры световодов
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. Контрольная работа № 1

Примерный перечень тем

1. Определение оптимальных параметров оптоволоконной системы контроля химических реакций
2. Расчет схемы ИК-Фурье спектрометра
3. Определение оптимальных параметров процесса экструзии ИК световодов
4. Моделирование оптических потерь в кристаллах

Примерные задания

Моделирование оптических потерь в кристаллах

Излучение длиной волны 10,6 мкм передается по однослойному кристаллу на основе твердого раствора $\text{AgCl}_{0,25}\text{Br}_{0,75}$ толщиной 10 мм. Спектр пропускания для кристаллов представлен на рис. Показатель преломления кристалла равен n_f , окружающей среды $n_{air}=1$. Определите коэффициент затухания (собственные потери) в данном кристалле, если френелевское отражение определяется по формуле:

$$R = \left(\frac{n_f - n_{air}}{n_f + n_{air}} \right)^2$$

№ варианта	Показатель преломления n_f
1	2,149
2	2,140
3	2,145
4	2,149
5	2,156
6	2,149
7	2,154
8	2,156
9	2,161
10	2,158
11	2,160
12	2,162

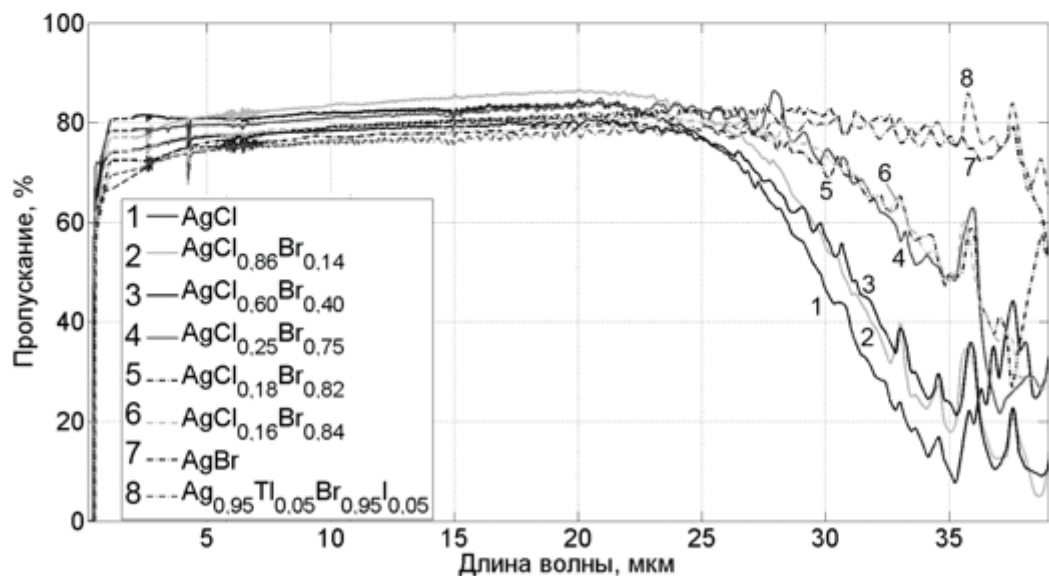


Рис. Спектральное пропускание кристаллов системы AgCl-AgBr и $\text{Ag}_{0,95}\text{Tl}_{0,05}\text{Br}_{0,95}\text{I}_{0,05}$

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2.2. Контрольная работа № 2

Примерный перечень тем

1. Расчет материального баланса процесса ТЗКС

2. Моделирование процесса роста кристаллов методом Бриджмена-Стокбаргера
 3. Моделирование процесса роста кристаллов методом Бриджмена с аксиальной вибрацией расплава
- Примерные задания
Расчет материального баланса процесса ТЗКС

Расчет материального баланса процесса ТЗКС

Способ термозонной кристаллизации – синтеза (ТЗКС) впервые был применен для галогенидов одновалентного таллия, а затем распространен на галогениды серебра, фториды редкоземельных элементов, галогениды одновалентной меди и другие материалы. Способ может быть применен для широкого класса соединений, в том числе и для хорошо растворимых типа AgNO_3 , и является экологически чистым, эффективным, ресурсосберегающим и практически безотходным, т. к. перекристаллизовывается до 97 – 98 % загружаемого исходного сырья.

Способ позволяет получать из водных сред высокочистые галогениды металлов типа MX ($\text{M} - \text{Ag, Tl, Cu}$ и др., $\text{X} - \text{Cl, Br, I}$) и их твердые растворы с содержанием основных веществ до 99,9999 мас. %.

Для получения шихты методом ТЗКС исходным сырьем могут быть металлы (Tl, Ag и т. д.) либо галогениды металлов ($\text{TlCl, TlBr, AgCl, AgBr}$ и т. д.), а средой в первом случае смесь кислот – азотной, соляной и бромистоводородной; во втором и третьем – соляной и бромистоводородной.

Получение высокочистых твердых растворов на основе галогенидов серебра и одновалентного таллия так же проводят методом ТЗКС. Рассчитаем ряд экспериментов с целью получения твердых растворов $\text{AgCl}_x\text{Br}_{1-x}$ различного состава в лабораторных установках методом ТЗКС. Для получения 500 г твердого раствора состава $\text{AgCl}_{0,5}\text{Br}_{0,5}$ или в массовых долях

$$Y_{\text{AgCl}} = \frac{0,5 \cdot 143,3 \text{ г / моль}}{0,5 \cdot 143,3 \text{ г / моль} + 0,5 \cdot 187,8 \text{ г / моль}} = 0,433,$$

$$Y_{\text{AgBr}} = \frac{0,5 \cdot 187,8 \text{ г / моль}}{0,5 \cdot 143,3 \text{ г / моль} + 0,5 \cdot 187,8 \text{ г / моль}} = 0,567,$$

где массы AgCl и AgBr в конечном продукте будут составлять:

$m_{\text{AgCl}} = 0,433 \cdot 500 \text{ г} = 216,4 \text{ г}$, $m_{\text{AgBr}} = 0,567 \cdot 500 \text{ г} = 283,5 \text{ г}$, для чего требуется $n_{\text{Br}^-} = \frac{283,5}{187,38 \text{ г / моль}} = 1,509$ моля бромид-иона. Масса

AgCl (m_{AgCl}) в 3 л 6М HCl при температуре насыщения ($T_{\text{н}}$) 368К составляет $m_{\text{AgCl}} = 0,0269 \text{ моль / л} \cdot 3 \text{ л} \cdot 143,3 \text{ г / моль} = 11,56 \text{ г}$. На образование 283,5 г AgBr требуется $m_{\text{AgCl}} = 1,509 \cdot 143,3 = 216,32 \text{ г}$.

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

5.3.1. Экзамен

Список примерных вопросов

1. Применения пакетов компьютерной математики, в частности пакета MATLAB, для технологических расчетов, математического моделирования и оптимизации при проектировании и управлении химико-технологическими процессами.
2. Оценки дисперсий – остаточной, воспроизводимости и адекватности при обработке результатов пассивных экспериментов при различном числе параллельных опытов. Коэффициент корреляции и его оценка для двух случайных величин. Графическое представление поля корреляции.
3. Возможности компьютерного моделирования на примере программы SMTP структуры
4. Определение значимости коэффициентов регрессии при обработке результатов пассивных экспериментов с применением t-распределения Стьюдента и процедура исключения незначимых коэффициентов.
5. Возможности компьютерного моделирования на примере программы COMSOL Multiphysics.
6. Особенности активного эксперимента и оптимизация экспериментов. Отличие активного эксперимента от пассивного эксперимента.
7. Уравнения регрессии для 2-х и 3-х факторов с двойным (бинарным) взаимодействием факторов
8. Для простой гидравлической системы построить:
 - Математическое описание процесса движения жидкости в стационарном / динамическом режиме
 - LMS-платформа – не предусмотрена

5.4 Содержание контрольно-оценочных мероприятий по направлениям воспитательной деятельности

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения	Контрольно-оценочные мероприятия
Профессиональное воспитание	учебно-исследовательская, научно-исследовательская профориентационная деятельность целенаправленная работа с информацией для использования в практических целях	Технология формирования уверенности и готовности к самостоятельной успешной профессиональной деятельности Технология самостоятельной работы	ПК-6	З-2 У-2 П-2	Контрольная работа № 1 Контрольная работа № 2 Лабораторные занятия Лекции Экзамен

