



КГУ

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования

«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «КГУ»)

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор института Электроэнергетики и
электроники

Ившин И.В.



«28» октября 2020 г..

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Моделирование химико-технологических процессов

Направление подготовки 18.03.01 Химическая технология

Направленность(и) (профиль(и)) Технологии в энергетике и нефтегазопереработке

Квалификация

бакалавр

г. Казань, 2020

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология (приказ Минобрнауки России от 07.08.2020 г. № 922)

Программу разработал(и):

доцент, канд. техн. наук  Дремичева Е.С.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Технологии воды и топлива, протокол №21 от 27.10.2020

Заведующий кафедрой Лаптев А.Г.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании выпускающей кафедры Технологии воды и топлива, протокол № 21 от 27.10.2020

Заведующий кафедрой Лаптев А.Г.

Программа одобрена на заседании методического совета института Электроэнергетики и электроники, протокол № 3 от 28.10.2020

Зам. директора института

Электроэнергетики и электроники  Ахметова Р.В.

Программа принята решением Ученого совета института Электроэнергетики и электроники, протокол № 4 от 28.10.2020

1. Цель, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Цель освоения дисциплины «Моделирование химико-технологических процессов» состоит в применении математического моделирования при анализе, оптимизации и оценке ресурсоэффективности химико-технологических процессов, формировании способности выполнять расчеты химико-технологических процессов с использованием математических моделей, а также в конкретизация теоретических положений научных разработок для применения в инженерной практике

Задачами дисциплины являются:

- познакомить обучающихся с методами моделирования химико- технологических процессов;

- научить студентов составлять математические модели конкретных процессов химической технологии;

-привить студентам навыки решения задач с использованием справочной и методической литературы.

Компетенции, формируемые у обучающихся, запланированные результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с индикаторами достижения компетенций:

Код и наименование компет	Код и наименование	Запланированные результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)
Общепрофессиональные компетенции (ОПК)		
ОПК-2 Способен использовать математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности	ОПК-2.1 Использует математические, физические, химические методы для решения профессиональной деятельности	<i>Знать:</i> принципы физического моделирования химико-технологических процессов методы построения эмпирических (статистических) и физико-химических (теоретических) моделей химико-технологических процессов <i>Уметь:</i> применять методы вычислительной математики и математической статистики для решения конкретных задач расчета, проектирования, моделирования, идентификации и оптимизации процессов химической технологии <i>Владеть:</i> методами разработки обобщенных вариантов решения проблемы в условиях многокритериальности, неопределенности, планирования, реализации проекта методами математической статистики для обработки результатов активных и пассивных экспериментов, пакетами прикладных программ для моделирования химико-технологических процессов

<p>ОПК-4 Способен обеспечивать проведение технологического процесса, использовать технические средства для контроля параметров технологического процесса, свойств сырья и готовой продукции, осуществлять изменение параметров технологического</p>	<p>ОПК-4.2 Контролирует параметры технологического процесса, свойств сырья и готовой продукции с использованием технических средств</p>	<p><i>Знать:</i> основы теории переноса импульса, тепла и массы основы теории массообмена в системах с свободной и неподвижной границей раздела фаз <i>Уметь:</i> рассчитывать параметры и выбирать аппаратуру для конкретного химико-технологического процесса рассчитывать основные характеристики химического рационального технологического процесса <i>Владеть:</i> навыками оценки технологической эффективности производства</p>
<p>процесса, свойств сырья и готовой продукции, осуществлять изменение параметров технологического</p>	<p>ОПК-4.3 Изменяет параметры технологического процесса при изменении свойств сырья</p>	<p><i>Знать:</i> основные уравнения движения жидкостей <i>Уметь:</i> определять характер движения жидкостей и газов <i>Владеть:</i> навыками вычисления состава сосуществующих фаз в двухкомпонентных системах</p>

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Моделирование химико-технологических процессов относится к обязательной части учебного плана по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология.

Код компетенции	Предшествующие дисциплины	Последующие дисциплины (модули), практики, НИР, др.
УК-1		Производственная практика (технологическая (проектно-технологическая)) Производственная практика (технологическая)
УК-2		Процессы и аппараты химической технологии Производственная практика (технологическая (проектно-технологическая)) Производственная практика (технологическая)
УК-3	Физико-химические основы	

УК-6		Производственная практика (технологическая (проектно-технологическая))
УК-8		Производственная практика (технологическая (проектно-технологическая))
ОПК-1		Химические реакторы
ОПК-1	Физико-химические основы технологических процессов Органическая химия Общая и неорганическая химия	
ОПК-2		Системы управления химико-технологическими процессами Производственная практика (технологическая)
ОПК-2	Теоретические основы теплотехники	
ОПК-4		Процессы и аппараты химической технологии Системы управления химико-технологическими процессами Химические реакторы Производственная практика (технологическая)
ОПК-5	Физико-химические основы технологических процессов Теоретические основы теплотехники Общая и неорганическая химия	
ПК-1		Производственная практика (технологическая (проектно-технологическая))
ПК-2		Производственная практика (технологическая (проектно-технологическая))

Для освоения дисциплины обучающийся должен:

До изучения дисциплины «Моделирование химико-технологических процессов» студент должен:

знать основные понятия и методы математического анализа, теории дифференциальных уравнений, теории вероятностей и математической статистики; технические и программные средства реализации информационных технологий, основы работы в локальных и глобальных сетях, типовые численные методы решения математических задач и алгоритмы их реализации, один из языков программирования высокого уровня; основные уравнения химической термодинамики; уравнения формальной кинетики; основы теории переноса тепла и массы; принципы физического моделирования химико-технологических процессов; основные уравнения движения жидкостей; основы теории тепло- и массопередачи, типовые процессы и аппараты химической технологии;

уметь решать основные задачи теории вероятности и математической статистики, решать уравнения и системы дифференциальных уравнений; работать в качестве пользователя персонального компьютера, использовать численные методы для решения математических задач, использовать языки и системы программирования для решения профессиональных задач; составлять кинетические уравнения; определять характер движения жидкостей и газов; характеристики процессов тепло- и массопередачи; рассчитывать параметры, выбирать аппаратуру для конкретного химико-технологического процесса;

владеть методами построения математической модели типовых профессиональных задач и интерпретации полученных результатов; методами поиска и обмена информацией в компьютерных сетях, техническими и программными средствами защиты информации, включая приемы антивирусной защиты; навыками вычисления тепловых эффектов химических реакций, констант равновесия химических реакций; давления насыщенного пара над индивидуальным веществом, состава сосуществующих фаз в двухкомпонентных системах; навыками проектирования простейших аппаратов химической промышленности; методами определения оптимальных и рациональных технологических режимов работы оборудования.

3. Структура и содержание дисциплины

3.1. Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных(ые) единиц(ы) (ЗЕ), всего 216 часов, из которых 105 часов составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (занятия лекционного типа 32 час., занятия семинарского типа (практические, семинарские занятия, лабораторные работы и т.п.) 68 час., групповые и индивидуальные консультации 2 час., прием экзамена (КПА), зачета с оценкой - 1 час., самостоятельная работа обучающегося 76 час, контроль самостоятельной работы (КСР) - 2 час.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр
		4
ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ	216	216
КОНТАКТНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ С ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ, в том числе:	105	105
Лекционные занятия (Лек)	32	32
Практические занятия (Пр)	68	68
Контроль самостоятельной работы и иная контактная работа (КСР)*	2	2
Консультации (Конс)	2	2
Контактные часы во время аттестации (КПА)	1	1
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ (СРС):	76	76
Подготовка к промежуточной аттестации в форме: (экзамен)	35	35
ФОРМА ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ	Эк	Эк

3.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам и видам занятий

Разделы дисциплины	Семестр	Распределение трудоемкости (в часах) по видам учебной работы, включая СРС							Формируемые результаты обучения (знания, умения, навыки)	Литература	Формы текущего контроля успеваемости	Формы промежуточной аттестации	Максимальное количество баллов по балльно - рейтинговой системе
		Занятия лекционного типа	Занятия практического / семинарского типа	Лабораторные работы	Групповые консультации	Самостоятельная работа студента, в т.ч.	Контроль самостоятельной работы (КСР)	подготовка к промежуточной аттестации					

Раздел 1. Методы моделирования

1. Методы моделирования	4	32	68		76	2		181	ОПК-4.2-31, ОПК-4.2-32, ОПК-4.2-У1, ОПК-4.2-У2, ОПК-4.2-В1, ОПК-4.3-31, ОПК-4.3-У1, ОПК-4.3-В1, ОПК-2.1-31, ОПК-2.1-У1, ОПК-2.1-32, ОПК-2.1-В1, ОПК-2.1-В2	Л1.1, Л1.2, Л1.3, Л2.1, Л2.2, Л2.3	Устн КонтрР	60
Экзамен	4					35	1	35	ОПК-4.2-31, ОПК-4.2-32,	Л1.1, Л1.2, Л1.3, Л2.1,	Экзамен	40

											ОПК-4.2-У1, ОПК-4.2-У2, ОПК-4.2-В1, ОПК-4.3-31, ОПК-4.3-У1, ОПК-4.3-В1, ОПК-2.1-31, ОПК-2.1-У1, ОПК-2.1-32, ОПК-2.1-В1, ОПК-2.1-В2	Л2.2, Л2.3						
ИТОГО																		100

3.3. Тематический план лекционных занятий

Номер раздела дисциплины	Темы лекционных занятий	Трудоемкость, час.
1	Понятия модели и моделирования. Классификация моделей	4
2	Компьютерное математическое моделирование	4
3	Методология построения математических моделей химико-технологических процессов	2
4	Математическое моделирование кинетики химических процессов	4
5	Математическое описание гидродинамической структуры потоков	4
6	Моделирование гомогенных химических реакторов	4
7	Моделирование тепловых процессов в химической промышленности	4
8	Статистические математические модели	4
9	Оптимизация химико-технологических процессов	2
Всего		32

3.4. Тематический план практических занятий

Номер раздела дисциплины	Темы практических занятий	Трудоемкость, час.
1	Расчёт констант скорости сложной химической реакции методом минимизации функционала	6
2	Решение системы дифференциальных уравнений в частных производных методом сеток	8
3	Вычисление коэффициентов уравнения регрессии на основании ортогонального плана эксперимента, оценка воспроизводимости, адекватности и значимости коэффициентов	8
4	Поиск экстремума заданной целевой функции симплекс-методом. Определение экстремума градиентным методом	8
5	Подбор многофакторного уравнения регрессии на основании имеющихся экспериментальных данных и оценка его адекватности	6
6	Поиск экстремумов заданной целевой функции в условиях ограничения значений параметров с использованием стандартных процедур	6
7	Методы аппроксимации. Кросс-валидация данных. Бутстрэп	8
8	Планирование эксперимента по методу Бокса-Уилтона. Параметры оптимизации. Факторы. Проверка воспроизводимости опытов	8
9	Интегральная и дифференциальная функции распределения времени пребывания элементов потока	6
10	Примеры моделирования кинетики реакций ХТП	4
	Всего	68

3.5. Тематический план лабораторных работ

Данный вид работы не предусмотрен учебным планом

3.6. Самостоятельная работа студента

Номер раздела дисциплины	Вид СРС	Содержание СРС	Трудоемкость, час.
1	Подготовка к практическим занятиям и сдаче отчетов по ним	Изучение теоретического материала, выполнение отчета по практическим работам, подготовка ответов на вопросы по выполненной работе	48
2	Подготовка и выполнение контрольной работы	Изучение теоретического материала, решение типовых задач по теме контрольной работы	28
		Всего	76

4. Образовательные технологии

При проведении учебных занятий используются традиционные образовательные технологии: лекции в сочетании с практическими занятиями, семинарами, самостоятельным изучением отдельных разделов и современные образовательные технологии, направленные на обеспечение развития у обучающихся навыков командной работы, межличностной коммуникации, принятия решений, лидерских качеств, например, групповые дискуссии, деловые игры, проблемное обучение, тренинги, анализ ситуаций и имитационных моделей, работа в команде, контекстное обучение, обучение на основе опыта, индивидуальное обучение, междисциплинарное обучение, опережающая самостоятельная работа, преподавание на основе результатов научных исследований с учетом региональных особенностей профессиональной деятельности выпускников и потребностей работодателей.

Для самостоятельной подготовки к занятию по дисциплине студентами применяются электронное обучение и дистанционные образовательные технологии. В процессе обучения используются:

- дистанционные курсы (ДК) размещенные на площадке LMS Moodle, URL: <https://lms.kgeu.ru/course/view.php?id=482>
- электронно-образовательные ресурсы (ЭОР), размещенные в личных кабинетах студентов электронного университета КГЭУ, URL: <http://e.kgeu.ru>;
- электронная библиотечная система: «Издательство «Лань» URL: <http://e.lanbook.com/>

5. Оценивание результатов обучения

Оценивание результатов обучения по дисциплине осуществляется в рамках текущего контроля успеваемости, проводимого по балльно-рейтинговой системе (БРС), и промежуточной аттестации.

Обобщенные критерии и шкала оценивания уровня сформированности компетенции (индикатора достижения компетенции) по итогам освоения дисциплины:

Планируемые результаты обучения	Обобщенные критерии и шкала оценивания результатов обучения			
	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично
	незачтено	зачтено		
Полнота знаний	Уровень знаний ниже минимальных требований, имеют место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний, имеет место много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе, имеет место несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок
Наличие умений	При решении стандартных задач не продемонстрирован	Продемонстрированы основные умения, решены типовые задачи с негрубыми	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с

	основные умения, имеют место грубые ошибки	ошибками, выполнены все задания, но не в полном объеме	негрубыми ошибками, выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме
Наличие навыков (владение опытом)	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки, имеют место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов
Характеристика сформированности компетенции (индикатора достижения компетенции)	Компетенция в полной мере не сформирована. Имеющихся знаний, умений, навыков недостаточно для решения практических (профессиональных) задач	Сформированность компетенции соответствует минимальным требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков в целом достаточно для решения практических (профессиональных) задач, но требуется дополнительная практика по большинству практических задач	Сформированность компетенции в целом соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в целом достаточно для решения стандартных практических (профессиональных) задач	Сформированность компетенции полностью соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в полной мере достаточно для решения сложных практических (профессиональных) задач
Уровень сформированности компетенции (индикатора достижения компетенции)	Низкий	Нижесреднего	Средний	Высокий

Шкала оценки результатов обучения по дисциплине:

Код компетенции	Код индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Уровень сформированности компетенции (индикатора достижения компетенции)			
			Высокий	Средний	Нижесреднего	Низкий
			Шкала оценивания			
			отлично	хорошо	удовлетворительно	неудовлетворительно
			зачтено			незачтено
ОПК-	ОПК-	Знать				

2	2. 1	<p>принципы физического моделирования химико-технологических процессов</p>	<p>Системы и процессы. Системный анализ. Роль моделей и моделирования в познании. Метод физического моделирования, области применения. Математическое моделирование, способы реализации математических моделей</p>	<p>Системы и процессы. Системный анализ. Роль моделей и моделирования в познании. Метод физического моделирования, области применения.</p>	<p>Системы и процессы. Системный анализ. Роль моделей и моделирования в познании.</p>	<p>Системы и процессы. Системный анализ.</p>
		<p>методы построения эмпирических (статистических) и физико-химических (теоретических) моделей химико-технологических процессов</p>	<p>основные статистически уравнения критерии, используемые при обработке экспериментальных данных, расчёт констант скорости сложной химической реакции методом минимизации функционала</p>	<p>основные статистически уравнения критерии, используемые при обработке экспериментальных данных, расчёт констант скорости сложной химической реакции</p>	<p>основные статистически уравнения критерии, используемые при обработке экспериментальных данных</p>	<p>основные статистически уравнения, используемые при обработке экспериментальных данных</p>
Уметь						

<p>применять методы вычислительной математики и математической статистики для решения конкретных задач расчета, проектирования, моделирования, идентификации и оптимизации процессов химической технологии</p>	<p>математический анализ экспериментальных данных с целью определения параметров для моделирования процессов и аппаратов; системы математических уравнений при разработке математических моделей; вычисление коэффициентов в уравнения регрессии на основании ортогонального плана эксперимента, оценка воспроизводимости, адекватности и значимости коэффициентов</p>	<p>математический анализ экспериментальных данных с целью определения параметров для моделирования процессов и аппаратов; системы математических уравнений при разработке математических моделей</p>	<p>математический анализ экспериментальных данных с целью определения параметров для моделирования процессов и аппаратов</p>	<p>математический анализ экспериментальных данных</p>
--	--	--	--	---

Владеть

<p>методами разработки обобщенных вариантов решения проблемы в условиях многокритериальности, неопределенности, планирования, реализации проекта</p>	<p>Решение систем дифференциальных уравнений в частных производных методом сеток; Поиск экстремума заданной целевой функции симплекс-методом. Определение экстремума градиентным методом</p>	<p>Решение систем дифференциальных уравнений в частных производных методом сеток; Поиск экстремума заданной целевой функции симплекс-методом</p>	<p>Решение систем дифференциальных уравнений в частных производных методом сеток</p>	<p>Решение систем дифференциальных уравнений в частных производных</p>
--	--	--	--	--

		методами математической статистики для обработки результатов активных и пассивных экспериментов, пакетами прикладных программ для моделирования химико-технологических процессов	обработки экспериментальных данных и использования их результатов для обоснования параметров математических моделей; статистически критерии воспроизводимости, адекватности и значимости. Метод дробных реплик. Понятия активного и пассивного эксперимента. Матричный метод решения системы уравнений для нахождения коэффициентов уравнения регрессии. Процедура рандомизации эксперимента	обработки экспериментальных данных и использования их результатов для обоснования параметров математических моделей; статистически критерии воспроизводимости, адекватности и значимости. Понятия активного и пассивного эксперимента. Матричный метод решения системы уравнений для нахождения коэффициентов уравнения регрессии	обработки экспериментальных данных и использования их результатов для обоснования параметров математических моделей; статистически критерии воспроизводимости, адекватности и значимости. Метод дробных реплик. Понятия активного и пассивного эксперимента	обработки экспериментальных данных и использования их результатов для обоснования параметров математических моделей
--	--	--	--	---	---	---

ОПК-4	ОПК-4.2	Знать				
		основы теории переноса импульса, тепла и массы	все виды балансных, кинетических и вспомогательных уравнений переноса импульса, тепла и массы для одномерного и многомерного случаев	все виды балансных, кинетических и вспомогательных уравнений переноса импульса, тепла и массы для одномерного случая	все виды балансных уравнений переноса импульса, тепла и массы для одномерного случая	уравнений переноса импульса, тепла и массы для одномерного случая

	<p>основы теории массопередачи в системах свободной неподвижной границей раздела фаз</p>	<p>теория массопередачи в системах свободной неподвижной границей раздела фаз</p>	<p>теория массопередачи в системах свободной границей раздела фаз</p>	<p>теория массопередачи в системах с неподвижной границей раздела фаз</p>	<p>теория массопередачи</p>
Уметь					
	<p>рассчитывать параметры и выбирать аппаратуру для конкретного химико-технологического процесса</p>	<p>Принципы построения моделей химико-технологических процессов, планирование эксперимента, адекватность моделей структуры потоков, экспериментально-аналитические методы определения кривых отклика, кривые отклика типовых процессов</p>	<p>Принципы построения моделей химико-технологических процессов, адекватность моделей структуры потоков, экспериментально-аналитические методы определения кривых отклика, кривые отклика типовых процессов</p>	<p>Принципы построения моделей химико-технологических процессов, планирование эксперимента</p>	<p>Принципы построения моделей химико-технологических процессов</p>
	<p>рассчитывать основные характеристики химического рациональную схему производства заданного продукта</p>	<p>Постановка задачи оптимизации. Понятие критерия оптимальности, требования к нему. Функция цели, ограничения и оптимизирующие параметры. Классификация методов оптимизации</p>	<p>Постановка задачи оптимизации. Понятие критерия оптимальности, требования к нему. Классификация методов оптимизации</p>	<p>Постановка задачи оптимизации. Понятие критерия оптимальности, требования к нему.</p>	<p>Постановка задачи оптимизации</p>
Владеть					

	<p>навыками оценки технологической эффективности производства</p>	<p>опыт практического использования экспериментальных установок и приборов методами обработки экспериментальных данных, полученных на физических и статистических моделях</p>	<p>опыт практического использования экспериментальных установок и приборов методами обработки экспериментальных данных, полученных на статистических моделях</p>	<p>опыт практического использования экспериментальных установок и приборов методами обработки экспериментальных данных, полученных на физических моделях</p>	<p>опыт практического использования экспериментальных установок и приборов</p>
ОПК - 4.3	Знать				
	<p>основные уравнения движения жидкостей</p>	<p>Уравнения баланса. Уравнения материального баланса в интегральной и дифференциальной формах. Понятия переходного и стационарного состояния объекта. Некоторые варианты решения уравнений баланса и предельные переходы к стационарному состоянию. Интегральные и дифференциальные уравнения теплового баланса. Размерности величин, участвующих в вычислениях и их согласования</p>	<p>Уравнения баланса. Уравнения материального баланса в интегральной и дифференциальной формах. Интегральные и дифференциальные уравнения теплового баланса. Размерности величин, участвующих в вычислениях и их согласования</p>	<p>Уравнения баланса. Уравнения материального баланса в интегральной и дифференциальной формах. Размерности величин, участвующих в вычислениях и их согласования</p>	<p>Размерности величин, участвующих в вычислениях и их согласования</p>
Уметь					

определять характер движения жидкостей и газов	Исследование процессов аналитическим и численными методами. Исследование стационарного режима работы теплообменного аппарата при постоянной температуре греющего пара. Моделирование процесса нагрева в трубчатой печи. Моделирование процессов сушки. Внешнедиффузионное и внутридиффузионное торможение	Исследование процессов аналитическим и численными методами. Моделирование процесса нагрева в трубчатой печи. Моделирование процессов сушки. Внешнедиффузионное и внутридиффузионное торможение.	Исследование процессов аналитическим и численными методами. Внешнедиффузионное и внутридиффузионное торможение.	Исследование процессов аналитическим и численными методами
Владеть				
навыками вычисления состава сосуществующих фаз в двухкомпонентных системах	Методы решения кинетических уравнений. Кинетические модели гомогенных химических реакций. Методы численной реализации	Методы решения кинетических уравнений. Кинетические модели гомогенных химических реакций.	Методы решения кинетических уравнений. Методы численной реализации	Методы решения кинетических уравнений

Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации приведены в Приложении к рабочей программе дисциплины. Полный комплект заданий и материалов, необходимых для оценивания результатов обучения по дисциплине, хранится на кафедре-разработчике в бумажном и электронном виде.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Учебно-методическое обеспечение

Основная литература

№ п/п	Автор(ы)	Наименование	Вид издания (учебник, учебное пособие, др.)	Место издания, издательство	Год издания	Адрес электронного ресурса	Кол-во экземпляров в библиотеке
1	Кудинов И. В., Кудинов В. А., Еремин А. В., Колесников С. В.	Математическое моделирование гидродинамики и теплообмена в движущихся жидкостях	учебное пособие	СПб.: Лань	2015	https://e.lanbook.com/book/56168	1
2	Гумеров А. М.	Математическое моделирование химико-технологических процессов	учебное пособие	СПб.: Лань	2014	https://e.lanbook.com/book/41014	1
3	Высоцкий Л. И., Коперник Г. Р., Высоцкий И. С.	Математическое и физическое моделирование потенциальных течений жидкости	учебное пособие	СПб.: Лань	2014	https://e.lanbook.com/book/44842	1

Дополнительная литература

№ п/п	Автор(ы)	Наименование	Вид издания (учебник, учебное пособие, др.)	Место издания, издательство	Год издания	Адрес электронного ресурса	Кол-во экземпляров в библиотеке
1	Касаткин А. Г.	Основные процессы и аппараты химической технологии	учебник для вузов	М.: Альянс	2006		29

2	Самойлов Н. А.	Примеры и задачи по курсу "Математическое моделирование химико- технологических процессов"	учебное пособие	СПб.: Лань	2013	https://e.lanbook.com/book/37356	1
3	Коваленко А. В., Узденова А. М., Уртенев М. Х., Никоненко В. В.	Математическое моделирование физико- химических процессов в среде ComsolMultiphysics 5.2	учебное пособие	СПб.: Лань	2017	https://e.lanbook.com/book/93695	1

6.2. Информационное обеспечение

6.2.1. Электронные и интернет-ресурсы

№ п/п	Наименование электронных и интернет-ресурсов	Ссылка
1	Моделирование и оптимизация химико-технологических процессов в системах	https://lms.kgeu.ru/course/view.php?id=482

6.2.2. Профессиональные базы данных

№ п/п	Наименование профессиональных баз данных	Адрес	Режимдоступа
1	Электронная библиотека диссертаций (РГБ)	diss.rsl.ru	diss.rsl.ru
2	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU	http://elibrary.ru	http://elibrary.ru
3	Национальная электронная библиотека (НЭБ)	https://rusneb.ru/	https://rusneb.ru/
4	Техническая библиотека	http://techlibrary.ru	http://techlibrary.ru

6.2.3. Информационно-справочные системы

№ п/п	Адрес	Режимд оступа
ИСС «Кодекс» / «Техэксперт»	http://app.kgeu.local/Home/Apps	ИСС «Кодекс» / «Техэксперт»

6.2.4. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение дисциплины

№ п/п	Наименование программного обеспечения	Описание)	Реквизиты подтверждающих документов
1	Office Professional Plus 2007 Windows32 Russian DiskKit MVL CD	Пакет программных продуктов содержащий в себе необходимые офисные программы	ЗАО "СофтЛайнТрейд" №225/10 от 28.01.2010 Неискл. право. Бессрочно
2	Windows 7 Профессиональная (сертифицированная ФСТЭК)	Пользовательская операционная система	"ЗАО ""ТаксНет-Сервис"" №ПО-ЛИЦ 0000/2014 от 27.05.2014 Неискл. право. Бессрочно
3	Браузер Chrome	Система поиска информации в сети интернет	Свободная лицензия Неискл. право. Бессрочно
4	LMS Moodle	ПО для эффективного онлайн-взаимодействия преподавателя и студента	Свободная лицензия Неискл. право. Бессрочно
5	MATLAB Academic new Product From 10 to 24 Group Licenses (per License)	Пакет прикладных программ для решения задач технических вычислений.	ЗАО "СофтЛайнТрейд" №2013.39442 Неискл. право. Бессрочно

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

№ п/п	Вид учебной работы	Наименование специальных помещений и помещений для СРС	Оснащенность специальных помещений и помещений для СРС
1	Лекционные и практические занятия	Учебная аудитория 23 для проведения занятий лекционного, семинарского типа, индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля, промежуточной аттестации	доска аудиторная, проектор мультимедийный, экран, переносное оборудование ноутбук
2	Самостоятельная работа обучающегося	Компьютерный класс с выходом в Интернет	моноблок (30 шт.), проектор, экран
		Читальный зал библиотеки	проектор, переносной экран, тонкие клиенты (13 шт.), компьютеры (5 шт.)

8. Особенности организации образовательной деятельности для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Лица с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) и инвалиды имеют возможность беспрепятственно перемещаться из одного учебно-лабораторного корпуса в другой, подняться на все этажи учебно-лабораторных корпусов, заниматься в учебных и иных помещениях с учетом особенностей психофизического развития и состояния здоровья.

Для обучения лиц с ОВЗ и инвалидов, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, обеспечены условия беспрепятственного доступа во все учебные помещения. Информация о специальных условиях, созданных для обучающихся с ОВЗ и инвалидов, размещена на сайте университета [www//kgeu.ru](http://kgeu.ru). Имеется возможность оказания технической помощи ассистентом, а также услуг сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушенным слухом справочного, учебного материала по дисциплине обеспечиваются следующие условия:

- для лучшей ориентации в аудитории, применяются сигналы оповещения о начале и конце занятия (слово «звонок» пишется на доске);

- внимание слабослышащего обучающегося привлекается педагогом жестом (на плечо кладется рука, осуществляется нерезкое похлопывание);

- разговаривая с обучающимся, педагогический работник смотрит на него, говорит ясно, короткими предложениями, обеспечивая возможность чтения по губам.

Компенсация затруднений речевого и интеллектуального развития слабослышащих обучающихся проводится путем:

- использования схем, диаграмм, рисунков, компьютерных презентаций с гиперссылками, комментирующими отдельные компоненты изображения;

- регулярного применения упражнений на графическое выделение существенных признаков предметов и явлений;

- обеспечения возможности для обучающегося получить адресную консультацию по электронной почте по мере необходимости.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушениями зрения справочного, учебного, просветительского материала, предусмотренного образовательной программой по выбранному направлению подготовки, обеспечиваются следующие условия:

- ведется адаптация официального сайта в сети Интернет с учетом особых потребностей инвалидов по зрению, обеспечивается наличие крупношрифтовой справочной информации о расписании учебных занятий;

- педагогический работник, его собеседник (при необходимости), присутствующие на занятии, представляются обучающимся, при этом каждый раз называется тот, к кому педагогический работник обращается;

- действия, жесты, перемещения педагогического работника коротко и ясно комментируются;

- печатная информация предоставляется крупным шрифтом (от 18 пунктов), тотально озвучивается;

- обеспечивается необходимый уровень освещенности помещений;
- предоставляется возможность использовать компьютеры во время занятий и право записи объяснений на диктофон (по желанию обучающихся).

Форма проведения текущей и промежуточной аттестации для обучающихся с ОВЗ и инвалидов определяется педагогическим работником в соответствии с учебным планом. При необходимости обучающемуся с ОВЗ, инвалиду с учетом их индивидуальных психофизических особенностей дается возможность пройти промежуточную аттестацию устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п., либо предоставляется дополнительное время для подготовки ответа.

3.1. Структура дисциплины по заочной форме

Вид учебной работы	Всего часов	Курс
		4
ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ	216	216
КОНТАКТНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ С ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ, в том числе:	25	25
Лекционные занятия (Лек)	8	8
Практические занятия (Пр)	12	12
Контроль самостоятельной работы и иная контактная работа (КСР)*	4	4
Контактные часы во время аттестации (КПА)	1	1
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА	183	183
Подготовка к промежуточной аттестации в форме:	8	8
ФОРМА ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ	Эк	Эк

9. Методические рекомендации для преподавателей по организации воспитательной работы с обучающимися

Методическое обеспечение процесса воспитания обучающихся выступает одним из определяющих факторов высокого качества образования. Преподаватель вуза, демонстрируя высокий профессионализм, эрудицию, четкую гражданскую позицию, самодисциплину, творческий подход в решении профессиональных задач, в ходе образовательного процесса способствует формированию гармоничной личности.

При реализации дисциплины преподаватель может использовать следующие методы воспитательной работы:

- методы формирования сознания личности (беседа, диспут, внушение, инструктаж, контроль, объяснение, пример, самоконтроль, рассказ, совет, убеждение и др.);
- методы организации деятельности и формирования опыта поведения (задание, общественное мнение, педагогическое требование, поручение, приучение, создание воспитывающих ситуаций, тренинг, упражнение, и др.);
- методы мотивации деятельности и поведения (одобрение, поощрение социальной активности, порицание, создание ситуаций успеха, создание ситуаций для эмоционально-нравственных переживаний, соревнование и др.)

При реализации дисциплины преподаватель должен учитывать следующие направления воспитательной деятельности:

Гражданское и патриотическое воспитание:

- формирование у обучающихся целостного мировоззрения, российской идентичности, уважения к своей семье, обществу, государству, принятым в семье и обществе духовно-нравственным и социокультурным ценностям, к национальному, культурному и историческому наследию, формирование стремления к его сохранению и развитию;

- формирование у обучающихся активной гражданской позиции, основанной на традиционных культурных, духовных и нравственных ценностях российского общества, для повышения способности ответственно реализовывать свои конституционные права и обязанности;

- развитие правовой и политической культуры обучающихся, расширение конструктивного участия в принятии решений, затрагивающих их права и интересы, в том числе в различных формах самоорганизации, самоуправления, общественно-значимой деятельности;

- формирование мотивов, нравственных и смысловых установок личности, позволяющих противостоять экстремизму, ксенофобии, дискриминации по социальным, религиозным, расовым, национальным признакам, межэтнической и межконфессиональной нетерпимости, другим негативным социальным явлениям.

Духовно-нравственное воспитание:

- воспитание чувства достоинства, чести и честности, совестливости, уважения к родителям, учителям, людям старшего поколения;

- формирование принципов коллективизма и солидарности, духа милосердия и сострадания, привычки заботиться о людях, находящихся в трудной жизненной ситуации;

- формирование солидарности и чувства социальной ответственности по отношению к людям с ограниченными возможностями здоровья, преодоление

- формирование эмоционально насыщенного и духовно возвышенного отношения к миру, способности и умения передавать другим свой эстетический опыт.

Культурно-просветительское воспитание:

- формирование уважения к культурным ценностям родного города, края, страны;
- формирование эстетической картины мира;
- повышение познавательной активности обучающихся.

Научно-образовательное воспитание:

- формирование у обучающихся научного мировоззрения;
- формирование умения получать знания;
- формирование навыков анализа и синтеза информации, в том числе в профессиональной области.

*Приложение к рабочей программе
дисциплины*



КГЭУ

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования

**«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «КГЭУ»)**

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
по дисциплине**

Моделирование химико-технологических процессов

Направление подготовки 18.03.01 Химическая технология

Направленность (профиль) Технологии в энергетике и нефтегазопереработке

Квалификация

бакалавр

г. Казань, 2020

Оценочные материалы по дисциплине «Моделирование химико-технологических процессов» - комплект контрольно-измерительных материалов, предназначенных для оценивания результатов обучения на соответствие индикаторам достижения компетенции(й):

ОПК-2 Способен использовать математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности

ОПК-4 Способен обеспечивать проведение технологического процесса, использовать технические средства для контроля параметров технологического процесса, свойств сырья и готовой продукции, осуществлять изменение параметров технологического процесса при изменении свойств сырья

Оценивание результатов обучения по дисциплине осуществляется в рамках текущего контроля успеваемости, проводимого по балльно-рейтинговой системе (БРС), и промежуточной аттестации.

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценивание процесса обучения по дисциплине. При текущем контроле успеваемости используются следующие оценочные средства: устный опрос, контрольная работа.

Промежуточная аттестация имеет целью определить уровень достижения запланированных результатов обучения по дисциплине за 4 семестр. Форма промежуточной аттестации экзамен.

Оценочные материалы включают задания для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся, разработанные в соответствии с рабочей программой дисциплины.

1. Технологическая карта

Семестр 4

Номер раздела/ темы дисциплины	Вид СРС	Наименование оценочного средства	Код индикатора достижения компетенций	Уровень освоения дисциплины, баллы				
				неудов-но	удов-но	хорошо	отлично	
				не зачтено	зачтено			
				низкий	ниже среднего	средний	высокий	
Текущий контроль успеваемости								
1	Подготовка к практическим занятиям и сдаче отчетов по ним	устн	ОПК-2, ОПК-4, ОПК-4	менее 7	8 - 18	19 - 29	30 - 40	
1	Подготовка и выполнение контрольной работы	контрР	ОПК-2, ОПК-4, ОПК-4	менее 4	5 - 9	10 - 14	15 - 20	
Всего баллов				Менее 25	26-30	38-45	53-60	
Промежуточная аттестация								
	Экзамен	Вопросы к экзамену	ОПК-2, ОПК-4, ОПК-4	0-29	29-39	32-39	32-40	
Всего баллов				0 - 25	55-69	70-84	85-100	

2. Перечень оценочных средств

Краткая характеристика оценочных средств, используемых при текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося по дисциплине:

Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Оценочные материалы
устный опрос (устн)	оценочное средство, позволяющее оценить знания и кругозор студента, умение логически построить ответ, владение монологической речью и иные	опрос по теоретическому материалу
контрольная работа (КонтрР)	работа, состоящая из небольшого количества средних по трудности вопросов, задач или заданий, требующих	задачи по пройденной теме

3. Оценочные материалы текущего контроля успеваемости обучающихся

Наименование оценочного средства	устный опрос (устн)
Представление и содержание оценочных материалов	<p><i>Примеры моделирования кинетики реакций ХТП</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Определение скорости химической реакции. 2. Составление стехиометрического уравнения реакции. 3. Кинетические уравнения простых элементарных реакций. 4. Кинетические уравнения сложных реакций и соответствующие им дифференциальные уравнения. 5. Нахождение кинетических кривых. <p><i>Уравнения баланса массы, равновесия и кинетики реакции на примере математической модели ХТП</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Общая характеристика математического описания системы 2. Принцип материального баланса. 3. Применение баланса массы в математической модели ХТП <p><i>Моделирование массообменного процесса на примере моделирования процесса адсорбции</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Уравнения материального баланса ХТП 2. Уравнения кинетики сорбции, равновесия сорбции ХТП 3. Уравнения теплового баланса, передачи тепла ХТП <p><i>Сравнение химических реакторов идеального смешения и идеального вытеснения и каскада реакторов идеального смешивания</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Сравнение химических реакторов при помощи параметра времени пребывания. 2. Анализ расчетных формул. 3. Нахождение степени превращения. 4. Получение графической зависимости реактора идеального смешивания и реактора идеального вытеснения. 5. Сравнительный анализ процессов различных реакторов. <p><i>Выбор вида и определение параметров немонотонной зависимости</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Этапы моделирования. 2. Основные зависимости и параметры для их выбора. 3. Монотонная зависимость. 4. Сравнение экспериментальной и расчетной кривых
Критерии оценки и шкала оценивания в баллах	Максимальное количество баллов за устный опрос составляет 40 баллов.

Наименование оценочного средства	контрольная работа (КонтрР)
	<p>1. В прямоточном теплообменнике типа «труба в трубе» охлаждается этиловый эфир от температуры $T_{в}(x=0)$ равной 30 С до $T_{в}(x=L)$ равной 5 С. Охлаждение эфира осуществляется рассолом, поступающим из холодильной установки при температуре $T_{н}(x=0)$ равной –17 С. Объемный расход эфира 6,98 м³ / ч, рассола – 2,61 м³ / ч; диаметр внутренней трубы – 0,038 м; плотность эфира 716 кг/м³ рассола – 1150 кг/м³ ; теплоемкость эфира – 0,514 ккал/(кг град), рассола – 0,813 ккал/(кг град); коэффициент теплопередачи – 475 ккал/(м² ч град). Найти длину теплообменника, необходимого для снижения температуры эфира до заданного значения. Определить профили температур эфира и рассола по длине теплообменника. За условный нуль принять температуру $T_{н}(x=0) = -17$ С. Тогда $T_{в}(x=L) = 22$ С, $T_{н}(x=0) = 0$ С, $T_{в}(x=0) = 47$ С.</p> <p>2. Исследовать стационарный режим работы теплообменника типа «труба в трубе», используя данные, приведенные в задании 1 для случая противотока. Сопоставить эффективность теплообмена в обоих случаях, если длина теплообменника 60 м.</p> <p>3. Определить необходимую длину противоточного теплообменника для охлаждения 1,6 м³ /ч сероуглерода от температуры кипения 46,3 С до 22 С. Охлаждающая вода нагревается до 25 С. Диаметр внутренней трубы теплообменника 0,075 м; расход охлаждающей воды 0,32 м³ /ч; плотность сероуглерода –129 кг/м³ , воды – 998 кг/м³ ; теплоемкость сероуглерода – 0,32 ккал/(кг град), воды – 0,999 ккал/(кг град); коэффициент теплопередачи – 168 ккал/(м² кг град).</p> <p>4. Для найденной длины теплообменника исследовать стационарный режим прямоточного теплообменника. Установить, какую температуру приобретает охлаждаемый поток. Определить профили температур по длине теплообменника.</p>
Критерии оценки и шкала оценивания в баллах	Максимальное количество баллов за контрольную работу в модуле составляет 20 баллов.

4. Оценочные материалы промежуточной аттестации

Наименование оценочного средства	Экзамен
Представление и содержание оценочных материалов	<ol style="list-style-type: none"> 1. Понятия модели, моделирования. 2. Роль и значение моделирования в современном обществе. 3. Классы моделей (классификация). 4. Понятия системы. Признаки системности. 5. Модель структуры и состава системы. 6. Структурная схема системы. 7. Виды структурных схем системы. 8. Классификация видов моделей систем. 9. Понятие информационной системы (ИС). 10. Понятие информационной технологии (ИТ). 11. Основные функции ИС, структура ИС. Отличия от ИТ. 12. Системный подход в моделировании систем. 13. Понятие большой и сложной системы. 14. Основные задачи системотехники. 15. Схема функционирования управляемых систем.

16. Типы переменных системы.
17. Фрагмент классификации систем по описанию переменных.
18. Типы операторов систем.
19. Фрагмент классификации систем по типу их операторов.
20. Классификация систем по способу управления.
21. Классификация систем, управляемых извне.
22. Управление по параметрам.
23. Управление по структуре.
24. Ресурсы управления и качества системы.
25. Классификация систем по степени ресурсной обеспеченности управления.
26. Информационные аспекты изучения систем.
27. Сигналы в системах.
28. Типы сигналов.
29. Случайный процесс – математическая модель сигнала.
30. Классы случайных процессов. Примеры.
31. Математические модели реализации случайных процессов. Примеры.
32. Понятие энтропии. Примеры.
33. Понятие и назначение имитационных моделей.
34. Требования, предъявляемые к имитационным моделям.
35. Основные принципы имитационного моделирования информационных процессов.
36. Понятие математической модели.
37. Методы определения математических моделей.
38. Формы представления математических моделей.
39. Основные этапы математического моделирования.
40. Методы реализации математических моделей.
41. Оценка правильности математической модели.
42. Математические схемы моделирования систем.
43. Непрерывно-детерминированная схема модели.
44. Дискретно-детерминированная схема модели.
45. Дискретно-стохастическая схема модели.
46. Непрерывно-стохастическая схема модели.
47. Сетевые модели.
48. Комбинированные модели.
49. Понятие формализации.
50. Методика разработки и машинной реализации модели систем.
51. Этапы моделирования систем.
52. Понятие концептуальной модели.
53. Блочная модель системы. Переход от описания к блочной модели системы.
54. Понятие алгоритмизации. Логическая структура моделей.
55. Схемы алгоритмов. Построение логической схемы модели системы.
56. Этапы построения моделирующих алгоритмов.
57. Общая характеристика метода статистического моделирования.
58. Псевдослучайные последовательности и методы их генерирования.
59. Моделирование случайных воздействий на системы.
60. Пакеты прикладных программ моделирования систем.
61. Гибридные моделирующие комплексы.
62. Базы данных моделирования.
63. Основы систематизации языков моделирования систем.
64. Понятие планирования эксперимента.
65. Стратегическое планирование машинных экспериментов с моделями систем.
66. Тактическое планирование машинных экспериментов с моделями систем.
67. Особенности фиксации и статистической обработки результатов моделирования систем на ЭВМ.
68. Методы тестирования моделей систем.
69. Способы устранения расхождения между реальностью и результатами

	<p>моделирования.</p> <p>70. Особенности машинного синтеза.</p> <p>71. Обработка результатов машинного эксперимента при синтезе систем.</p> <p>72. Имитационное моделирование информационных систем и сетей.</p> <p>73. Моделирование для принятия решений при управлении.</p> <p>74. Особенности в системе управления.</p> <p>75. Эволюционные и десижентные модели.</p> <p>76. Элементы теории управления.</p> <p>77. Схема разработки модели системы S.</p> <p>78. Содержание, структура и логика прикладной теории.</p> <p>79. Модели в адаптивных системах управления.</p> <p>80. Моделирование в системах управления в реальном масштабе и времени.</p>
Критерии оценки и шкала оценивания в баллах	Максимальное количество баллов за промежуточную аттестацию составляет 40 баллов.

Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине «Моделирование химико-технологических процессов»

Содержание ОМ соответствует требованиям федерального государственного стандарта высшего образования по направлению подготовки 18.03.01 «Химическая технология» и учебному плану.

1. ОМ соответствует требованиям, предъявляемым к структуре, содержанию ОМ по дисциплине, а именно:

1) Перечень формируемых компетенций, которыми должен овладеть обучающийся в результате освоения дисциплины, соответствует ФГОС ВО и профстандарту, будущей профессиональной деятельности выпускника.

2) Показатели и критерии оценивания компетенций, а также шкалы оценивания обеспечивают возможность проведения всесторонней оценки результатов обучения, уровней сформированности компетенций.

3) Контрольные задания и иные материалы оценки результатов освоения разработаны на основе принципов оценивания: валидности, определённости, однозначности, надёжности, а также соответствуют требованиям к составу и взаимосвязи оценочных средств, полноте по количественному составу оценочных средств и позволяют объективно оценить результаты обучения, уровни сформированности компетенций.

4) Методические материалы ОМ содержат чётко сформулированные рекомендации по проведению процедуры оценивания результатов обучения и сформированности компетенций.

2. Направленность ОМ по дисциплине соответствует целям ОПОП ВО по направлению 18.03.01 «Химическая технология», профстандартам.

3. Объём ОМ соответствует учебному плану подготовки.

4. Качество ОМ в целом обеспечивают объективность и достоверность результатов при проведении оценивания с различными целями.

На основании проведенной экспертизы можно сделать заключение, что ОМ по дисциплине соответствует требованиям ФГОС ВО, профессионального стандарта, современным требованиям рынка труда и рекомендуются для использования в учебном процессе.

Следует отметить, что созданы условия для максимального приближения системы оценки и контроля компетенций обучающихся к условиям их будущей профессиональной деятельности.

Рассмотрено на заседании учебно-методического совета ИЭЭ «28» октября 2020 г., протокол № 3.

Председатель УМС



Ившин И.В.

Лист внесения изменений

Дополнения и изменения в рабочей программе дисциплины с 2021/2022 учебного года.

В программу вносятся следующие изменения:

1. РПД дополнена разделом 9 «Методические рекомендации для преподавателей по организации воспитательной работы с обучающимися».

Программа одобрена на заседании кафедры – разработчика «Технологии в энергетике и нефтегазопереработке» «18» июня 2021г., протокол № 9

Зав.кафедрой _____



А.Г. Лаптев

Подпись, дата

Программа одобрена методическим советом института Электроэнергетики и электроники «22» июня 2021г., протокол № 11.

Зам. директора по УМР _____



Р.В. Ахметова

Подпись, дата

Согласовано:

Руководитель ОПОП _____



М.Н. Котляр

Подпись, дата