

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тамбовский государственный университет имени Г.Р. Державина»
Институт естествознания
Кафедра химии

УТВЕРЖДАЮ:
Директор института



Е. В. Скрипникова
«04» июля 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине Б1.В.4.1 Методы оптимизации и организации энерго- и ресурсосберегающих химико-технологических систем

Направление подготовки/специальность: 18.04.02 - Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии

Профиль/направленность/специализация: Нефтехимия

Уровень высшего образования: магистратура

Квалификация: Магистр

год набора: 2022

Тамбов, 2022

Автор программы:

Кандидат химических наук, Балыбин Дмитрий Викторович

Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 18.04.02 - Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии (уровень магистратуры) (приказ Министерства образования и науки РФ от «07» августа 2020 г. № 909).

Рабочая программа принята на заседании Кафедры химии «28» июня 2022 г. Протокол № 2

Рассмотрена и одобрена на заседании Ученого совета Института естествознания, Протокол от «04» июля 2022 г. № 12.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Цели и задачи дисциплины.....	4
2. Место дисциплины в структуре ОП Магистра.....	6
3. Объем и содержание дисциплины.....	6
4. Контроль знаний обучающихся и типовые оценочные средства.....	9
5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля).....	15
6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.....	17
7. Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы.....	17

1. Цели и задачи дисциплины

1.1 Цель дисциплины – формирование компетенций:

ПК-7 Готов разрабатывать математические модели и осуществлять их экспериментальную проверку

ПК-10 Способен находить оптимальные решения при создании продукции с учетом требований качества, надежности, стоимости и экологической безопасности производств

ПК-12 Готов разрабатывать информационные системы планирования и управления предприятием

1.2 Типы задач профессиональной деятельности, к которым готовятся обучающиеся в рамках освоения дисциплины:

- научно-исследовательский
- организационно-управленческий

1.3 Дисциплина ориентирована на подготовку обучающихся к профессиональной деятельности в сферах: 16 Строительство и жилищно-коммунальное хозяйство (в сферах: сбора, переработки, утилизации и хранения отходов производства; обеспечения экологически и санитарно-эпидемиологически безопасного обращения с отходами производства и потребления), 26 Химическое, химико-технологическое производство (в сферах: производства неорганических веществ; производства продуктов основного и тонкого органического синтеза; производства продуктов переработки нефти, газа и твердого топлива; производства полимерных материалов, лаков и красок; производства энергонасыщенных материалов; производства лекарственных препаратов; производства строительных материалов, стекла, стеклокристаллических материалов, функциональной и конструкционной керамики различного назначения; производства химических источников тока; производства защитно-декоративных покрытий; производства элементов электронной аппаратуры и монокристаллов; производства композиционных материалов и нанокompозитов, нановолокнистых, наноструктурированных и наноматериалов различной химической природы; производства редких и редкоземельных элементов), 40 Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере организации и проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области химического и химико-технологического производства)

1.4 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы:

Обобщенные трудовые функции / трудовые функции / трудовые или профессиональные действия (при наличии профстандарта)	Код и наименование компетенции ФГОС ВО, необходимой для формирования трудового или профессионального действия	Индикаторы достижения компетенций
	ПК-7 Готов разрабатывать математические модели и осуществлять их экспериментальную проверку	Демонстрирует владение методами построения математических моделей процессов химической технологии для последующей их оптимизации
	ПК-10 Способен находить оптимальные решения при создании продукции с учетом требований качества, надежности, стоимости и экологической безопасности производств	Проводит оптимизацию параметров химической аппаратуры с учетом задач энерго- и ресурсосбережения

	ПК-12 Готов разрабатывать информационные системы планирования и управления предприятием	Анализирует тенденции и перспективы развития современных ресурсосберегающих систем в химической технологии, нефтехимии, биотехнологии, промышленной экологии, использует методы анализа и оптимизационного расчета процессов в промышленных аппаратах
--	-----------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

1.5 Согласование междисциплинарных связей дисциплин, обеспечивающих освоение компетенций:

ПК-7 Готов разрабатывать математические модели и осуществлять их экспериментальную проверку

№ п/п	Наименование дисциплин, определяющих междисциплинарные связи	Форма обучения			
		Очная (семестр)		Очно-заочная (семестр)	
		2	3	3	4
1	Моделирование технологических и природных систем	+		+	
2	Научно-исследовательская работа		+		+

ПК-10 Способен находить оптимальные решения при создании продукции с учетом требований качества, надежности, стоимости и экологической безопасности производств

№ п/п	Наименование дисциплин, определяющих междисциплинарные связи	Форма обучения	
		Очная (семестр)	Очно-заочная (семестр)
		3	4
1	Научно-исследовательская работа	+	+

ПК-12 Готов разрабатывать информационные системы планирования и управления предприятием

№ п/п	Наименование дисциплин, определяющих междисциплинарные связи	Форма обучения			
		Очная (семестр)		Очно-заочная (семестр)	
		2	4	3	5
1	Преддипломная практика		+		+
2	Ресурсосбережение и охрана окружающей среды	+		+	

3	Системы управления химико-технологическими процессами	+		+	
---	-------------------------------------------------------	---	--	---	--

2. Место дисциплины в структуре ОП магистратуры:

Дисциплина «Методы оптимизации и организации энерго- и ресурсосберегающих химико-технологических систем» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, учебного плана ОП по направлению подготовки 18.04.02 - Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии.

Дисциплина «Методы оптимизации и организации энерго- и ресурсосберегающих химико-технологических систем» изучается в 2, 3 семестрах.

3. Объем и содержание дисциплины

3.1. Объем дисциплины: 3 з.е.

Очная: 3 з.е.

Очно-заочная: 3 з.е.

Вид учебной работы	Очная (всего часов)	Очно-заочная (всего часов)
Общая трудоёмкость дисциплины	108	108
Контактная работа	32	16
Лекции (Лекции)	16	6
Практические (Практ. раб.)	16	10
Самостоятельная работа (СР)	76	92
Зачет	-	-

3.2. Содержание курса:

№ темы	Название раздела/темы	Вид учебной работы, час.						Формы текущего контроля
		Лекции		Практ. раб.		СР		
		О	О-3	О	О-3	О	О-3	
2 семестр								
1	Обобщенный образ технологической системы	2	1	2	1	12	18	работа на семинаре
2	Интегральные уравнения преобразования потоков вещества и энергии в технологических системах. Уравнение балансов потоков масс	3	1	3	1	12	18	работа на семинаре

3	Основные технологические принципы создания ресурсосберегающих химических технологий. Уравнение баланса потоков энергии	3	1	3	2	12	10	работа на семинаре
4	Использование методов оптимизации при создании энерго- и ресурсосберегающих производств	2	1	2	2	12	10	работа на семинаре
5	Стратегия оптимизации и организации энерго- и ресурсосбережения	3	1	3	2	14	18	работа на семинаре
6	Интеллектуальные системы Физико-химические модели - основа для построения интеллектуальных систем	3	1	3	2	14	18	Реферат

Тема 1. Обобщенный образ технологической системы (ПК-10)

Лекция.

Основные понятия и определения: ресурсосбережение, энергосбережение, безотходное химическое производство и малоотходное химическое производство, ресурсосберегающее химическое производство. Проблемы энерго- и ресурсосбережения в химической технологии, нефтехимии, биотехнологии: - энергоемкость существующих технологических процессов в химической и нефтехимической технологии, биотехнологии; - показатели ресурсосбережения промышленных химических производств; - пути энерго- и ресурсосбережения на различных иерархических уровнях; - роль термодинамического подхода в решении задач энерго- и ресурсосбережения в химическом производстве. Модель «черного ящика» как термодинамическая модель функционирования химико-технологической системы. Первое начало термодинамики. Совокупный материальный поток, поток теплоты, поток энергии.

Практическое занятие.

Семинар

Принципы составления материальных балансов и материальные расчеты необратимых химико-технологических процессов.

Задания для самостоятельной работы.

1. Проработка теоретического материала
2. Подготовка к текущему контролю.
3. Примеры моделей ряда систем: аппарат, агрегат, промышленное производство, химико-технологическая система

Тема 2. Интегральные уравнения преобразования потоков вещества и энергии в технологических системах. Уравнение балансов потоков масс (ПК-7)

Лекция.

Системы уравнений материальных балансов по: - общим массовым расходам физических потоков; - общим массовым расходам химических компонентов;- общим массовым расходам химических элементов

Практическое занятие.

Семинар

Теоретический и практический материальный баланс. Определение стехиометрически независимых реакций в их системе по критерию Грама.

Составление материальных балансов необратимых химико-технологических процессов.

Задания для самостоятельной работы.

1. проработка теоретического материала.

2. Подготовка вопроса:

Представление материальных потоков в форме потоковой диаграммы. Критерии оценки хода процесса и критерии эффективности использования сырья.

Тема 3. Основные технологические принципы создания ресурсосберегающих химических технологий. Уравнение баланса потоков энергии (ПК-7)

Лекция.

Различные варианты технологических схем производства азотной кислоты из аммиака как пример оценки эффективности использования сырьевых ресурсов. Интегральное уравнение сохранения энергии в технологической системе. Энтальпийный баланс, как частный случай энергетического баланса. Представление энтальпийного и энергетического балансов в форме потоковой диаграммы. Частные формы уравнения баланса энергии: течение жидкости в трубопроводе, противоточный теплообменник, адиабатный реактор и реактор с внешним теплообменом, электрохимический реактор.

Роль энергетического баланса системы в решении вопроса энергосбережения. Коэффициент преобразования энергии и эффективность функционирования химико–технологической системы.

Практическое занятие.

Семинар

Принципы составления энергетического (теплого) баланса и тепловые расчеты химико-технологических процессов.

Задания для самостоятельной работы.

1. Проработка теоретического материала: лекции, рекомендуемая литература.

2. Подготовка к текущему контролю.

Тема 4. Использование методов оптимизации при создании энерго - и ресурсосберегающих производств (ПК-10)

Лекция.

Прямая структурно - декомпозиционная, структурно – параметрическая оптимизация ХТС в задачах энерго - и ресурсосбережения в химической технологии. Классификация методов многокритериальной оптимизации энерго – и ресурсосберегающих процессов и систем. Технико-экономический критерий эффективности. Методология энерго – и ресурсосбережения многокомпонентных каталитических процессов. Гипотетически обобщенная технологическая структура. Парето оптимизация технологических, конструкционных и структурных параметров.

Практическое занятие.

Семинар

Оценка эффективности химического производства

Задания для самостоятельной работы.

1. Проработка теоретического материала: лекции, рекомендуемая литература.

2. Вопрос для изучения: Парето оптимизация технологических, конструкционных и структурных параметров.

3. Подготовка к текущему контролю

Тема 5. Стратегия оптимизации и организации энерго- и ресурсосбережения (ПК-12)

Лекция.

Декомпозиция по составляющим критерия. Оценка степени рассогласования по составляющим критерия. Блок-схема решения задачи оптимизации и энерго – и ресурсосбережения многокритериальной системы. Неформализованные задачи оптимальной эксплуатации химических производств. Объекты ситуационного управления. Диагностика причин отклонений в работе промышленных установок.

Практическое занятие.

Семинар

Эксергетические балансы и характеристики химико-технологических систем

Задания для самостоятельной работы.

1. Проработка теоретического материала: лекции, рекомендуемая литература.
2. Подготовить ответ на вопрос: Формирование математических моделей для решения задач ситуационного управления
3. Подготовка к текущему контролю.

Тема 6. Интеллектуальные системы Физико-химические модели - основа для построения интеллектуальных систем (ПК-12)

Лекция.

Теоретические основы построения интеллектуальных систем оптимизации и организации энерго – и ресурсосбережения процессов химической технологии. Построение интеллектуальных систем для расчета, оптимизации и прогнозирования химических производств. Теоретические основы, расчет и оптимизация нестационарных ХТП. Учет физико-химических особенностей процесса при разработке новых компьютерных технологий. Выбор и обоснование рациональных способов представления экспертных знаний об изучаемом процессе. Принципы выбора гидродинамического режима работы реактора при математическом моделировании. Оценка численных значений параметров математических моделей.

Практическое занятие.

Семинар

Технические системы энергоснабжения

Теплоэнергоснабжение химических предприятий

Задания для самостоятельной работы.

1. Проработка теоретического материала, рекомендуемой литературы.
2. Подготовка к текущему контролю.

4. Контроль знаний обучающихся и типовые оценочные средства

4.1. Распределение баллов:

2 семестр

- текущий контроль – 80 баллов
- контрольные срезы – 2 среза по 10 баллов каждый
- премиальные баллы – 10 баллов

Распределение баллов по заданиям:

№ те мы	Название темы / вид учебной работы	Формы текущего контроля / срезы	Мах. кол-во баллов	Методика проведения занятия и оценки

1.	Обобщенный образ технологической системы	работа на семинаре	25	25 баллов - студент свободно владеет материалом, демонстрирует глубокие, систематизированные знания, свободно отвечает на вопросы используя профессиональную терминологию 20-24 баллов – студент владеет представленным материалом, отвечает на заданные вопросы 10-19 балла – имеются недоработки, материал представлен не рационально, студент владеет неполной информацией по теме, затрудняется с ответами на задаваемые вопросы 0- 9 баллов - имеются недоработки, студент слабо владеет информацией по теме, при ответе использует заготовленный текст, затрудняется с ответами на задаваемые вопросы
2.	Интегральные уравнения преобразования потоков вещества и энергии в технологических системах. Уравнение балансов потоков масс	работа на семинаре (контрольный срез)	10	10 баллов - студент свободно владеет материалом, демонстрирует глубокие, систематизированные знания, свободно отвечает на вопросы используя профессиональную терминологию 7-9 баллов – студент владеет представленным материалом, отвечает на заданные вопросы 6-3 балла – имеются недоработки, материал представлен не рационально, студент владеет неполной информацией по теме, затрудняется с ответами на задаваемые вопросы 0- 2 баллов - имеются недоработки, студент слабо владеет информацией по теме, при ответе использует заготовленный текст, затрудняется с ответами на задаваемые вопросы
3.	Основные технологические принципы создания ресурсосберегающих химических технологий. Уравнение баланса потоков энергии	работа на семинаре	25	25 баллов - студент свободно владеет материалом, демонстрирует глубокие, систематизированные знания, свободно отвечает на вопросы используя профессиональную терминологию 20-24 баллов – студент владеет представленным материалом, отвечает на заданные вопросы 10-19 балла – имеются недоработки, материал представлен не рационально, студент владеет неполной информацией по теме, затрудняется с ответами на задаваемые вопросы 0- 9 баллов - имеются недоработки, студент слабо владеет информацией по теме, при ответе использует заготовленный текст, затрудняется с ответами на задаваемые вопросы

4.	Использование методов оптимизации при создании энерго - и ресурсосберегающих производств	работа на семинаре	10	<p>Устное выступление студента по вопросам практического занятия с целью более обстоятельного освещения программного материала с привлечением наиболее современных исследований в области коррозионной науки. В докладе должна быть отражена личностная значимость проделанной поисковой работы и намечены перспективы продолжения исследования. Возможны презентации, раздаточный материал, слайды и т.д.</p> <p>8-10 баллов – студент грамотно выстраивает логику своего доклада, раскрывает тему исследования, опираясь на результаты теоретических и эмпирических исследований последних 3-5 лет, продемонстрированы хорошие ораторские способности, выступление сопровождается презентацией полученных результатов. Грамотные ответы на дополнительные вопросы</p> <p>6-8 баллов - студент грамотно выстраивает логику своего доклада, раскрывает тему исследования, опираясь на результаты теоретических или эмпирических исследований современной коррозионной науки, продемонстрированы хорошие ораторские способности, выступление сопровождается презентацией, даны грамотные ответы на отдельные дополнительные вопросы</p> <p>2-4 балла - логика выступления в отдельных местах нарушается, тема исследования раскрывается не полностью, продемонстрированы средние ораторские способности, выступление сопровождается презентацией полученных результатов, ответы на вопросы требуют уточнения.</p> <p>1 балл – ответ представляет собой простое зачитывание текста, отдельные ответы на дополнительные вопросы требуют уточнения</p> <p>1 балл - представленные результаты в массе своей не новы, ответ представляет собой простое зачитывание текста, студент не может дать ответы на дополнительные вопросы</p>
5.	Стратегия оптимизации и организации энерго- и ресурсосбережения	работа на семинаре	20	<p>20 баллов - студент свободно владеет материалом, демонстрирует глубокие, систематизированные знания, свободно отвечает на вопросы используя профессиональную терминологию</p> <p>15-19 баллов – студент владеет представленным материалом, отвечает на заданные вопросы</p> <p>8-14 балла – имеются недоработки, материал представлен не рационально, студент владеет неполной информацией по теме, затрудняется с ответами на задаваемые вопросы</p> <p>0- 7 баллов - имеются недоработки, студент слабо владеет информацией по теме, при ответе использует заготовленный текст, затрудняется с ответами на задаваемые вопросы</p>

6.	Интеллектуальные системы Физико-химические модели - основа для построения интеллектуальных систем	Реферат(контрольный срез)	10	10 баллов – реферат соответствует теме, структура и оформление отвечает вышеперечисленным требованиям, студент свободно владеет материалом, демонстрирует глубокие, систематизированные знания, свободно отвечает на вопросы используя профессиональную терминологию 7-9 баллов – реферат соответствует теме, структура и оформление в основном отвечает вышеперечисленным требованиям, студент владеет представленным материалом, отвечает на заданные вопросы 4-6 балла – в структуре и оформлении презентации имеются недоработки, материал представлен в презентации не рационально, мало иллюстративного материала, студент владеет неполной информацией по теме, затрудняется с ответами на задаваемые вопросы 0- 3 балла - в структуре и оформлении презентации имеются недоработки, материал представлен сплошным текстом, мало иллюстративного материала, студент слабо владеет информацией по теме, при ответе использует заготовленный текст, затрудняется с ответами на задаваемые вопросы
7.	Премиальные баллы		10	баллы начисляются за постоянную активность на практических занятиях
8.	Индивидуальные задания, с помощью которых можно набрать дополнительные баллы		50	Студент может предоставить все задания текущего контроля и контрольных срезов.
9.	Итого за семестр		100	

Итоговая оценка по зачету выставляется в 100-балльной шкале и в традиционной четырехбалльной шкале. Перевод 100-балльной рейтинговой оценки по дисциплине в традиционную четырехбалльную осуществляется следующим образом:

100-балльная система	Традиционная система
50 - 100 баллов	Зачтено
0 - 49 баллов	Не зачтено

4.2 Типовые оценочные средства текущего контроля

работа на семинаре

Тема 1. Обобщенный образ технологической системы

Вопросы к семинарским занятиям:

1. Основные понятия и определения: ресурсосбережение, энергосбережение, безотходное химическое производство и малоотходное химическое производство, ресурсосберегающее химическое производство.
2. Проблемы энерго - и ресурсосбережения в химической технологии, нефтехимии, биотехнологии: - энергоемкость существующих технологических процессов в химической и нефтехимической технологии, биотехнологии; - показатели ресурсосбережения промышленных химических производств; - пути энерго - и ресурсосбережения на различных иерархических уровнях.
3. Роль термодинамического подхода в решении задач энерго - и ресурсосбережения в химическом производстве

Тема 2. Интегральные уравнения преобразования потоков вещества и энергии в технологических системах. Уравнение балансов потоков масс

Вопросы к семинарским занятиям:

1. Системы уравнений материальных балансов по: - общим массовым расходам физических потоков; - общим массовым расходам химических компонентов;- общим массовым расходам химических элементов.
2. Теоретический и практический материальный баланс.
3. Определение стехиометрически независимых реакций в их системе по критерию Грама.

Тема 3. Основные технологические принципы создания ресурсосберегающих химических технологий. Уравнение баланса потоков энергии

Вопросы к семинарским занятиям:

1. Различные варианты технологических схем производства азотной кислоты из аммиака как пример оценки эффективности использования сырьевых ресурсов.
2. Интегральное уравнение сохранения энергии в технологической системе.
3. Энтальпийный баланс, как частный случай энергетического баланса. Представление энтальпийного и энергетического балансов в форме потоковой диаграммы.

Тема 4. Использование методов оптимизации при создании энерго - и ресурсосберегающих производств

Вопросы к семинарским занятиям:

1. Прямая структурно - декомпозиционная, структурно – параметрическая оптимизация ХТС в задачах энерго - и ресурсосбережения в химической технологии.
2. Классификация методов многокритериальной оптимизации энерго – и ресурсосберегающих процессов и систем. Техничко-экономический критерий эффективности.

Тема 5. Стратегия оптимизации и организации энерго- и ресурсосбережения

Вопросы к семинарским занятиям:

1. Декомпозиция по составляющим критерия.
2. Оценка степени рассогласования по составляющим критерия.
3. Блок-схема решения задачи оптимизации и энерго – и ресурсосбережения многокритериальной системы.

Реферат

Тема 6. Интеллектуальные системы Физико-химические модели - основа для построения интеллектуальных систем

Темы рефератов:

1. Выбор и обоснование рациональных способов представления экспертных знаний об изучаемом процессе.
2. Принципы выбора гидродинамического режима работы реактора при математическом моделировании.
3. Оценка численных значений параметров математических моделей.

4.3 Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета

Типовые вопросы зачета (ПК-7, ПК-10, ПК-12)

1. Что такое эксергия?
2. Каковы возможности и цели эксергетического анализа технологических процессов?
3. Как рассчитать эксергию реакционного потока?
4. С какой целью в технике используют эксергетический КПД? Каковы пути увеличения эксергетического КПД?

5. Как изменится достигаемая в реакторе глубина превращения в том случае, если имеются застойные зоны: а) в реакторе, режим работы которого близок к идеальному смешению, б) в реакторе, режим работы которого близок к идеальному вытеснению?
6. В состоят принципиальные различия в условиях теплообмена для изотермического и адиабатического режимов работы реактора?
7. Составьте систему уравнений материального и теплового балансов для изотермическо-го реактора идеального смешения.
8. Почему нельзя найти аналитическое решение системы уравнений материального и теплового балансов адиабатического реактора идеального смешения, работающего в стационарном режиме, относительно температуры в реакторе и достигаемой в нем степени превращения?
9. Используя графическое решение системы уравнений материального и теплового балансов адиабатического реактора идеального смешения, проанализируйте возможности увеличения достигаемой в реакторе степени превращения в случае проведения в нем: а) необратимой реакции, б) обратимой эндотермической реакции, в) обратимой экзотермической реакции.
10. Найдите графическое решение системы уравнений материального и теплового балансов реактора идеального смешения промежуточного типа при проведении в нем обратимой экзотермической реакции.

Типовые задания для зачета (ПК-7, ПК-10, ПК-12)

1. Составьте схемы использования твердых, жидких и газообразных видов топлива.
2. Приведите примеры использования в энерготехнологических процессах теплоты химических реакций.
3. Сформулируйте основные направления повышения эффективности использования сырьевых и топливных энергетических ресурсов.
4. Какая величина выбирается в качестве критерия оптимальности при разработке оптимального температурного режима? Обоснуйте сделанный выбор.
5. Что такое КТАН?
6. Составьте схему синтеза аммиака.
7. По каким признакам классифицируют сырье химической промышленности?
8. Что такое вторичные материальные ресурсы?
9. С какой целью проводится комплексная переработка сырья?
10. В чем преимущества природного газа перед другими видами природного сырья для производства аммиака?
11. Структура материального баланса ХТС.
12. Какими соображениями руководствуются при выборе технологического режима основных стадий паровоздушной конверсии природного газа?
13. Учитывая особенности реакции синтеза аммиака, обоснуйте выбор давления и температурного режима.

4.4. Шкала оценивания промежуточной аттестации

Оценка	Компетенции	Дескрипторы (уровни) – основные признаки освоения (показатели достижения результата)
	ПК-7	Демонстрирует навыки построения и использования математических моделей энерго- и ресурсосберегающих химико-технологических систем и способами оценки различных вариантов энерго-ресурсосбережения технологических схем.

«зачтено» (50 - 100 баллов)	ПК-10	Применяет методы анализа и оптимизационного расчета процессов с учетом задач энерго- и ресурсосбережения Ответ, построен логично, материал излагается четко, ясно, хорошим языком, аргументировано.
	ПК-12	Знает основные тенденции и перспективы развития современных ресурсосберегающих систем, использует методы анализа и оптимизационного расчета процессов в промышленных аппаратах.
«не зачтено» (0 - 49 баллов)	ПК-7	Не способен к построению и использованию математических моделей энерго- и ресурсосберегающих химико-технологических систем и способов оценки различных вариантов энерго-ресурсосбережения технологических схем.
	ПК-10	Не владеет методами анализа и оптимизационного расчета процессов с учетом задач энерго- и ресурсосбережения. Неуверенно и логически непоследовательно излагает материал. Неправильно отвечает на поставленные вопросы или затрудняется с ответом.
	ПК-12	Не знает основные тенденции и перспективы развития современных ресурсосберегающих систем, не может применять методы анализа и оптимизационного расчета процессов в промышленных аппаратах.

5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

5.1 Методические указания по организации самостоятельной работы обучающихся:

Приступая к изучению дисциплины, в первую очередь обучающимся необходимо ознакомиться содержанием рабочей программы дисциплины (РПД), которая определяет содержание, объем, а также порядок изучения и преподавания учебной дисциплины, ее раздела, части.

Для самостоятельной работы важное значение имеют разделы «Объем и содержание дисциплины», «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины» и «Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы».

В разделе «Объем и содержание дисциплины» указываются все разделы и темы изучаемой дисциплины, а также виды занятий и планируемый объем в академических часах.

В разделе «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины» указана рекомендуемая основная и дополнительная литература.

В разделе «Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы» содержится перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем, необходимых для освоения дисциплины.

5.2 Рекомендации обучающимся по работе с теоретическими материалами по дисциплине

При изучении и проработке теоретического материала необходимо:

- просмотреть еще раз презентацию лекции в системе MOODLe, повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной дополнительной литературы;
- при самостоятельном изучении теоретической темы сделать конспект, используя рекомендованные в РПД источники, профессиональные базы данных и информационные справочные системы;
- ответить на вопросы для самостоятельной работы, по теме представленные в пункте 3.2 РПД.
- при подготовке к текущему контролю использовать материалы фонда оценочных средств (ФОС).

5.3 Рекомендации по работе с научной и учебной литературой

Работа с основной и дополнительной литературой является главной формой самостоятельной работы и необходима при подготовке к устному опросу на семинарских занятиях, к дебатам, тестированию, экзамену. Она включает проработку лекционного материала и рекомендованных источников и литературы по тематике лекций.

Конспект лекции должен содержать реферативную запись основных вопросов лекции, в том числе с опорой на размещенные в системе MOODLe презентации, основных источников и литературы по темам, выводы по каждому вопросу. Конспект может быть выполнен в рамках распечатки выдачи презентаций лекций или в отдельной тетради по предмету. Он должен быть аккуратным, хорошо читаемым, не содержать не относящуюся к теме информацию или рисунки.

Конспекты научной литературы при самостоятельной подготовке к занятиям должны содержать ответы на каждый поставленный в теме вопрос, иметь ссылку на источник информации с обязательным указанием автора, названия и года издания используемой научной литературы. Конспект может быть опорным (содержать лишь основные ключевые позиции), но при этом позволяющим дать полный ответ по вопросу, может быть подробным. Объем конспекта определяется самим студентом.

В процессе работы с основной и дополнительной литературой студент может:

- делать записи по ходу чтения в виде простого или развернутого плана (создавать перечень основных вопросов, рассмотренных в источнике);
- составлять тезисы (цитирование наиболее важных мест статьи или монографии, короткое изложение основных мыслей автора);
- готовить аннотации (краткое обобщение основных вопросов работы);
- создавать конспекты (развернутые тезисы).

5.4. Рекомендации по подготовке к отдельным заданиям текущего контроля

Собеседование предполагает организацию беседы преподавателя со студентами по вопросам практического занятия с целью более обстоятельного выявления их знаний по определенному разделу, теме, проблеме и т.п. Все члены группы могут участвовать в обсуждении, добавлять информацию, дискутировать, задавать вопросы и т.д.

Устный опрос может применяться в различных формах: фронтальный, индивидуальный, комбинированный. Основные качества устного ответа подлежащего оценке:

- правильность ответа по содержанию;
- полнота и глубина ответа;
- сознательность ответа;
- логика изложения материала;
- рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи;
- своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе;
- использование дополнительного материала;
- рациональность использования времени, отведенного на задание.

Устный опрос может сопровождаться презентацией, которая подготавливается по одному из вопросов практического занятия. При выступлении с презентацией необходимо обращать внимание на такие моменты как:

- содержание презентации: актуальность темы, полнота ее раскрытия, смысловое содержание, соответствие заявленной темы содержанию, соответствие методическим требованиям (цели, ссылки на ресурсы, соответствие содержания и литературы), практическая направленность, соответствие содержания заявленной форме, адекватность использования технических средств учебным задачам, последовательность и логичность презентуемого материала;
- оформление презентации: объем (оптимальное количество), дизайн (читаемость, наличие и соответствие графики и анимации, звуковое оформление, структурирование информации, соответствие заявленным требованиям), оригинальность оформления, эстетика, использование возможности программной среды, соответствие стандартам оформления;
- личностные качества: ораторские способности, соблюдение регламента, эмоциональность, умение ответить на вопросы, систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам программы;

- содержание выступления: логичность изложения материала, раскрытие темы, доступность изложения, эффективность применения средств ИКТ, способы и условия достижения результативности и эффективности для выполнения задач своей профессиональной или учебной деятельности, доказательность принимаемых решений, умение аргументировать свои заключения, выводы.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1 Основная литература:

1. Бочкарев В. В. Оптимизация химико-технологических процессов : Учебное пособие для вузов. - Москва: Юрайт, 2020. - 263 с. - Текст : электронный // ЭБС «ЮРАЙТ» [сайт]. - URL: <https://urait.ru/bcode/451320>
2. Денисов В.В., Денисова И.А., Дрововозова Т.И., Москаленко А.П. Основы природопользования и энергоресурсосбережения : учеб. пособие. - Москва, Санкт-Петербург, Краснодар: Лань, 2018. - 407 с.

6.2 Дополнительная литература:

1. Калюк, А. В. Модернизация системы управления ресурсосбережением на промышленных предприятиях : монография. - Весь срок охраны авторского права; Модернизация системы управления ресурсосбережением на промышленны. - Москва: ИД «Экономическая газета», ИТКОР, 2012. - 140 с. - Текст : электронный // IPR BOOKS [сайт]. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/8387.html>
2. Фаюстов, А. А. Утилизация промышленных отходов и ресурсосбережение. Основы, концепции, методы : монография. - 2024-08-12; Утилизация промышленных отходов и ресурсосбережение. Основы, концепции, методы. - Москва, Вологда: Инфра-Инженерия, 2019. - 272 с. - Текст : электронный // IPR BOOKS [сайт]. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/86662.html>
3. Руденко, Е. Ю. Современные проблемы экологии, энерго- и ресурсосбережения в биотехнологии : лабораторный практикум. - 2025-02-06; Современные проблемы экологии, энерго- и ресурсосбережения в биотехнологии. - Самара: Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2018. - 51 с. - Текст : электронный // IPR BOOKS [сайт]. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/90918.html>
4. Новоселов А. Л., Новоселова И. Ю., Потравный И. М., Мелехин Е. С. Экономика и управление природопользованием. Ресурсосбережение : Учебник и практикум для вузов. - пер. и доп; 2-е изд.. - Москва: Юрайт, 2020. - 390 с. - Текст : электронный // ЭБС «ЮРАЙТ» [сайт]. - URL: <https://urait.ru/bcode/450599>

6.3 Иные источники:

1. Интернет-энциклопедии - <http://www.rubicon.com/>

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Для проведения занятий по дисциплине необходимо следующее материально-техническое обеспечение: учебные аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, помещения для самостоятельной работы.

Учебные аудитории и помещения для самостоятельной работы укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещения для самостоятельной работы укомплектованы компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Для проведения занятий лекционного типа используются наборы демонстрационного оборудования, обеспечивающие тематические иллюстрации (проектор, ноутбук, экран/ интерактивная доска).

Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

Kaspersky Endpoint Security для бизнеса - Стандартный Russian Edition. 1500-2499 Node 1 year Educational Renewal Licence

Операционная система Microsoft Windows 10

Adobe Reader XI (11.0.08) - Russian Adobe Systems Incorporated 10.11.2014 187,00 MB 11.0.08

Microsoft Office Профессиональный плюс 2007

7-Zip 9.20

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

1. Университетская библиотека онлайн: электронно-библиотечная система. – URL: <https://biblioclub.ru>

2. Электронный каталог Фундаментальной библиотеки ТГУ. – URL: <http://biblio.tsutmb.ru/elektronnyij-katalog>

3. Научная электронная библиотека Российской академии естествознания. – URL: <https://www.monographies.ru>

Электронная информационно-образовательная среда

https://auth.tsutmb.ru/authorize?response_type=code&client_id=moodle&state=xyz

Взаимодействие преподавателя и студента в процессе обучения осуществляется посредством мультимедийных, гипертекстовых, сетевых, телекоммуникационных технологий, используемых в электронной информационно-образовательной среде университета.