



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «КГЭУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИТЭ

\_\_\_\_\_ С.О. Гапоненко

«27» февраля 2024 г.

### РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**Б1.В.06 Технология и оборудование в отраслях ТЭК**

*(Код и наименование дисциплины в соответствии с РУП)*

Направление  
подготовки

**16.03.01 Техническая физика**  
*(Код и наименование направления подготовки)*

Профиль

**Теплофизика**  
*(Наименование направленности (профиля) образовательной программы)*

Квалификация

**Бакалавр**

*(Бакалавр / Магистр)*

г. Казань, 2024

Программу разработал(и):

Наименование кафедры	Должность, уч. степень, уч. звание	ФИО разработчика
Автоматизация технологических процессов и производств	Зав. кафедрой, д.т.н., доцент	Дмитриев Андрей Владимирович
Автоматизация технологических процессов и производств	ассистент	Бадретдинова Гузель Рамилевна

Согласование	Наименование подразделения	Дата	№ протокола	Подпись
Одобрена	Автоматизация технологических процессов и производств	19.02.2024	11	_____ Зав. каф. АТПП, д.т.н., доцент Дмитриев А.В.
Согласована	Автоматизация технологических процессов и производств	19.02.2024	11	_____ Зав. каф. АТПП, д.т.н., доцент Дмитриев А.В.
Согласована	Учебно-методический совет института Теплоэнергетики	27.02.2024	5	_____ Директор ИТЭ, к.т.н., доцент Гапоненко С.О.
Одобрена	Ученый совет института	27.02.2024	6	_____ Директор ИТЭ, к.т.н., доцент Гапоненко С.О.

## 1. Цель, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

*(Цель и задачи освоения дисциплины, соответствующие цели ОП)*

Целью освоения дисциплины «Технология и оборудование в отраслях ТЭК» является изучение физических процессов и принципов действия различных видов теплообменного, выпарного, перегонного, сушильного, холодильного и другого тепломассообменного оборудования используемого в отраслях ТЭК современного промышленного предприятия, методов их расчёта и конструирования, характерных режимов и технико-экономических показателей их работы.

Задачами дисциплины являются:

- научить студентов методам теплового, конструктивного, поверочного, гидравлического, и прочностного расчетов и выбора тепломассообменного оборудования,
- научить студентов производить анализ процессов, протекающих при передаче теплоты и массы в аппаратах и выбирать наиболее эффективные режимы их работы.

Компетенции и индикаторы, формируемые у обучающихся:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора
ПК-3 Способность выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик материалов, приборов, схем и устройств физической электроники различного функционального назначения	ПК-3.1 Применяет физико-математический аппарат, необходимый для осуществления профессиональной деятельности
	ПК-3.2 Обладает первичными навыками применения экспериментальных и теоретических методов исследований и компьютерного моделирования для решения профессиональных задач
	ПК-3.3 Использует современные средства измерений, обработки и анализа результатов, а также вычислительные системы и наукоемкие компьютерные технологии для решения конкретных задач технической физики
	ПК-3.4 Знает экспериментальные методы исследования и технические возможности аппаратуры, используемой для решения конкретных задач технической физики

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

Предшествующие дисциплины (модули), практики, НИР, др. Экологические требования при разработке технологических процессов; Анализ результатов контроля теплофизических экспериментов.

Последующие дисциплины (модули), практики, НИР, др. Методы интенсификации теплообмена; Теплофизические процессы в теплоэнергетике; Расчет тепломассопереноса в элементах теплотехнического оборудования

## 3. Структура и содержание дисциплины

### 3.1. Структура дисциплины

## Для очной формы обучения

Вид учебной работы	Всего ЗЕ	Всего часов	Семестры	
			5	6
<b>ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ</b>	<b>6</b>	<b>216</b>	<b>108</b>	<b>108</b>
КОНТАКТНАЯ РАБОТА*	-	99	47	52
АУДИТОРНАЯ РАБОТА	2,1	76	40	36
Лекции	0,9	32	16	16
Практические (семинарские) занятия	1,2	44	24	20
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ	3,9	140	68	72
Проработка учебного материала	2,9	104	68	36
Подготовка к промежуточной аттестации	1	36	0	36
Промежуточная аттестация:			3	Э

### 3.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам и видам занятий

Разделы дисциплины	Всего часов	Распределение трудоемкости по видам учебной работы				Формы и вид контроля	Индексы индикаторов формируемых компетенций
		лекции	лаб. раб.	пр. зан.	сам. раб.		
Раздел 1	34	4		8	22	ТК1	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3, ПК-3.4
Раздел 2	34	4		8	22	ТК2	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3, ПК-3.4
Раздел 3	40	8		8	24	ТК3	
Зачет	0				0	<b>ОМ 1</b>	<b>ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3, ПК-3.4</b>
<b>Итого за 5 семестр</b>	<b>108</b>	<b>16</b>		<b>24</b>	<b>68</b>		
Раздел 4	20	4		4	12	ТК4	
Раздел 5	24	4		8	12	ТК5	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3, ПК-3.4
Раздел 6	28	8		8	12	ТК6	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3, ПК-3.4
Экзамен	36				36	<b>ОМ 2</b>	<b>ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3, ПК-3.4</b>
<b>Итого за 6 семестр</b>	<b>108</b>	<b>16</b>		<b>20</b>	<b>72</b>		
<b>ИТОГО</b>	<b>216</b>	<b>32</b>		<b>44</b>	<b>140</b>		

### 3.3. Содержание дисциплины

Раздел 1. Основные виды и классификация теплообменного оборудования ТЭК.

Тема 1.1. Регенеративные теплообменники: принцип работы и преимущества.

Тема 1.2. Кожухотрубные теплообменники: конструкция и применение.

Тема 1.3. Пластинчатые теплообменники: особенности и использование.

Тема 1.4. Спиральные теплообменники: принцип действия и области

применения.

Тема 1.5. Витые теплообменники: конструкция и преимущества.

Раздел 2. Виды и методы расчета теплообменного оборудования.

Тема 2.1. Основы теплового расчёта теплообменных аппаратов.

Тема 2.2. Уравнение теплопередачи. Уравнение теплового баланса.

Тема 2.3. Конструкторский расчёт. Проверочный расчёт.

Тема 2.4. Применение теплообменного оборудования в различных отраслях промышленности и системах теплоснабжения.

Раздел 3. Выпарные установки.

Тема 3.1. Основы процесса выпаривания. Типы выпарных установок. Конструкции выпарных аппаратов. Тепловой и материальный балансы выпарной установки.

Тема 3.2. Расчет и проектирование выпарных установок.

Тема 3.3. Эксплуатация и обслуживание выпарных установок.

Раздел 4. Сушильные установки.

Тема 4.1. Основы процесса сушки. Типы сушильных установок. Конструкции сушильных аппаратов. Тепловой и материальный балансы сушильной установки.

Тема 4.2. Расчёт и проектирование сушильных установок.

Тема 4.3. Эксплуатация и обслуживание сушильных установок.

Раздел 5. Перегонные и ректификационные установки.

Тема 5.1. Основы процесса перегонки и ректификации. Типы перегонных и ректификационных установок. Конструкции перегонных и ректификационных колонн. Принцип работы перегонных и ректификационных установок.

Тема 5.2. Процессы теплообмена и массообмена в ректификационных колоннах.

Раздел 6. Вспомогательное оборудование ТЭЖ.

Тема 6.1. Насосы и насосные станции. Компрессоры и компрессорные станции.

Тема 6.2. Оборудование для подготовки и очистки воды.

Тема 6.3. Оборудование для хранения и транспортировки топлива и продуктов переработки.

### **3.4. Тематический план практических занятий**

1. Расчет кожухотрубных теплообменных аппаратов.
2. Расчет пластинчатых теплообменных аппаратов.
3. Расчет спиральных теплообменных аппаратов.
4. Расчет витых теплообменных аппаратов.
5. Тепловой расчет теплообменных аппаратов.
6. Уравнение теплопередачи. Уравнение теплового баланса.
7. Конструкторский расчёт теплообменных аппаратов. Проверочный расчёт теплообменных аппаратов.
8. Расчет теплового и материального баланса выпарной установки.
9. Расчет и проектирование выпарных установок.

10. Расчет теплового и материального баланса сушильной установки.
11. Расчет и проектирование сушильных установок.
12. Расчет процессов теплообмена и массообмена в ректификационных колоннах.
13. Расчет насосов и насосных станций. Расчет компрессоров и компрессорных станций.
14. Расчет оборудования для подготовки и очистки воды.
15. Расчет оборудования для хранения и транспортировки топлива и продуктов переработки.

### 3.5. Тематический план лабораторных работ

Данный вид работы не предусмотрен учебным планом.

### 3.6. Курсовой проект /курсовая работа

Данный вид работы не предусмотрен учебным планом.

## 4. Оценивание результатов обучения

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

Шкала оценки результатов обучения по дисциплине:

Код компетенции	Код индикатора компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Уровень сформированности индикатора компетенции			
			Высокий	Средний	Ниже среднего	Низкий
			от 85 до 100	от 70 до 84	от 55 до 69	от 0 до 54
			Шкала оценивания			
			отлично	хорошо	удовлетворительно	неудовлетворительно
			зачтено		не зачтено	
ПК-3	ПК-3.1 Применяет физико-математический аппарат, необходимый для осуществления профессиональной деятельности	знать:				
		как применять физико-математический аппарат, необходимый для осуществления профессиональной деятельности	знает, как применять физико-математический аппарат, необходимый для осуществления профессиональной деятельности	знает, как применять физико-математический аппарат, необходимый для осуществления профессиональной деятельности, при ответе может допустить	плохо знает, как применять физико-математический аппарат, необходимый для осуществления профессиональной деятельности	уровень знаний ниже минимального требования, допускает грубые ошибки

				несколько негрубых ошибок		
		уметь:				
	применять физико-математический аппарат, необходимый для осуществления профессиональной деятельности	умеет применять физико-математический аппарат, необходимый для осуществления профессиональной деятельности	умеет применять физико-математический аппарат, необходимый для осуществления профессиональной деятельности, допускает при этом ряд небольших ошибок	в целом демонстрирует умение применять физико-математический аппарат, необходимый для осуществления профессиональной деятельности	не демонстрирует умение применять физико-математический аппарат, необходимый для осуществления профессиональной деятельности	
		владеть:				
	навыками применять физико-математический аппарат, необходимый для осуществления профессиональной деятельности	владеет навыками применять физико-математический аппарат, необходимый для осуществления профессиональной деятельности	продемонстрированы навыки применять физико-математический аппарат, необходимый для осуществления профессиональной деятельности	имеется минимальный набор навыков применять физико-математический аппарат, необходимый для осуществления профессиональной деятельности	не продемонстрированы базовые навыки, допущены грубые ошибки	
	ПК-3.2 Обладает первичными навыками применения экспериментальных и теоретических методов исследований и	знать:				
		как обладать первичными навыками применения экспериментальных и теоретических методов исследований и компьютерного	знает, как обладать первичными навыками применения экспериментальных и	знает, как обладать первичными навыками применения экспериментальных и	плохо знает, как обладать первичными навыками применения экспериментальных	уровень знаний ниже минимального требования, допускает грубые ошибки

компьютерного моделирования для решения профессиональных задач	моделирования для решения профессиональных задач	теоретических методов исследований и компьютерного моделирования для решения профессиональных задач	теоретических методов исследований и компьютерного моделирования для решения профессиональных задач, при ответе может допустить несколько негрубых ошибок	х и теоретических методов исследований и компьютерного моделирования для решения профессиональных задач	
	уметь:				
	обладать первичными навыками применения экспериментальных и теоретических методов исследований и компьютерного моделирования для решения профессиональных задач	умеет обладать первичными навыками применения экспериментальных и теоретических методов исследований и компьютерного моделирования для решения профессиональных задач	умеет обладать первичными навыками применения экспериментальных и теоретических методов исследований и компьютерного моделирования для решения профессиональных задач, допускает при этом ряд небольших ошибок	в целом демонстрирует умение обладать первичными навыками применения экспериментальных и теоретических методов исследований и компьютерного моделирования для решения профессиональных задач	не демонстрирует умение обладать первичными навыками применения экспериментальных и теоретических методов исследований и компьютерного моделирования для решения профессиональных задач
	владеть:				
навыками обладать первичными навыками применения экспериментал	владеет навыками обладать первичными навыками	продемонстрированы навыки обладать первичными	имеется минимальный набор навыков обладать	не продемонстрированы базовые навыки,	

		ьных и теоретических методов исследований и компьютерного моделирования для решения профессиональных задач	применения экспериментальных и теоретических методов исследований и компьютерного моделирования для решения профессиональных задач	навыками применения экспериментальных и теоретических методов исследований и компьютерного моделирования для решения профессиональных задач	первичными навыками применения экспериментальных и теоретических методов исследований и компьютерного моделирования для решения профессиональных задач	допущены грубые ошибки
		знать:				
ПК-3.3 Использует современные средства измерений, обработки и анализа результатов, а также вычислительные системы и наукоемкие компьютерные технологии для решения конкретных задач технической физики	как использовать современные средства измерений, обработки и анализа результатов, а также вычислительные системы и наукоемкие компьютерные технологии для решения конкретных задач технической физики	знает, как использовать современные средства измерений, обработки и анализа результатов, а также вычислительные системы и наукоемкие компьютерные технологии для решения конкретных задач технической физики	знает, как использовать современные средства измерений, обработки и анализа результатов, а также вычислительные системы и наукоемкие компьютерные технологии для решения конкретных задач технической физики	знает, как использовать современные средства измерений, обработки и анализа результатов, а также вычислительные системы и наукоемкие компьютерные технологии для решения конкретных задач технической физики	плохо знает, как использовать современные средства измерений, обработки и анализа результатов, а также вычислительные системы и наукоемкие компьютерные технологии для решения конкретных задач технической физики	уровень знаний ниже минимального требования, допускает грубые ошибки

			несколько негрубых ошибок		
		уметь:			
	использовать современные средства измерений, обработки и анализа результатов, а также вычислительные системы и наукоемкие компьютерные технологии для решения конкретных задач технической физики	умеет использовать современные средства измерений, обработки и анализа результатов, а также вычислительные системы и наукоемкие компьютерные технологии для решения конкретных задач технической физики	умеет использовать современные средства измерений, обработки и анализа результатов, а также вычислительные системы и наукоемкие компьютерные технологии для решения конкретных задач технической физики, допускает при этом ряд небольших ошибок	в целом демонстрирует умение использовать современные средства измерений, обработки и анализа результатов, а также вычислительные системы и наукоемкие компьютерные технологии для решения конкретных задач технической физики	не демонстрирует умение использовать современные средства измерений, обработки и анализа результатов, а также вычислительные системы и наукоемкие компьютерные технологии для решения конкретных задач технической физики
		владеть:			
	навыками использовать современные средства измерений, обработки и анализа результатов, а также вычислительные системы и наукоемкие компьютерные технологии для решения конкретных	владеет навыками использовать современные средства измерений, обработки и анализа результатов, а также вычислит	продемонстрированы навыки использовать современные средства измерений, обработки и анализа результатов, а также	имеется минимальный набор навыков использовать современные средства измерений, обработки и анализа результатов	не продемонстрированы базовые навыки, допущены грубые ошибки

		задач технической физики	ельные системы и наукоемк ие компьюте рные технологи и для решения конкретн ых задач техническ ой физики	вычислит ельные системы и наукоемк ие компьюте рные технологи и для решения конкретн ых задач техническ ой физики	ов, а также вычислит ельные системы и наукоемк ие компьюте рные технологи и для решения конкретн ых задач техническ ой физики	
ПК-3.4 Знает эксперимент альные методы исследовани я и технические возможност и аппаратуры, используемо й для решения конкретных задач технической физики	знать:					
	экспериментал ьные методы исследования и технические возможности аппаратуры, используемой для решения конкретных задач технической физики	знает эксперим ентальны е методы исследова ния и техническ ие возможно сти аппаратур ы, используе мой для решения конкретн ых задач техническ ой физики	знает эксперим ентальны е методы исследова ния и техническ ие возможно сти аппаратур ы, используе мой для решения конкретн ых задач техническ ой физики, при ответе может допустить несколько негрубых ошибок	плохо знает эксперим ентальны е методы исследова ния и техническ ие возможно сти аппаратур ы, используе мой для решения конкретн ых задач техническ ой физики	уровень знаний ниже минимал ьного требован ия, допускае т грубые ошибки	
	уметь:					
демонстрирова ть знание экспериментал ьных методов исследования и технические возможности аппаратуры, используемой	умеет демонстр ировать знание эксперим ентальны х методов исследова ния и	умеет демонстр ировать знание эксперим ентальны х методов исследова ния и	в целом демонстр ирует знание эксперим ентальны х методов исследова ния и	демонстр ировать знание эксперим ентальны х методов исследов ания и		

		для решения конкретных задач технической физики	техническое возможно сти аппаратуры, используемой для решения конкретных задач технической физики	техническое возможно сти аппаратуры, используемой для решения конкретных задач технической физики, допускает при этом ряд небольших ошибок	техническое возможно сти аппаратуры, используемой для решения конкретных задач технической физики	технические возможности аппаратуры, используемой для решения конкретных задач технической физики
		владеть:				
		навыками знать экспериментальные методы исследования и технические возможности аппаратуры, используемой для решения конкретных задач технической физики	владеет навыками знать экспериментальные методы исследования и технические возможности аппаратуры, используемой для решения конкретных задач технической физики	продемонстрированы навыки знать экспериментальные методы исследования и технические возможности аппаратуры, используемой для решения конкретных задач технической физики	имеется минимальный набор навыков знать экспериментальные методы исследования и технические возможности аппаратуры, используемой для решения конкретных задач технической физики	не продемонстрированы базовые навыки, допущены грубые ошибки

Оценочные материалы для проведения текущего контроля 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 разработчика.

## **5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **5.1. Учебно-методическое обеспечение**

#### **5.1.1. Основная литература**

1. Теплоэнергетика и теплотехника : справочник : в 4 книгах / под общ. ред. А. В. Клименко, В. М. Зорина. - М. : Издательский дом МЭИ, 2017. - Кн. 4 : Промышленная теплоэнергетика и теплотехника. - 2017. - 632 с. - URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383011713.html>. - ISBN 978-5-383-01171-3/ - Текст : электронный.

2. Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях : учебник / О. Л. Данилов [и др.] ; под ред. А. В. Клименко. - Москва : Издательский дом МЭИ, 2017. - 424 с. - URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383010952.html>. - ISBN 978-5-383-01095-2. - Текст : электронный.

3. Промышленные теплоэнергетические установки и системы : учебное пособие / Б. В. Сазанов, В. И. Ситас. - Москва : Издательский дом МЭИ, 2019. - 275 с. - URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383012468.html>. - ISBN 978-5-383-01246-8. - Текст : электронный.

#### **5.1.2. Дополнительная литература**

Теплообменные аппараты ТЭС : справочник : в 2 кн. / под общ. ред.: Ю. Г. Назмеева, В. Н. Шлянникова. - М. : Издательский дом МЭИ, 2017. - Кн. 2 / Ю. А. Кирсанов [и др.]. - 2017. - 434 с. - URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383011416.html>. - ISBN 978-5-383-01141-6 - Текст : электронный.

2. Справочник по теплообменным аппаратам паротурбинных установок : справочное издание / Ю. М. Бродов [и др.] ; под общ. ред. Ю. М. Бродова. - Москва : Издательский дом МЭИ, 2017. - 480 с. - URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383011119.html>. - ISBN 978-5-383-01111-9. - Текст : электронный.

3. Цанев, С. В. Газотурбинные и парогазовые установки тепловых электростанций : учебное пособие для вузов / С. В. Цанев, В. Д. Буров, А. Н. Ремезов; под ред. С. В. Цанева. - 3-е изд., стереот. - Москва : МЭИ, 2020. - ISBN 978-5-383-01424-0. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383014240.html>

### **5.2. Информационное обеспечение**

#### **5.2.1. Электронные и интернет-ресурсы**

1. Электронно-библиотечная система «Лань» <https://e.lanbook.com/>
2. Электронно-библиотечная система «ibooks.ru» <https://ibooks.ru/>
3. Электронно-библиотечная система «book.ru» <https://www.book.ru/>
4. Энциклопедии, словари, справочники <http://www.rubricon.com>

5. Портал "Открытое образование" <http://npoed.ru>
6. Единое окно доступа к образовательным ресурсам <http://window.edu.ru>
7. Сайт фирмы ANSYS с описанием пакета Fluent <http://www.fluent.com>
8. Сайт по пакетам CFD пакетам <http://www.cfd-online.com>
9. Математический образовательный сайт <http://www.exponenta.ru>
10. Электронная база научной литературы <http://www.sciencedirect.com>

#### 5.2.2. Профессиональные базы данных / Информационно-справочные системы

1. Официальный сайт Министерства энергетики Российской Федерации <https://minenergo.gov.ru/opendata>
2. Российская национальная библиотека <http://nlr.ru/>
3. Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации <http://www.mnr.gov.ru/>
4. Научная электронная библиотека <http://elibrary.ru>
5. Российская государственная библиотека <http://www.rsl.ru>
6. Международная реферативная база данных научных изданий zbMATH <http://www.zbmath.org>
7. Международная реферативная база данных научных изданий Springerlink <http://link.springer.com>
8. Образовательный портал <http://www.ucheba.com>

#### 5.2.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение дисциплины

1. ANSYS 13
2. Компас-3D V13
3. Scilab
4. КомпасFlow v18
5. Windows 7
6. Компас-3D V18 Проектирование и конструирование в машиностроении
7. ANSYS Academic Research Mechanical and CFD (1task)

### 6. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Наименование вида учебной работы	Наименование учебной аудитории, специализированной лаборатории	Перечень необходимого оборудования и технических средств обучения
Лекции	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа	Специализированная учебная мебель, технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран), демонстрационное оборудование, учебно-

		наглядные пособия
Практические занятия	Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Специализированная учебная мебель, технические средства обучения (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран) и др.
Самостоятельная работа	Компьютерный класс с выходом в Интернет В-600а	Специализированная учебная мебель на 30 посадочных мест, 30 компьютеров, технические средства обучения (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран), видекамеры, программное обеспечение
	Читальный зал библиотеки	Специализированная мебель, компьютерная техника с возможностью выхода в Интернет и обеспечением доступа в ЭИОС, экран, мультимедийный проектор, программное обеспечение

## 7. 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://www//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.

## **8. 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 психологических барьеров по отношению к людям с ограниченными возможностями;

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

*Культурно-просветительское воспитание:*

- формирование эстетической картины мира;

- формирование уважения к культурным ценностям родного города, края, страны;

- 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.

**Вносимые изменения и утверждения на новый учебный год**

№ п/п	№ раздела внесения изменений	Дата внесения изменений	Содержание изменений	«Согласовано» Зав. каф. реализующей дисциплину	«Согласовано» председатель УМК института (факультета), в состав которого входит выпускающая
1	2	3	4	5	6
1					
2					
3					

*Приложение к рабочей  
программе дисциплины*



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «КГУ»)**

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ  
по дисциплине**

**Б1.В.06 Технология и оборудование в отраслях ТЭК**

*(Наименование дисциплины в соответствии с учебным планом)*

---

г. Казань, 2024

Оценочные материалы по дисциплине Технология и оборудование в отраслях ТЭК, предназначены для оценивания результатов обучения на соответствие индикаторам достижения компетенций.

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

### 1. Технологическая карта

#### Семестр 5

Наименование раздела	Формы и вид контроля	Рейтинговые показатели							
		I текущий контроль	Дополнительные баллы к ТК1	II текущий контроль	Дополнительные баллы к ТК2	III текущий контроль	Дополнительные баллы к ТК3	Итого	Промежуточная аттестация
<b>Раздел 1. « Основные виды и классификация теплообменного оборудования ТЭК»</b>	<b>ТК1</b>	<b>15</b>	<b>0-15</b>					<b>15-30</b>	<b>15-30</b>
Реферат		15							
<b>Раздел 2. « Виды и методы расчета теплообменного оборудования»</b>	<b>ТК2</b>			<b>15</b>	<b>0-15</b>			<b>15-30</b>	<b>15-30</b>
Реферат				15					
<b>Раздел 3. « Выпарные установки»</b>	<b>ТК3</b>					<b>25</b>	<b>0-15</b>	<b>25-40</b>	<b>25-40</b>
Реферат						25			
<b>Промежуточная аттестация (зачет)</b>	<b>ОМ</b>								<b>0-45</b>
Тест									0-45

#### Семестр 6

Наименование раздела	Формы и вид контроля	Рейтинговые показатели							
		I текущий контроль	Дополнительные баллы к ТК1	II текущий контроль	Дополнительные баллы к ТК2	III текущий контроль	Дополнительные баллы к ТК3	Итого	Промежуточная аттестация
<b>Раздел 4. « Сушильные установки»</b>	<b>ТК4</b>	<b>15</b>	<b>0-15</b>					<b>15-30</b>	<b>15-30</b>
Реферат		15							

<b>Раздел 5. «Перегонные и ректификационные установки»</b>	<b>ТК5</b>			<b>15</b>	<b>0-15</b>			<b>15-30</b>	<b>15-30</b>
Реферат				15					
<b>Раздел 6. «Вспомогательное оборудование ТЭК»</b>	<b>ТК6</b>					<b>25</b>	<b>0-15</b>	<b>25-40</b>	<b>25-40</b>
Реферат						25			
<b>Промежуточная аттестация (экзамен)</b>	<b>ОМ</b>								<b>0-45</b>
В письменной форме по билетам									0-45

## 2. Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации

Шкала оценки результатов обучения по дисциплине:

Код компетенции	Код индикатора компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Уровень сформированности индикатора компетенции			
			Высокий	Средний	Ниже среднего	Низкий
			от 85 до 100	от 70 до 84	от 55 до 69	от 0 до 54
			Шкала оценивания			
			отлично	хорошо	удовлетворительно	неудовлетворительно
			зачтено		не зачтено	
ПК-3	ПК-3.1 Применяет физико-математический аппарат, необходимый для осуществления профессиональной деятельности	знать:				
		как применять физико-математический аппарат, необходимый для осуществления профессиональной деятельности	знает, как применять физико-математический аппарат, необходимый для осуществления профессиональной деятельности	знает, как применять физико-математический аппарат, необходимый для осуществления профессиональной деятельности, при ответе может допустить несколько негрубых ошибок	плохо знает, как применять физико-математический аппарат, необходимый для осуществления профессиональной деятельности	уровень знаний ниже минимального требования, допускает грубые ошибки
		уметь:				
		применять физико-математический аппарат, необходимый	умеет применять физико-математический	умеет применять физико-математический	в целом демонстрирует умение применять	не демонстрирует умение применять

		для осуществления профессиональной деятельности	аппарат, необходимый для осуществления профессиональной деятельности	аппарат, необходимый для осуществления профессиональной деятельности, допускает при этом ряд небольших ошибок	ь физико-математический аппарат, необходимый для осуществления профессиональной деятельности	ь физико-математический аппарат, необходимый для осуществления профессиональной деятельности
		владеть:				
		навыками применять физико-математический аппарат, необходимый для осуществления профессиональной деятельности	владеет навыками применять физико-математический аппарат, необходимый для осуществления профессиональной деятельности	продемонстрированы навыки применять физико-математический аппарат, необходимый для осуществления профессиональной деятельности	имеется минимальный набор навыков применять физико-математический аппарат, необходимый для осуществления профессиональной деятельности	не продемонстрированы базовые навыки, допущены грубые ошибки
		знать:				
	ПК-3.2 Обладает первичными навыками применения экспериментальных и теоретических методов исследований и компьютерного моделирования для решения профессиональных задач	как обладать первичными навыками применения экспериментальных и теоретических методов исследований и компьютерного моделирования для решения профессиональных задач	знает, как обладать первичными навыками применения экспериментальных и теоретических методов исследований и компьютерного моделирования для	знает, как обладать первичными навыками применения экспериментальных и теоретических методов исследований и компьютерного моделирования для	плохо знает, как обладать первичными навыками применения экспериментальных и теоретических методов исследований и компьютерного моделирования	уровень знаний ниже минимального требования, допускает грубые ошибки

		решения профессиональных задач	решения профессиональных задач, при ответе может допустить несколько негрубых ошибок	вания для решения профессиональных задач	
		уметь:			
	обладать первичными навыками применения экспериментальных и теоретических методов исследований и компьютерного моделирования для решения профессиональных задач	умеет обладать первичными навыками применения экспериментальных и теоретических методов исследований и компьютерного моделирования для решения профессиональных задач	умеет обладать первичными навыками применения экспериментальных и теоретических методов исследований и компьютерного моделирования для решения профессиональных задач, допускает при этом ряд небольших ошибок	в целом демонстрирует умение обладать первичными навыками применения экспериментальных и теоретических методов исследований и компьютерного моделирования для решения профессиональных задач	не демонстрирует умение обладать первичными навыками применения экспериментальных и теоретических методов исследований и компьютерного моделирования для решения профессиональных задач
		владеть:			
	навыками обладать первичными навыками применения экспериментальных и теоретических методов исследований и компьютерного моделирования для решения профессиональных задач	владеет навыками обладать первичными навыками применения экспериментальных и теоретических методов исследования	продемонстрированы навыки обладать первичными навыками применения экспериментальных и теоретических методов	имеется минимальный набор навыков обладать первичными навыками применения экспериментальных и теоретических	не продемонстрированы базовые навыки, допущены грубые ошибки

			ний и компьютерного моделирования для решения профессиональных задач	исследовательский и компьютерный моделирование для решения профессиональных задач	ских методов исследований и компьютерного моделирования для решения профессиональных задач	
ПК-3.3 Использует современные средства измерений, обработки и анализа результатов, а также вычислительные системы и наукоемкие компьютерные технологии для решения конкретных задач технической физики	знать:					
	как использовать современные средства измерений, обработки и анализа результатов, а также вычислительные системы и наукоемкие компьютерные технологии для решения конкретных задач технической физики	знает, как использовать современные средства измерений, обработки и анализа результатов, а также вычислительные системы и наукоемкие компьютерные технологии для решения конкретных задач технической физики	знает, как использовать современные средства измерений, обработки и анализа результатов, а также вычислительные системы и наукоемкие компьютерные технологии для решения конкретных задач технической физики	знает, как использовать современные средства измерений, обработки и анализа результатов, а также вычислительные системы и наукоемкие компьютерные технологии для решения конкретных задач технической физики, при ответе может допустить несколько негрубых ошибок	плохо знает, как использовать современные средства измерений, обработки и анализа результатов, а также вычислительные системы и наукоемкие компьютерные технологии для решения конкретных задач технической физики	уровень знаний ниже минимального требования, допускает грубые ошибки
	уметь:					
	использовать современные средства измерений, обработки и	умеет использовать современные	умеет использовать современные	в целом демонстрирует умение использовать	не демонстрирует умение использо	

		<p>анализа результатов, а также вычислительные системы и наукоемкие компьютерные технологии для решения конкретных задач технической физики</p>	<p>средства измерения, обработки и анализа результатов, а также вычислительные системы и компьютерные технологии для решения конкретных задач технической физики</p>	<p>средства измерения, обработки и анализа результатов, а также вычислительные системы и компьютерные технологии для решения конкретных задач технической физики, допускает при этом ряд небольших ошибок</p>	<p>актуальные современные средства измерения, обработки и анализа результатов, а также вычислительные системы и наукоемкие компьютерные технологии для решения конкретных задач технической физики</p>	<p>актуальные современные средства измерения, обработки и анализа результатов, а также вычислительные системы и наукоемкие компьютерные технологии для решения конкретных задач технической физики</p>
		<p>владеть:</p>				
		<p>навыками использовать современные средства измерений, обработки и анализа результатов, а также вычислительные системы и наукоемкие компьютерные технологии для решения конкретных задач технической физики</p>	<p>владеет навыками использовать современные средства измерения, обработки и анализа результатов, а также вычислительные системы и компьютерные технологии для решения</p>	<p>продемонстрированы навыки использования современных средств измерения, обработки и анализа результатов, а также вычислительные системы и компьютерные технологии для</p>	<p>имеется минимальный набор навыков использования современных средств измерения, обработки и анализа результатов, а также вычислительные системы и компьютерные</p>	<p>не продемонстрированы базовые навыки, допущены грубые ошибки</p>

			конкретных задач технической физики	решения конкретных задач технической физики	технологии для решения конкретных задач технической физики	
ПК-3.4 Знает экспериментальные методы исследования и технические возможности аппаратуры, используемой для решения конкретных задач технической физики	знать:					
	экспериментальные методы исследования и технические возможности аппаратуры, используемой для решения конкретных задач технической физики	знает экспериментальные методы исследования и технические возможности аппаратуры, используемой для решения конкретных задач технической физики	знает экспериментальные методы исследования и технические возможности аппаратуры, используемой для решения конкретных задач технической физики, при ответе может допустить несколько негрубых ошибок	плохо знает экспериментальные методы исследования и технические возможности аппаратуры, используемой для решения конкретных задач технической физики		уровень знаний ниже минимального требования, допускает грубые ошибки
	уметь:					
	демонстрировать знание экспериментальных методов исследования и технические возможности аппаратуры, используемой для решения конкретных задач технической физики	умеет демонстрировать знание экспериментальных методов исследования и технические возможности аппаратуры, используемой для решения	умеет демонстрировать знание экспериментальных методов исследования и технические возможности аппаратуры, используемой для решения	в целом демонстрирует знание экспериментальных методов исследования и технические возможности аппаратуры, используемой для решения	демонстрировать знание экспериментальных методов исследования и технические возможности аппаратуры, используемой для решения	

			конкретных задач технической физики	конкретных задач технической физики, допускает при этом ряд небольших ошибок	конкретных задач технической физики	конкретных задач технической физики
		владеть:				
		навыками знать экспериментальные методы исследования и технические возможности аппаратуры, используемой для решения конкретных задач технической физики	владеет навыками знать экспериментальные методы исследования и технические возможности аппаратуры, используемой для решения конкретных задач технической физики	продемонстрированы навыки знать экспериментальные методы исследования и технические возможности аппаратуры, используемой для решения конкретных задач технической физики	имеется минимальный набор навыков знать экспериментальные методы исследования и технические возможности аппаратуры, используемой для решения конкретных задач технической физики	не продемонстрированы базовые навыки, допущены грубые ошибки

Оценка **«отлично»** выставляется за выполнение *расчетных работ в семестре; тестовых заданий; глубокое понимание технологических методов расчета норм расхода материалов, полные и содержательные ответы на вопросы билета (теоретическое и практическое задание);*

Оценка **«хорошо»** выставляется за выполнение *расчетных работ в семестре; тестовых заданий; понимание технологических методов расчета норм расхода материалов, ответы на вопросы билета (теоретическое или практическое задание);*

Оценка **«удовлетворительно»** выставляется за выполнение *расчетных работ в семестре и тестовых заданий;*

Оценка **«неудовлетворительно»** выставляется за слабое и неполное выполнение *расчетных работ в семестре и тестовых заданий.*

### 3. 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	Описание оценочного средства
Реферат (Рфр)	Продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой краткое изложение в письменном виде полученных результатов теоретического анализа определенной научной (учебно-исследовательской) темы	Темы рефератов
Тест (Тест)	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося	Комплект тестовых заданий

#### **4. Перечень контрольных заданий или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения дисциплины**

*Пример задания*

**Для текущего контроля ТК1:**

Проверяемая компетенция: ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3, ПК-3.4

Реферат:

1. Основные виды и классификация теплообменного оборудования промышленных предприятий

2. Теплоносители, их свойства и характеристики, ориентировочные значения коэффициентов теплоотдачи, рабочие температуры и давления.

3. Рекуперативные теплообменные аппараты, их классификация, назначение и области применения. Основные конструкции рекуперативных теплообменных аппаратов: кожухотрубные.

4. Основные конструкции рекуперативных теплообменных аппаратов: секционные теплообменники, теплообменники с оребренными трубами.

5. Основные конструкции рекуперативных теплообменных аппаратов: пластинчатые теплообменники, их виды, змеевиковые и спиральные теплообменники.

6. Регенеративные теплообменные аппараты, область их применения, конструкции и принцип действия.

7. Преимущества и недостатки регенеративных теплообменников по сравнению с рекуперативными. Теплообменники с неподвижной и подвижной насадками.

8. Виды применяемых насадок. Изменение температур в насадке регенеративного теплообменника. Коэффициент аккумуляции насадки.

9. Тепловой расчет регенеративных теплообменников. Виды теплообмена в регенераторе.

10. Расчет коэффициента теплопередачи в регенераторе. Температурный

гистерезис.

*Пример задания*

**Для текущего контроля ТК2:**

Проверяемая компетенция: ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3, ПК-3.4

Реферат:

1. Виды расчета теплообменников: тепловой конструктивный, поверочный, гидравлический.
2. Виды расчета теплообменников: гидравлический, прочностной, технико-экономический.
3. Классификация методов расчета теплообменных аппаратов. Основные инженерные методы расчета теплообменных аппаратов.
4. Методы расчета теплообменных аппаратов II группы. Решение полной системы уравнений переноса.
5. Методы расчета теплообменных аппаратов II группы. Метод расчета, основанный на решении одномерных уравнений переноса.
6. Методы расчета теплообменных аппаратов I группы. Метод среднелогарифмического температурного напора ( $K - \Delta t_{\log}$ ).
7. Методы расчета теплообменных аппаратов I группы. Метод «эффективности и числа единиц переноса» ( $E - N$ ).
8. Методы расчета теплообменных аппаратов II группы. Метод расчета, основанный на решении системы уравнений пограничного слоя.
9. Теплообменные аппараты с оребрением поверхности. Технологии оребрения. Характеристики ребер.
10. Методы интенсификации теплообмена в рекуперативных теплообменниках.
11. Рекуперативные теплообменники периодического действия и их расчет.
12. Тепловые трубы. Теплообменные аппараты на тепловых трубах.

*Пример задания*

**Для текущего контроля ТК3:**

Проверяемая компетенция: ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3, ПК-3.4

Реферат:

1. Типы выпарных установок и их применение в промышленности.
2. Принципы работы выпарных установок и основные элементы конструкции.
3. Теплообмен в выпарных установках и его влияние на процесс выпаривания.
4. Контроль и автоматизация выпарных установок для повышения эффективности производства.
5. Экологические аспекты и безопасность эксплуатации выпарных установок.

6. Экономическая эффективность использования выпарных установок.
7. Инновационные технологии в области выпарных установок.
8. Применение математических моделей и методов оптимизации для управления выпарными установками.
9. Влияние качества исходного сырья на работу выпарных установок.
10. Обзор современных материалов и оборудования для выпарных установок.

*Пример задания*

**Для текущего контроля ТК4:**

Проверяемая компетенция: ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3, ПК-3.4

Реферат:

1. Методы и средства сушки высоковлажного сырья: анализ работ отечественных и зарубежных учёных.
2. Геометрические параметры и конструктивные особенности сушильных установок цилиндрического типа.
3. Влияние теплообмена на процесс сушки высоковлажного сырья.
4. Использование гибких плёночных электронагревателей в сушильных установках.
5. Определение энергетических и качественных показателей процесса сушки высоковлажного сырья.
6. Исследование влияния геометрических форм сушильных установок на эффективность процесса сушки.
7. Применение инфракрасных технологий в процессе сушки высоковлажного сырья.
8. Оптимизация режимов работы сушильных установок для различных видов высоковлажного сырья.
9. Анализ экологических аспектов и безопасности эксплуатации сушильных установок.
10. Современные тенденции развития и инновации в области сушильных установок для высоковлажного сырья.

*Пример задания*

**Для текущего контроля ТК5:**

Проверяемая компетенция: ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3, ПК-3.4

Реферат:

1. Основы перегонки и ректификации: принципы и методы разделения гомогенных жидких смесей.
2. Равновесие в системе пар–жидкость: законы Рауля и Генри и их применение в перегонке и ректификации.
3. Простая фракционная перегонка: процесс разделения смесей с разными температурами кипения.
4. Другие виды перегонки: азеотропная, экстрактивная и молекулярная

дистилляция.

5. Материальный баланс простой перегонки: расчёт выхода продуктов и потерь.

6. Установка непрерывной ректификации бинарной смеси: принцип работы и применение.

7. Материальный баланс ректификационной установки: определение количества и качества продуктов разделения.

8. Уравнения рабочих линий ректификационной колонны: взаимосвязь между потоками пара и жидкости.

9. Основы тепловых расчётов ректификационной установки: определение тепловых нагрузок и мощности оборудования.

10. Расчёт минимального флегмового числа и технико-экономическое обоснование оптимального числа тарелок в ректификационной колонне.

### *Пример задания*

#### **Для текущего контроля ТК6:**

Проверяемая компетенция: ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3, ПК-3.4

#### Реферат:

1. Виды вспомогательного оборудования ТЭК и их роль в производстве.
2. Насосы и компрессоры: принципы работы и применение в ТЭК.
3. Оборудование для очистки и подготовки воды: фильтры, умягчители и обезжелезиватели.
4. Трубопроводная арматура и её функции в ТЭК.
5. Оборудование для хранения и транспортировки топлива и продуктов переработки.
6. Системы автоматизации и контроля в ТЭК: датчики, контроллеры и программное обеспечение.
7. Полые, насадочные, пенные скрубберы. Смесительные теплообменники со взвешенным слоем насадки. Скрубберы Вентури.
8. Процессы обработки воздуха в противоточных скрубберах.
9. Системы оборотного водоснабжения промышленных предприятий. Вентиляторные, башенные, атмосферные и радиаторные градирни. Их конструкции и сравнение.
10. Деаэраторы, их назначение, виды, конструкции, принципы действия, основы расчета.

#### **Для промежуточной аттестации (зачет):**

### *Пример задания*

#### Тест

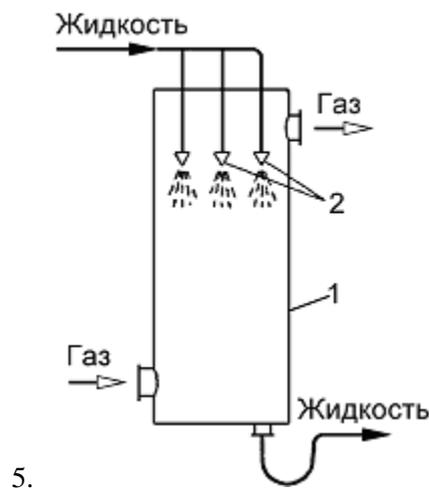
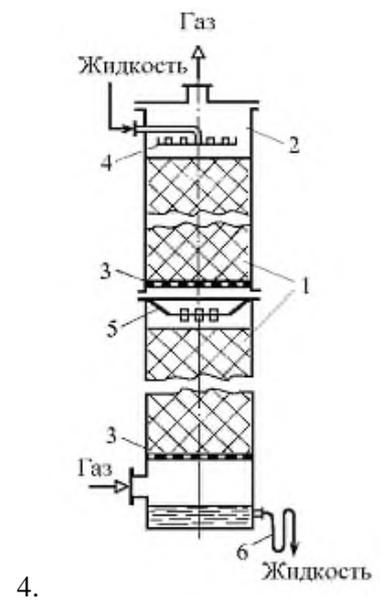
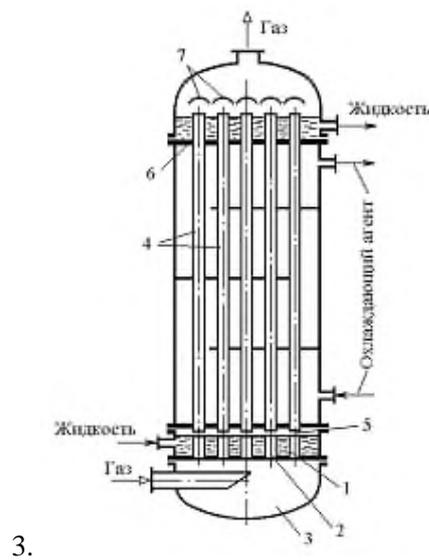
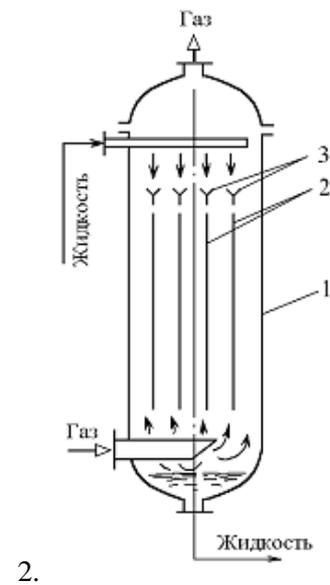
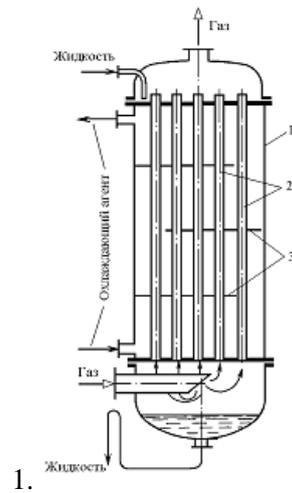
<i>Вопрос</i>	<i>Варианты ответа</i>
<i>Коэффициентом избытка флегмы называется?</i>	<i>- произведение флегмового и максимального чисел</i>
	<i>- отношение флегмового и максимального чисел</i>
	<i>- отношение флегмового и минимального чисел</i>
	<i>- сумма флегмового и максимального чисел</i>

Замкнутая циркуляция сушильного агента происходит в...?	- сушилке без воздухообмена
	- сушилке с воздухообменом
	- во всех сушилках
Сушилки с подогревом сушильного агента в газовых рекуперативных подогревателях применяются для подачи в рабочую зону сушильной камеры чистого воздуха с температурой...?	- 200 ÷ 350°C
	- 120 ÷ 200°C
	- 300 ÷ 450°C
	- 600°C
Направление движения высушиваемого продукта в сушилках с перекрестным током...	- совпадает с направлением движения сушильного агента
	- противоположно направлению движения сушильного агента
	- перпендикулярно направлению движения сушильного агента
Дросселированием называется...?	- повышение давления газа или пара
	- равномерное давление газа или пара
	- понижение давления газа или пара
По способу подвода тепла сушильные установки делятся на	- атмосферные и вакуумные сушилки
	- конвективные и инфракрасные сушилки
	- воздушные сушилки и сушилки на топочных газах
В качестве критерия оптимизации выбираются годовые приведенные затраты	- среднему значению которых находят оптимальные условия работы теплообменного аппарата
	- по минимальному значению которых находят оптимальные условия работы теплообменного аппарата
	- по максимальному значению которых находят оптимальные условия работы теплообменного аппарата
В сушилках с паровым обогревом нагрев сушильного агента происходит до:	- 60 ÷ 245°C
	- 60 ÷ 145°C
	- 60 ÷ 200°C
Регенеративным называют теплообменник, у которого	- одна и та же поверхность поочередно омывается то горячим, то холодным теплоносителем
	- передача теплоты от одного теплоносителя к другому осуществляется через разделяющую их твердую стенку
	- передача теплоты от одного теплоносителя к другому осуществляется через разделяющую их жидкость
По сравнению с обычными циркуляционными трубами, термосифоны имеют следующее преимущество:	- за счёт повышения площади нагрева, возрастает общее парообразование котла
	- повышение влажности пара в 2÷2,5 раза
	- снижение температуры горячих газов в топке
Нормативный коэффициент эффективности капитальных затрат характеризует	- часть затрат, которая подлежит ежегодной компенсации за счет экономии эксплуатационных затрат
	- часть затрат, которая подлежит ежедневной компенсации за счет экономии эксплуатационных затрат
	- часть затрат, которая подлежит ежемесячной компенсации за счет экономии эксплуатационных затрат
По количеству степеней сжатия компрессоры паровой холодильной машины подразделяют на	- одноступенчатые для одноступенчатых паровых машин
	- одноступенчатые для многоступенчатых паровых машин
	- многоступенчатые для одноступенчатых паровых машин
Как изменяется температура кипения для азеотропной смеси?	- становится больше температуры кипения низкокипящего компонента
	- может быть, как меньше, так и больше температуры кипения низкокипящего компонента
	- становится меньше температуры кипения низкокипящего компонента

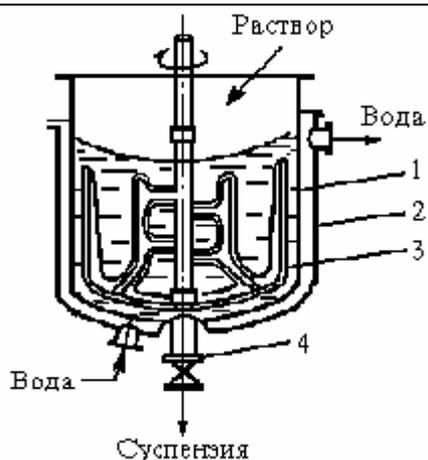
Как изменяется гидравлическое сопротивление при орошении насадочной колонны жидкостью?	- не изменяется
	- увеличивается с ростом плотности потока газа (пара) и плотности орошения и достигает максимума при режиме «захлебывания»
Процесс, происходящий без подвода и отвода тепла, называется	- адиабатическим
	- дросселированием
В колоннах непрерывного действия куб служит для испарения части стекающей вниз жидкости, являясь	- конденсатором
	- дефлегматором
	- кипятильником
Коэффициентом оребрения трубы называется отношение:	- площади оребренной поверхности трубы к площади гладкой поверхности
	- площади гладкой поверхности трубы к площади оребренной поверхности
	- площади оребренной поверхности трубы к общему объему, занятому трубами
Если в теплообменном аппарате два теплоносителя текут параллельно друг другу во взаимно противоположных направлениях, то такая схема движения называется:	- противотоком
	- прямотоком
	- перекрестным током
К смешительным теплообменным аппаратам относятся:	- деаэраторы
	- пластинчатые теплообменники
	- подогреватели низкого давления
	- воздухоподогреватели доменных печей
Теплообменные аппараты, в которых две жидкости с различными температурами текут в пространстве, разделенном твердой стенкой, называются:	- рекуперативными
	- регенеративными
	- смешительными
Тепловой конструктивный расчет состоит:	- в совместном решении уравнений тепловых балансов, определяющих теплопроизводительность аппарата и уравнений теплопередачи
	- в совместном решении тепловых балансов, определяющих теплопроизводительность аппарата
	- в совместном решении уравнений теплопередачи
	- в решении уравнений тепловых балансов отдельных элементов аппарата
	- в совместном решении уравнений теплопередачи отдельных элементов аппарата
Тепловой поверочный расчет	- для установления основных соотношений между площадью теплообмена, проходными сечениями каналов для теплоносителей, числа ходов, габаритных размеров
	- при известных расходах, начальных температурах, площади поверхности аппарата определяет конечные температуры теплоносителя или тепловую мощность аппарата
	- определение гидравлических сопротивлений проходных каналов теплообменника и затрат мощности на перемещение теплоносителей и технологических сред
	- проверка деталей аппаратов, соединений на прочность,

	<p><i>плотность, жесткость</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- в совместном решении уравнений тепловых балансов, определяющих теплопроизводительность аппарата и уравнений теплопередачи</li> </ul>
<i>Компоновочный расчет:</i>	- для установления основных соотношений между площадью теплообмена, проходными сечениями каналов для теплоносителей, числа ходов, габаритных размеров
	- при известных расходах, начальных температурах, площади поверхности аппарата определяет конечные температуры теплоносителя или тепловую мощность аппарата
	- определение гидравлических сопротивлений проходных каналов теплообменника и затрат мощности на перемещение теплоносителей и технологических сред
	- проверка деталей аппаратов, соединений на прочность, плотность, жесткость
	- в совместном решении уравнений тепловых балансов, определяющих теплопроизводительность аппарата и уравнений теплопередачи
<i>Механический расчет:</i>	- для установления основных соотношений между площадью теплообмена, проходными сечениями каналов для теплоносителей, числа ходов, габаритных размеров
	- при известных расходах, начальных температурах, площади поверхности аппарата определяет конечные температуры теплоносителя или тепловую мощность аппарата
	- определение гидравлических сопротивлений проходных каналов теплообменника и затрат мощности на перемещение теплоносителей и технологических сред
	- проверка деталей аппаратов, соединений на прочность, плотность, жесткость
	- в совместном решении уравнений тепловых балансов, определяющих теплопроизводительность аппарата и уравнений теплопередачи
<i>Метод кристаллизации это:</i>	- удаление топлива
	- удаление твердых веществ
	- удаление минеральных солей
	- удаление металлов
	- обезвоживание материалов
<i>Полый скруббер представляет собой аппарат</i>	- с жидкостной завесой на пути запыленного газа
	- с насадками для образования пленки жидкости, с целью увеличения поверхности контакта
	- с рамной мешалкой
	- с рециркуляцией шлама
<i>Закрытый нутч-фильтр работает под воздействием</i>	- давления сжатого газа
	- центробежной силы
	- Архимедовой силы
	- сил инерции
<i>Вид энергии, теряемой при движении вязкой жидкости по горизонтальной трубе постоянного диаметра</i>	- потенциальная
	- кинетическая
	- тепловая
	- внутренняя

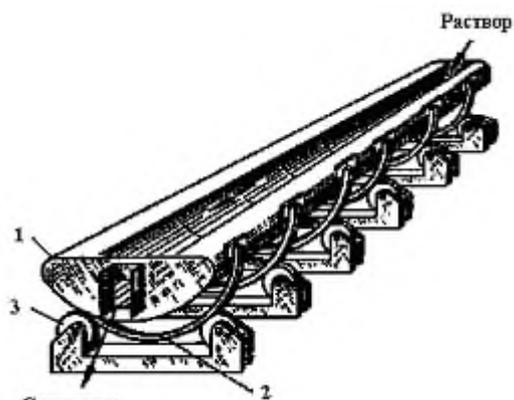
Выберите схему трубчатого абсорбера с нисходящей пленкой



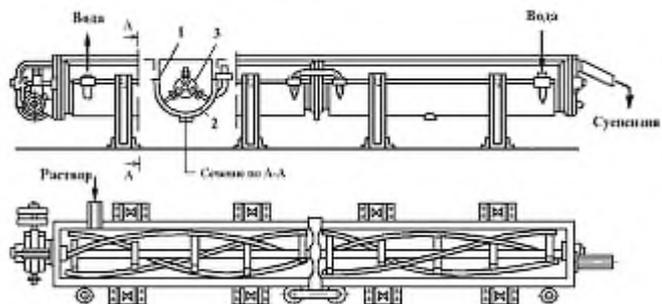
Выберите схему кристаллизатора с мешалкой и охлаждающей рубашкой



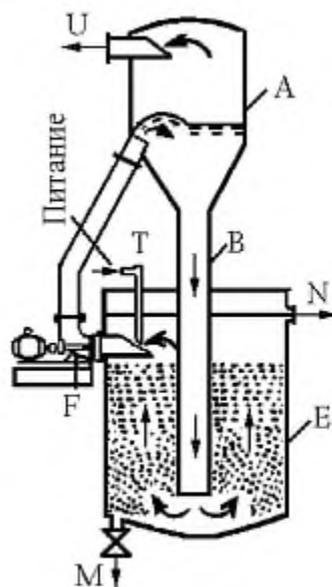
1.



2.



3.

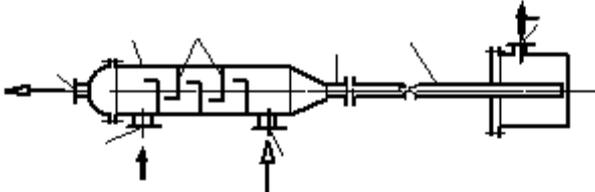


4.

Для обеспечения равномерного распределения

- стеллажами
- вагонетками

и хорошего перемешивания материала по сечению барабанной конвективной сушилки она снабжена	<ul style="list-style-type: none"> <li>- насадкой</li> <li>- бесконечной лентой</li> </ul>
Пульсаторы в экстракторах применяются с целью	<ul style="list-style-type: none"> <li>- улучшения сепарации фаз на выходе</li> <li>- улучшения подвода тепла в аппарат</li> <li>- увеличения поверхности контакта фаз и коэффициента массопередачи</li> <li>- изменения равновесной концентрации компонентов</li> </ul>
Основные преимущества клапанной тарелки	<ul style="list-style-type: none"> <li>- авторегулирование открытости клапана в зависимости от расхода паровой фазы, возможность полного перекрытия проходного сечения в тарелке при внезапном снижении расхода паровой фазы</li> <li>- простота конструкции</li> <li>- малая металлоемкость</li> </ul>
Основные преимущества колпачковой тарелки по сравнению с ситчатой	<ul style="list-style-type: none"> <li>- малая металлоемкость</li> <li>- меньшая склонность к загрязнению, отсутствие провала жидкости</li> <li>- меньшее гидравлическое сопротивление</li> </ul>
Для выпаривания агрессивных сред используются аппараты	<ul style="list-style-type: none"> <li>- барботажные</li> <li>- пленочные</li> <li>- выпарные аппараты с естественной циркуляцией раствора</li> <li>- с трубчатой греющей камерой</li> </ul>
Выпарные аппараты, работающие без циркуляции раствора	<ul style="list-style-type: none"> <li>- пленочные выпарные аппараты</li> <li>- выпарные аппараты с принудительной циркуляцией</li> <li>- выпарные аппараты с естественной циркуляцией</li> <li>- барботажные выпарные аппараты с погружными горелками</li> </ul>
Выберите схему пластинчатого теплообменника	<p>1.</p> <p>2.</p> <p>3.</p>

	 <p>4.</p>
Уравнение рабочей линии процесса абсорбции выводится на основе уравнения, описывающего	<ul style="list-style-type: none"> <li>- материальный баланс этого процесса</li> <li>- тепловой баланс этого процесса</li> <li>- равновесие между фазами</li> <li>- распределение скоростей в фазах</li> <li>- процесс массопередачи из фазы в фазу</li> </ul>
Рабочая линия процесса абсорбции расположена на $u-x$ диаграмме	<ul style="list-style-type: none"> <li>- выше линии равновесия</li> <li>- ниже линии равновесия</li> <li>- совпадает с линией равновесия</li> <li>- пересекает линию равновесия под углом 90 градусов</li> <li>- несколько раз пересекает линию равновесия</li> </ul>
Укажите наиболее рациональный режим работы тарельчатых массообменных колонн со сливными устройствами	<ul style="list-style-type: none"> <li>- пенный</li> <li>- провальный</li> <li>- пузырьковый</li> <li>- струйный</li> </ul>
По степени растворимости компонентов смеси подразделяются на следующие. Выберите из них раствор, полностью подчиняющийся закону Рауля	<ul style="list-style-type: none"> <li>- идеальные растворы</li> <li>- нормальные растворы</li> <li>- растворы</li> <li>- из взаимно нерастворимых жидкостей</li> </ul>
При изучении сушки используют	<ul style="list-style-type: none"> <li>- диаграмму <math>H-x</math>, устанавливающую связь между параметрами влажного воздуха (диаграмма Рамзина)</li> <li>- диаграмму <math>T-S</math> (температура - энтропия)</li> <li>- фазовую диаграмму <math>t-x, y</math> (температура - состав)</li> <li>- фазовую диаграмму <math>x - y</math> (диаграмма равновесия)</li> </ul>
Теплота к высушиваемому материалу в конвективной сушилке подводится способом	<ul style="list-style-type: none"> <li>- от теплоносителя через разделительную стенку</li> <li>- путем непосредственного соприкосновения сушильного агента с материалом</li> <li>- путем передачи тепла инфракрасными лучами</li> <li>- путем нагревания в поле высокой частоты</li> </ul>
В первом периоде – периоде постоянной скорости сушки из материала удаляют	<ul style="list-style-type: none"> <li>- свободную влагу</li> <li>- связанную влагу</li> <li>- абсорбционную влагу</li> <li>- осмотическую влагу</li> </ul>
Скорость сушки – это	<ul style="list-style-type: none"> <li>- изменение влажности материала за единицу времени</li> <li>- количество тепла, подводимое на испарение влаги из материала в единицу времени</li> <li>- масса водяного пара, приходящегося на 1 кг абсолютно сухого воздуха</li> <li>- изменение массы высушиваемого материала в течение времени сушки</li> </ul>
К конвективным сушилкам относятся	<ul style="list-style-type: none"> <li>- барабанная сушилка, сушилка с "кипящим" слоем, распыливающая сушилка</li> <li>- вакуум-сушильный шкаф</li> <li>- терморрадиационная сушилка</li> <li>- высокочастотная сушилка</li> </ul>
Адсорбционная способность адсорбента с ростом	<ul style="list-style-type: none"> <li>- растет</li> <li>- падает</li> </ul>

<i>температуры</i>	<i>- не изменяется</i>
	<i>- проходит через минимум</i>
	<i>- проходит через максимум</i>
<i>Экстракт – это</i>	<i>- раствор целевого вещества, извлекаемого из разделенной смеси избирательным растворителем</i>
	<i>- избирательный растворитель</i>
	<i>- остаток исходного раствора после процесса экстрагирования</i>
	<i>- чистый растворитель</i>
<i>Укажите метод кристаллизации, проводимый с удалением части растворителя</i>	<i>- изогидрический</i>
	<i>- изотермический</i>
	<i>- высаливание</i>
	<i>- нагревание</i>
	<i>- охлаждение</i>
<i>Для проведения процесса кристаллизации исходная фаза находится в ... состоянии</i>	<i>- турбулизированном</i>
	<i>- равновесном</i>
	<i>- пересыщенном</i>
	<i>- неподвижном</i>
	<i>- паровом</i>

### **Для промежуточной аттестации (экзамен):**

#### *Пример задания*

#### *Билет 1*

1. Перегонные и ректификационные установки. Конструкции и принцип действия.

2. Методы расчета теплообменных аппаратов I группы. Метод «эффективности и числа единиц переноса» (E – N).

#### *Билет 2*

1. Основные конструкции рекуперативных теплообменных аппаратов: пластинчатые теплообменники, их виды, змеевиковые и спиральные теплообменники.

2. Идеальные смеси. Закон Рауля. Фазовые диаграммы состояния смесей жидкостей, их построение. Азеотропия.

#### *Билет 3*

1. Виды расчета теплообменников: гидравлический, прочностной, технико-экономический.

2. Основные конструкции выпарных аппаратов.