

Энгельсский технологический институт (филиал)  
федерального государственного бюджетного образовательного  
учреждения высшего образования «Саратовский государственный  
технический университет имени Гагарина Ю.А.»

Кафедра «Технология и оборудование химических, нефтегазовых  
и пищевых производств»

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

по дисциплине

Б.1.1.28 «Оборудование химических и нефтегазовых производств»

направления подготовки

21.03.01 «Нефтегазовое дело»

Профиль «Эксплуатация и обслуживание технологических объектов нефтега-  
зового производства»

Формы обучения: очная; заочная

Объем дисциплины:

в зачетных единицах: 10 з. е.

в академических часах: 360 ак. ч.

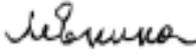
Рабочая программа по дисциплине Б.1.1.28 «Оборудование химических и нефтегазовых производств» направления подготовки 21.03.01 «Нефтегазовое дело», профиль «Эксплуатация и обслуживание технологических объектов нефтегазового производства» составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования 21.03.01 «Нефтегазовое дело», утвержденным приказом Минобрнауки России № 96 от 09.02.2018 г.

Рабочая программа:

**обсуждена и рекомендована** к утверждению решением кафедры «Технология и оборудование химических, нефтегазовых и пищевых производств» от «06» июня 2024 г., протокол № 13.

Заведующий кафедрой ТОХП  /Левкина Н.Л./

**одобрена** на заседании УМКН от «14» июня 2024 г., протокол №5.

Председатель УМКН  /Левкина Н.Л./

## 1. Цели и задачи дисциплины

Цель преподавания дисциплины «Оборудование химических и нефтехимических производств» состоит в завершающей подготовке бакалавров для производственной, проектно-конструкторской и исследовательской деятельности в области создания и эксплуатации технологического оборудования химических и нефтехимических производств.

Задачи изучения дисциплины:

-научить студента эффективно использовать знания, полученные в естественнонаучных и инженерных дисциплинах для решения конкретных практических задач в области проектирования, монтажа, испытаний и эксплуатации оборудования химической промышленности;

-способствовать формированию у студента обобщенных приемов исследовательской деятельности (постановка задачи, теоретическое обоснование и экспериментальная проверка ее решения), научного взгляда на мир в целом;

-сформировать умение проектировать и технически обслуживать химическое, нефтехимическое оборудование;

- развить у студентов профессиональное инженерное мышление, чтобы будущий бакалавр смог переносить общие методы научной работы в работу по специальности;

- обеспечить возможность овладения студентами совокупностью знаний и умений, соответствующих уровню бакалавра по соответствующему профилю.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина Б.1.1.28 «Оборудование химических и нефтегазовых производств» относится к дисциплинам по выбору Блока 1 «Дисциплины (модули)».

## 3. Требования к результатам освоения дисциплины

Изучение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

ОПК-7. Способен анализировать, составлять и применять техническую документацию, связанную с профессиональной деятельностью, в соответствии с действующими нормативными правовыми актами

ПК-2. Способен разрабатывать и планировать внедрение новой техники и передовой технологии

ПК-5. Способен руководить работами по повышению эффективности добычи углеводородного сырья

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

Код и наименование компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции (составляющей компетенции)	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
ОПК-7. Способен анализировать, составлять и применять техническую документацию, связанную с профессиональной де-	ИД-1 <sub>ОПК-7</sub> Способен анализировать и применять техническую документацию, связанную с оборудованием химических и нефтегазовых производств, в соответствии с	<b>знать:</b> действующие нормативные правовые акты в области химических и нефтегазовых производств; <b>уметь:</b> анализировать и применять техническую документацию, связанную с оборудованием химических и нефтега-

Код и наименование компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции (составляющей компетенции)	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
тельность, в соответствии с действующими нормативными правовыми актами	действующими нормативными правовыми актами	<p>зовых производств, в соответствии с действующими нормативными правовыми актами;</p> <p><b>владеть:</b> навыками анализа технической документации, связанной с оборудованием химических и нефтегазовых производств.</p>
ПК-2. Способен разрабатывать и планировать внедрение новой техники и передовой технологии	ИД-1 <sub>ПК-2</sub> Способен разрабатывать и планировать внедрение новое технологическое оборудование химических и нефтехимических производств	<p><b>знать:</b> основные требования, предъявляемые к оборудованию для переработки нефти и газа;</p> <p><b>уметь:</b> производить необходимые технологические и механические расчеты; использовать для описания технологических процессов современную научно-техническую, справочную литературу и нормативные документы.</p> <p><b>владеть:</b> нормативно-технической документацией для проектирования, расчетов и эксплуатации оборудования химической и нефтехимической промышленности; навыками оценки перспектив развития нефтеперерабатывающей, нефтехимической и газохимической отрасли; методами и приемами конструирования оборудования.</p>
ПК-5. Способен руководить работами по повышению эффективности добычи углеводородного сырья	ИД-1 <sub>ПК-5</sub> Способен решать конкретных практических задач в области проектирования, монтажа и эксплуатации нефтехимического оборудования; проектировать и технически обслуживать новое нефтехимическое оборудование для повышения эффективности добычи и переработки углеводородного сырья	<p><b>знать:</b> основные требования и принцип действия оборудования по переработке нефти и газа;</p> <p><b>уметь:</b> производить необходимые технологические и механические расчеты; составлять материальные и энергетические балансы процессов, его стадий и отдельных аппаратов; проектировать и технически обслуживать новое нефтехимическое оборудование для повышения эффективности добычи и переработки углеводородного сырья</p> <p><b>владеть:</b> навыками решения конкретных практических задач в области проектирования, монтажа и эксплуатации нефтехимического оборудования.</p>

#### 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

##### *очная форма обучения*

Вид учебной деятельности	ак. часов		
	Всего	по семестрам	
		7 семестр	8 семестр
1. Аудиторные занятия, часов всего, в том числе:	141	64	77
• занятия лекционного типа,	65	32	33
• занятия семинарского типа:			
практические занятия	76	32	44
лабораторные занятия			
в том числе занятия в форме практической подготовки			
2. Самостоятельная работа студентов, всего	219	80	139
– курсовая работа (проект)			8
– расчетно-графическая работа			
3. Промежуточная аттестация		зачет	экзамен
Объем дисциплины в зачетных единицах	10	4	6
Объем дисциплины в акад. часах	360	144	216

##### *Заочная форма обучения*

*Не предусмотрена*

##### *Очно-заочная форма обучения*

Вид учебной деятельности	ак. часов		
	Всего	по семестрам	
		9 семестр	10 семестр
1. Аудиторные занятия, часов всего, в том числе:	70	28	42
• занятия лекционного типа,	32	14	18
• занятия семинарского типа:			
практические занятия	38	14	24
лабораторные занятия			
в том числе занятия в форме практической подготовки			
2. Самостоятельная работа студентов, всего	290	116	174
– курсовая работа (проект)			10
– расчетно-графическая работа			
3. Промежуточная аттестация		зачет	экзамен
Объем дисциплины в зачетных единицах	10	4	6
Объем дисциплины в акад. часах	360	144	216

## **5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием количества академических часов и видов учебных занятий**

### **5.1. Содержание дисциплины**

#### **Тема 1. Общие сведения об оборудовании. Проектирование и конструирование**

Предмет курса, его цели и задачи. Содержание курса. Связь с другими дисциплинами.

Проектирование, конструирование, эксплуатация и исследования в деятельности инженера.

Требования, предъявляемые к оборудованию химических производств. Стадии проектирования оборудования химических производств.

Методы и приемы конструирования. Нормативно-техническая документация для проектирования, расчетов и эксплуатации машин и аппаратов.

#### **Тема 2. Теплообменные аппараты. Выпарные аппараты**

Общие сведения о теплообменных аппаратах в химической технологии. Теоретические основы работы теплообменных аппаратов.

Расчет коэффициентов теплообмена и теплоотдачи. Интенсификация процессов теплопередачи. Способы интенсификации процессов теплообмена и теплопередачи. Расчет коэффициента теплопередачи через ребристую стенку. Конструкции ребристых поверхностей.

Классификация теплообменных аппаратов. Типы кожухотрубчатых теплообменных аппаратов. Элементы кожухотрубчатых теплообменников; их конструктивное исполнение и работа.

Выпарные аппараты. Типовые конструкции.

#### **Тема 3. Колонные массообменные аппараты**

Общие сведения о колонных массообменных аппаратах. Классификация ректификационных колонн по принципу образования контакта фаз. Основные конструктивные характеристики колонн. Сравнительные показатели и рекомендации по выбору колонн.

Расчет конструктивных элементов и узлов ректификационных колонн. Технологический расчет ректификационных колонн. Принципы расчета ректификационных колонн на прочность и устойчивость.

#### **Тема 4. Сушильные аппараты и установки**

Способы сушки материалов. Основные характеристики тепловой сушки.

Классификация сушилок, сушимых материалов и сушильных агентов. Тепло - и массоперенос в процессе сушки.

Определение продолжительности сушки в условиях внешней задачи тепло - и массообмена.

Основные типы сушилок, используемых в химической промышленности. Устройство и основные характеристики барабанных сушилок. Ленточные и вальцеленточные сушилки. Распылительные сушилки.

#### **Тема 5. Оборудование для разделения неоднородных систем**

Фильтры для жидкостей. Классификация конструкции. Методика расчета фильтров.

Работа валов, прочность валов, прочность обечаек, вибрация центрифуг и сепараторов. Критерий прочности.

Циклоны. Гидроциклоны. Фильтры для газов. Электрофильтры.

## 5.2. Разделы, темы дисциплины и виды занятий

### *очная форма обучения*

№ п/п	Наименование раздела, темы дисциплины	Виды занятий, включая самостоятельную работу студентов (в академических часах)						Код индикатора достижения компетенции
		занятия лекционного типа		занятия семинарского типа / из них в форме практической подготовки		самостоятельная работа		
		7 сем.	8 сем.	7 сем.	8 сем.	7 сем.	8 сем.	
1.	Общие сведения об оборудовании. Проектирование и конструирование	4	4	8	6	20	24	ИД-1 <sub>ОПК-7</sub> ИД-1 <sub>ПК-2</sub> ИД-1 <sub>ПК-5</sub>
2.	Теплообменные аппараты. Выпарные аппараты	8	9	6	12	20	35	ИД-1 <sub>ОПК-7</sub> ИД-1 <sub>ПК-2</sub> ИД-1 <sub>ПК-5</sub>
3.	Колонные массообменные аппараты	6	6	6	12	20	35	ИД-1 <sub>ОПК-7</sub> ИД-1 <sub>ПК-2</sub> ИД-1 <sub>ПК-5</sub>
4.	Сушильные аппараты и установки	6	6	6	6	10	25	ИД-1 <sub>ОПК-7</sub> ИД-1 <sub>ПК-2</sub> ИД-1 <sub>ПК-5</sub>
5.	Оборудование для разделения неоднородных систем	8	8	6	8	10	20	ИД-1 <sub>ОПК-7</sub> ИД-1 <sub>ПК-2</sub> ИД-1 <sub>ПК-5</sub>
	<b>Итого</b>	<b>32</b>	<b>33</b>	<b>32</b>	<b>44</b>	<b>80</b>	<b>139</b>	

### *заочная форма обучения*

№ п/п	Наименование раздела, темы дисциплины	Виды занятий, включая самостоятельную работу студентов (в академических часах)						Код индикатора достижения компетенции
		занятия лекционного типа		занятия семинарского типа / из них в форме практической подготовки		самостоятельная работа		
		9 сем.	10 сем.	9 сем.	10 сем.	9 сем.	10 сем.	
1.	Общие сведения об оборудовании. Проектирование и конструирование	2	2	2	4	22	30	ИД-1 <sub>ОПК-7</sub> ИД-1 <sub>ПК-2</sub> ИД-1 <sub>ПК-5</sub>
2.	Теплообменные аппараты. Выпарные аппараты	4	6	4	6	22	36	ИД-1 <sub>ОПК-7</sub> ИД-1 <sub>ПК-2</sub> ИД-1 <sub>ПК-5</sub>
3.	Колонные массообменные аппараты	4	6	4	6	26	36	ИД-1 <sub>ОПК-7</sub> ИД-1 <sub>ПК-2</sub> ИД-1 <sub>ПК-5</sub>

4.	Сушильные аппараты и установки		2		4	22	36	ИД-1 <sub>ОПК-7</sub> ИД-1 <sub>ПК-2</sub> ИД-1 <sub>ПК-5</sub>
5.	Оборудование для разделения неоднородных систем	4	2	4	4	24	36	ИД-1 <sub>ОПК-7</sub> ИД-1 <sub>ПК-2</sub> ИД-1 <sub>ПК-5</sub>
	<b>Итого</b>	<b>14</b>	<b>18</b>	<b>14</b>	<b>24</b>	<b>116</b>	<b>174</b>	

## 5.2. Перечень практических занятий

№ п/п	Наименование раздела, темы дисциплины	Наименование практического занятия	Объем дисциплины в акад. часах	
			очная форма обучения	Очно-заочная форма обучения
1	Общие сведения об оборудовании. Проектирование и конструирование	Ознакомление с нормативными документами. ГОСТы и стандарты по тепло - и массообменную аппаратуру и их элементы Приемы конструирования. Метод аналогий, метод инверсии, метод мозгового штурма.	14	2
2	Теплообменные аппараты. Выпарные аппараты	Теплопередача через плоские, цилиндрические и оребренные стенки. Тепловой поверочный расчет теплообменников. Гидравлический расчет теплообменников. Расчет теплообменников с фазовыми изменениями теплоносителей. Механический расчет теплообменников.	18	12
3	Колонные массообменные аппараты	Расчет массообменных процессов в колоннах аппаратах. Технологический расчет ректификационных колонн. Расчет гидравлического сопротивления.	18	10
4	Сушильные аппараты и установки	Технологический расчет барабанной сушилки Расчет на прочность элементов сушилок Расчет сушилок различных типов	12	4
5	Оборудование для разделения неоднородных систем	Технологические расчеты оборудования для разделения неоднородных систем Механический расчет оборудования для разделения неоднородных систем Сравнительный анализ и выбор опти-	14	6

№ п/п	Наименование раздела, темы дисциплины	Наименование практического занятия	Объем дисциплины в акад. часах	
			очная форма обучения	Очно- заочная форма обучения
		мального оборудования для разделения неоднородных систем		
	<b>Итого</b>		<b>76</b>	<b>38</b>

### 5.3. Перечень лабораторных работ

*Лабораторные работы не предусмотрены*

### 5.4. Задания для самостоятельной работы студентов

№ п/п	Наименование раздела, темы дисциплины	Задания, вопросы, для самостоятельного изучения (задания)	Объем дисциплины в акад. часах	
			очная форма обучения	Очно- заочная форма обучения
1	Общие сведения об оборудовании. Проектирование и конструирование	Нормативно-техническая документация. Технологическое оборудование, элементы, материалы и их выбор. Общезаводское оборудование.	44	54
2	Теплообменные аппараты. Выпарные аппараты	Специальные типы и конструкции теплообменных аппаратов. Конструктивное исполнение элементов кожухотрубчатых теплообменников. Методы борьбы с отложениями загрязнений в теплообменниках. Методы повышения эффективности работы теплообменников.	55	58
3	Колонные массообменные аппараты	Конструкции контактных массообменных устройств и их основные параметры. Выбор тарельчатых колонных аппаратов. Экстракционные аппараты для систем «жидкость-жидкость».	55	62
4	Сушильные аппараты и установки	Пневматические сушилки: трубы-сушилки; спиральные; вихревые, циклонные. Кондуктивные и терморadiационные сушилки. Туннельные сушилки. Полочные сушилки. Петлевые сушилки. Механическое оборудование сушильных установок. Устройство и конструкция барабанных сушилок. Вспомогательное оборудование сушильных установок Га-	35	58

№ п/п	Наименование раздела, темы дисциплины	Задания, вопросы, для самостоятельного изучения (задания)	Объем дисциплины в акад. часах	
			очная форма обучения	Очно- заочная форма обучения
		зораспределительные решетки сушилок с кипящим слоем. Комбинированные сушильные установки. Распылительные устройства сушилок. Методика выбора типа сушильного аппарата. Расчет на прочность аппаратов для сушки. Тенденции развития сушильной техники. Техника безопасной эксплуатации сушильных установок.		
5	Оборудование для разделения неоднородных систем	Центрифуги. Классификация и типовые конструкции. Методика расчета центрифуг. Сепараторы. Классификация и типовые конструкции. Методика расчета. Механический расчет центрифуг и сепараторов. Устройство и работа плиточно - рамного фильтр-пресса. Камерный фильтр-пресс. Автоматизированный фильтр-пресс ПАКМ. Расчет на прочность барабанных вакуум-фильтров. Дисковые вакуум-фильтры. Устройство и работа сепараторов. Перспективная техника разделения неоднородных систем.	30	60
	<b>Итого</b>		<b>219</b>	<b>290</b>

## 6. Расчетно-графическая работа

*Расчетно-графическая работа не предусмотрена*

## 7. Курсовая работа

*Курсовая работа не предусмотрена*

## 8. Курсовой проект

*Темы курсовых проектов:*

- Повышение производительности работы сепарационного оборудования на нефтеперерабатывающих предприятиях.
- Интенсификация работы теплообменного оборудования на химических и нефтехимических предприятиях.
- Оптимизация производственных процессов на нефтедобывающих предприятиях.

## 9. Контрольная работа

### *Темы контрольных работ*

1. Основные стадии проектирования технических объектов. Последовательность стадий, их взаимосвязь.
2. Сущность современных методов и приемов конструирования технических объектов.
3. Как рассчитывается коэффициент теплопередачи и количество передаваемой теплоты через оребренную стенку?
4. Охарактеризуйте основные способы интенсификации теплопередачи.
5. Классификация теплообменных аппаратов.
6. Основные типы кожухотрубчатых теплообменных аппаратов. Особенности их конструктивного исполнения.
7. Назначение, устройство и работа кожухов, распределительных камер и перегородок в межтрубном пространстве кожухотрубчатых теплообменников.
8. Назначение, устройство и работа теплообменных труб и трубных решеток кожухотрубчатых теплообменников.
9. Расчет на прочность элементов кожухотрубчатых теплообменников.
10. Устройство, работа и основные характеристики теплообменников типа «труба в трубе».
11. Устройство, работа и основные характеристики змеевиковых теплообменников.
12. Устройство, работа и основные характеристики оросительных теплообменников.
13. Устройство, работа и основные характеристики графитовых теплообменников.
14. Устройство, работа и основные характеристики аппаратов воздушного охлаждения.
15. Устройство, работа и основные характеристики пластинчатых теплообменников.
16. Устройство, работа и основные характеристики спиральных теплообменников.
17. Новые, перспективные типы теплообменных аппаратов.
18. Типовые конструкции выпарных аппаратов и их элементов.
19. Правила техники безопасной работы при обслуживании теплообменников.
20. Борьба с отложениями на поверхностях теплообмена.
21. Устройство, работа и основные характеристики секционных теплообменников
22. Классификация колонных массообменных аппаратов.
23. Гидродинамика и гидравлическое сопротивление барботажных колонн.
24. Устройство, работа и основные характеристики тарельчатых колонных аппаратов.
25. Устройство, работа и основные характеристики насадочных колонных аппаратов.
26. Принципы и методики расчета колонных аппаратов на прочность и устойчивость.
27. Абсорбционные колонны. Принципы работы и расчета. Типовые схемы и конструкции абсорберов.
28. Пути совершенствования техники ректификации.
29. Устройство, работа и основные характеристики ленточных и вальцеленточных сушилок.
30. Устройство, работа и основные характеристики распылительных сушилок.
31. Устройство, работа и основные характеристики сушилок с кипящим слоем и аэрофонтанного типа.
32. Устройство, работа и основные характеристики пневматических сушилок.
33. Расчет на прочность корпуса и бандажей барабанной сушилки.
34. Фильтры для жидкостей: классификация; типовые конструкции; методика расчета.
35. Центрифуги и сепараторы: классификация; типовые конструкции.

36. Устройство, работа и основные характеристики пылеочистного оборудования (циклоны, электрофилтры, аппараты мокрой очистки).
37. Основы техники безопасности при эксплуатации оборудования для разделения неоднородных систем.
38. Классификация химических реакторов и основы их работы.
39. Устройство, работа и основные характеристики реакторов для жидкофазных процессов.
40. Устройство, работа и основные характеристики реакторов для газофазных процессов.
41. Устройство, работа и основные характеристики печей химической промышленности для проведения реакций между газом и твердым веществом.
42. Устройство, работа и основные характеристики печей пиролиза и крекинга.
43. Теплотехнические процессы в печах: сжигание органического топлива; теплоперенос.
44. Механический расчет центрифуг и сепараторов.

## **10. Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации**

Оценивание результатов обучения по дисциплине и уровня сформированности компетенций (части компетенции) осуществляется в рамках текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации в соответствии с Фондом оценочных средств.

Степень успешности освоения дисциплины в системе зачетных единиц оценивается суммой баллов, исходя из 10 максимально возможных, и включает две составляющие:

*Первая составляющая* – оценка преподавателем итогов учебной деятельности студента по изучению каждого модуля дисциплины в течение предусмотренного учебным планом временного отрезка (в сумме не более, чем 8 баллов). Структура баллов, составляющих балльную оценку преподавателя, включает отдельные доли в баллах, начисляемые студенту за успешность рубежных контролей по каждому учебно-образовательному модулю.

*Вторая составляющая* - за посещаемость аудиторных лекционных и практических занятий (пропорционально числу посещенных занятий).

*Методика рубежного контроля по первой составляющей балльно-рейтинговой оценки.*

Максимальное количество баллов по каждому учебно-образовательному модулю – 10 баллов. Оценочное средство представляет собой билет, состоящий из 4 вопросов, сформированных на основе дидактического минимума содержания и содержания учебно-образовательного модуля, представленного в рабочей учебной программе. Оценка ответов на билет осуществляется по следующей схеме:

- правильный и полный ответ на вопрос - +2 балла;
- в целом правильный, но не полный ответ, наличие несущественных ошибок - +1 балл; отсутствие ответа – 0 баллов;
- принципиально неверный ответ - 2 балла;
- за пропуск каждой лекции и семинара по модулю - 0,05 балла.

Для оценки текущего уровня формирования компетенций проводятся письменные опросы по теории (модули) и практике (контрольные работы). В конце семестра предусмотрено компьютерное тестирование как допуск к экзамену.

Указанные компетенции формируются в соответствии со следующими этапами:

1. Формирование и развитие теоретических знаний, предусмотренных указанными компетенциями (лекционные занятия, самостоятельная работа студентов);
2. Приобретение и развитие практических умений, предусмотренных компетенциями (практические занятия, самостоятельная работа студентов);

3. Закрепление теоретических знаний, умений и практических навыков, предусмотренных компетенциями, в ходе решения конкретных технических задач на практических занятиях, успешной сдачи экзамена.

Сформированность компетенции в рамках освоения данной дисциплины оценивается по трехуровневой шкале:

- пороговый уровень является обязательным для всех обучающихся по завершении освоения дисциплины;
- продвинутый уровень характеризуется превышением минимальных характеристик сформированности компетенции по завершении освоения дисциплины;
- высокий уровень характеризуется максимально возможной выраженностью компетенции и является важным качественным ориентиром для самосовершенствования.

• **Пороговый уровень освоения компетенции:** имеет студент, обнаруживший знание материала изученной дисциплины в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справляющийся с выполнением заданий, знакомый с основной литературой, рекомендованной рабочей программой дисциплины; допустившим погрешность в ответе на теоретические

вопросы, но обладающий необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.

• **Продвинутый уровень освоения компетенции:** имеет студент, обнаруживший полное знание материала изученной дисциплины, успешно выполняющий предусмотренные задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную рабочей программой дисциплины; показавшему систематический характер знаний по дисциплине, ответившему на все вопросы билета, но допустившему при этом не принципиальные ошибки.

• **Высокий уровень освоения компетенции:** имеет студент, обнаруживший всестороннее, систематическое и глубокое знание материалов изученной дисциплины, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоивший основную и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной рабочей программой дисциплины; проявивший творческие способности в понимании, изложении и использовании материалов изученной дисциплины, безупречно ответившему не только на вопросы билета, но и на дополнительные вопросы в рамках рабочей программы дисциплины.

При достаточном качестве освоения приведенных знаний, умений и навыков (оценка «отлично» на экзамене и модулях, выполнении практических занятий) преподаватель оценивает освоение данной компетенции в рамках настоящей дисциплины на **высоком** уровне, при освоении приведенных знаний, умений и навыков (оценка «хорошо» на экзамене и модулях, выполнении практических занятий) – на **продвинутом**, при освоении приведенных знаний, умений и навыков (оценка «удовлетворительно» на экзамене и модулях, выполнении практических занятий) - на **пороговом** уровне. В противном случае компетенция в рамках настоящей дисциплины считается неосвоенной.

К **зачету** по дисциплине обучающиеся допускаются при предоставлении всех отчетов по всем практическим работам.

Зачет сдается устно.

«Зачтено» ставится при:

- правильном, полном и логично построенном ответе,
- умении оперировать специальными терминами,
- использовании в ответе дополнительного материала.

«Не зачтено» ставится при:

- неполном схематичном ответе,
- не умении оперировать специальными терминами или при их незнании.

Критерии оценки для контрольного тестирования (допуск к экзамену):

- Контрольное тестирование зачтено, если студент дал правильные ответы на контрольные вопросы от 60 и более процентов.
- Контрольное тестирование не зачтено, если студент дал правильные ответы в промежутке от 0 до 59%.

Критерии оценки для экзамена:

- Оценки «отлично» заслуживает студент, обнаруживший всестороннее, систематическое и глубокое знание материалов изученной дисциплины, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоивший основную и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной рабочей программой дисциплины; проявивший творческие способности в понимании, изложении и использовании материалов изученной дисциплины, безупречно ответившему не только на вопросы билета, но и на дополнительные вопросы в рамках рабочей программы дисциплины.
- Оценки «хорошо» заслуживает студент, обнаруживший полное знание материала изученной дисциплины, успешно выполняющий предусмотренные задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную рабочей программой дисциплины; показавшему систематический характер знаний по дисциплине, ответившему на все вопросы билета, но допустившему при этом непринципиальные ошибки.
- Оценки «удовлетворительно» заслуживает студент, обнаруживший знание материала изученной дисциплины в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справляющийся с выполнением заданий, знакомый с основной литературой, рекомендованной рабочей программой дисциплины; допустившим погрешность в ответе на теоретические вопросы, но обладающий необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.
- Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, обнаружившему серьезные пробелы в знаниях основного материала изученной дисциплины, допустившему принципиальные ошибки в выполнении заданий, не ответившему на все вопросы билета и дополнительные вопросы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение по образовательной программе без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине (формирования и развития компетенций, закреплённых за данной дисциплиной). Оценка «неудовлетворительно» выставляется также, если студент: после начала экзамена отказался его сдавать или нарушил правила сдачи экзамена (списывал, подсказывал, обманом пытался получить более высокую оценку и т.д.).

### Вопросы для зачета

1. Основные стадии проектирования технических объектов. Последовательность стадий, их взаимосвязь.
2. Сущность современных методов и приемов конструирования технических объектов.
3. Какие нормативно-технические документы должен использовать инженер в своей деятельности?
4. Как рассчитывается коэффициент теплопередачи и количество передаваемой теплоты через оребренную стенку?
5. Охарактеризуйте основные способы интенсификации теплопередачи.
6. Классификация теплообменных аппаратов.
7. Основные типы кожухотрубчатых теплообменных аппаратов. Особенности их конструктивного исполнения.
8. Назначение, устройство и работа кожухов, распределительных камер и перегородок в межтрубном пространстве кожухотрубчатых теплообменников.

9. Назначение, устройство и работа теплообменных труб и трубных решеток кожухотрубчатых теплообменников.
10. Методика автоматизированного расчета кожухотрубчатых теплообменников с использованием ЭВМ.
11. Расчет на прочность элементов кожухотрубчатых теплообменников.
12. Устройство, работа и основные характеристики секционных теплообменников и типа «труба в трубе».
13. Устройство, работа и основные характеристики змеевиковых теплообменников.
14. Устройство, работа и основные характеристики оросительных теплообменников.
15. Устройство, работа и основные характеристики графитовых теплообменников.
16. Устройство, работа и основные характеристики аппаратов воздушного охлаждения.
17. Устройство, работа и основные характеристики пластинчатых теплообменников.
18. Устройство, работа и основные характеристики спиральных теплообменников.
19. Новые, перспективные типы теплообменных аппаратов.
20. Типовые конструкции выпарных аппаратов и их элементов.
22. Расчет выпарных установок с помощью ЭВМ. Блок-схема и алгоритм расчета
23. Правила эксплуатации и техника безопасной работы при обслуживании теплообменников.
24. Эксплуатация, обслуживание и ремонт теплообменных аппаратов. Борьба с отложениями на поверхностях теплообмена.

### **Вопросы для экзамена**

1. Классификация колонных массообменных аппаратов.
2. Гидродинамика и гидравлическое сопротивление барботажных колонн.
3. Основы техники безопасности при эксплуатации машин и аппаратов для разделения неоднородных систем.
4. Устройство, работа и основные характеристики тарельчатых колонных аппаратов.
5. Устройство, работа и основные характеристики насадочных колонных аппаратов.
6. Методика и алгоритм технологического расчета ректификационных колонн с использованием ЭВМ.
7. Принципы и методики расчета колонных аппаратов на прочность и устойчивость.
8. Пути совершенствования техники ректификации.
9. Устройство, работа и основные характеристики ленточных и вальцеленточных сушилок.
10. Устройство, работа и основные характеристики распылительных сушилок.
11. Устройство, работа и основные характеристики сушилок с кипящим слоем и аэрофонтанного типа.
12. Устройство, работа и основные характеристики пневматических труб-сушилок, спиральных, вихревых и циклонных сушилок.
13. Расчет на прочность корпуса и бандажей барабанной сушилки.
14. Фильтры для жидкостей: классификация; типовые конструкции; методика расчета.
15. Центрифуги и сепараторы: классификация; типовые конструкции; методика расчета.
16. Устройство, работа и основные характеристики пылеочистного оборудования (циклоны, электрофильтры, аппараты мокрой очистки).
17. Классификация химических реакторов и основы их работы.
18. Устройство, работа и основные характеристики реакторов для жидкофазных процессов.

19. Устройство, работа и основные характеристики реакторов для газофазных процессов.
20. Устройство, работа и основные характеристики печей химической промышленности для проведения реакций между газом и твердым веществом.
21. Устройство, работа и основные характеристики печей пиролиза и крекинга.
22. Теплотехнические процессы в печах: сжигание органического топлива; теплоперенос.
23. Абсорбционные колонны. Принципы работы и расчета. Типовые схемы и конструкции абсорберов.
24. Механический расчет центрифуг и сепараторов.

### **Тестовые задания по дисциплине**

#### *Примеры заданий для проведения аттестации по итогам освоения дисциплины*

1. К какому типу относятся теплообменники, в которых процесс происходит через разделяющую стенку:
  - регенеративные;
  - рекуперативные;
  - смесительные?
  
2. Какие из перечисленных аппаратов предназначены для очистки газов:
  - теплообменник;
  - циклон;
  - абсорбер?
  
3. Сопротивление на фильтрующей перегородке возрастает:
  - при увеличении толщины слоя осадка;
  - при увеличении толщины слоя осадка и закупоривании пор;
  - при увеличении давления.

## **11. Учебно-методическое обеспечение дисциплины**

### **11.1 Рекомендуемая литература**

1. Оборудование нефтегазопереработки, химических и нефтехимических производств. В двух книгах. Книга 1 [Электронный ресурс] : учебник для вузов / А. С. Тимонин, Г. В. Божко, В. Я. Борщев и др. - Москва : Инфра-Инженерия, 2019. Режим доступа: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785972902682.html>
2. Конструирование и расчет элементов оборудования [Электронный ресурс] : практикум / Валеев С.И. и др. - Казань : КНИТУ, 2019. Режим доступа: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785788225623.html>
3. Липин А. А. Расчет теплообменных аппаратов. Кожухотрубчатые теплообменники : учеб. пособие / Липин А. А. - Иваново : Иван. гос. хим. -технол. ун-т. , 2017. - 76 с. - ISBN -. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL: [https://www.studentlibrary.ru/book/ghu\\_003.html](https://www.studentlibrary.ru/book/ghu_003.html).
4. Жуков, В. И. Расчет и проектирование оборудования химических производств : учебно-методическое пособие / В. И. Жуков. - Новосибирск : НГТУ, 2021. - 46 с. - ISBN 978-5-7782-4445-0. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778244450.html>
5. Власова, Г. В. Основные процессы и аппараты химической технологии : учебник / Г. В. Власова, Д. А. Чудиевич, Н. А. Пивоварова. - Москва : Инфра-Инженерия, 2022. -

188 с. - ISBN 978-5-9729-0863-9. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785972908639.html>

6. Фролов, В. Ф. Лекции по курсу "Процессы и аппараты химической технологии" / Фролов В. Ф. - 2-е изд., истр. - Санкт-Петербург : ХИМИЗДАТ, 2008. - 608 с. - ISBN 978-5-93808-158-1. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785938081581.html>

7. Остриков, А. Н. Процессы и аппараты (основы механики жидкости и газа). Практикум : учеб. пособие / Остриков А. Н., Смирных А. А., Болгова И. Н. - Воронеж : ВГУИТ, 2018. - 231 с. - ISBN 978-5-00032-325-0. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785000323250.html>

8. Наумченко, И. С. Процессы и аппараты : учебное пособие / Наумченко И. С., Терехина А. В., Желтоухова Е. Ю., Копылов М. В. - Воронеж : ВГУИТ, 2019. - 340 с. - ISBN 978-5-00032-404-2. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785000324042.html>

9. Ганжа В.Л. Основы эффективного использования энергоресурсов. Теория и практика энергосбережения : монография / Ганжа В.Л. — Минск : Белорусская наука, 2007. — 451 с. — ISBN 978-985-08-0810-3. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/12310.html>.

## **11.2. Периодические издания**

*Не используются*

## **11.3. Нормативно-правовые акты и иные правовые документы**

*Не используются*

## **11.4 Перечень электронно-образовательных ресурсов**

1. Учебно-методические материалы по дисциплине «Оборудование химических и нефтегазовых производств» (электронный образовательный ресурс размещен в ИОС ЭТИ (филиал) СГТУ имени Гагарина Ю.А.

<http://techn.sstu.ru/new/SubjectFGOS/Default.aspx?kod=1089>

2. Сайт ЭТИ (филиал) СГТУ имени Гагарина Ю.А. <http://techn.sstu.ru/>

## **11.5 Электронно-библиотечные системы**

1. «ЭБС IPRbooks»,
2. «ЭБС elibrary»
3. ЭБС «КОНСУЛЬТАНТ СТУДЕНТА»

## **11.6 Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

1. <http://elibrary.ru> / Научная электронная библиотека
2. <http://www.iprbookshop.ru/> / Электронная библиотечная система IPRbooks
3. <http://lib.sstu.ru> / Научно-техническая библиотека СГТУ имени Гагарина Ю.А.
4. <https://www.edu.ru> / «Российское образование» - федеральный портал
5. <http://www.runnet.ru> / Федеральная университетская компьютерная сеть России

## **11.7 Печатные и электронные образовательные ресурсы в формах, адаптированных для студентов с ограниченными возможностями здоровья (для групп и потоков с такими студентами)**

1. Адаптированная версия НЭБ, для использования инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья

Обучающиеся из числа инвалидов и лиц с ОВЗ обеспечены печатными и электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

## **12. Информационно-справочные системы и профессиональные базы данных**

Обучающимся обеспечен доступ (удаленный доступ), в том числе в случае применения электронного обучения, дистанционных образовательных технологий, к современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам.

### **12.1 Перечень информационно-справочных систем**

1. Справочная правовая система «Консультант Плюс»

### **12.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения**

Образовательный процесс по дисциплине обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства (подлежит обновлению при необходимости).

- 1) Лицензионное программное обеспечение:

Microsoft Windows 7, Microsoft Office 2010 (Word, Excel, PowerPoint), GoogleChrome.

- 2) Свободно распространяемое программное обеспечение

Каждый обучающийся в течение всего периода обучения обеспечивается индивидуальным неограниченным доступом к электронно-библиотечной системе и электронной информационно-образовательной среде.

## **13. Материально-техническое обеспечение**

*Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа*

Укомплектована специализированной мебелью и техническими средствами обучения: 12 столов, 24 стула; рабочее место преподавателя; доска для написания фломастером; проектор BENQ 631, рулонный проекционный экран, ноутбук с подключением к сети с выходом в Интернет и доступом в информационно-образовательную среду ЭТИ (филиал) СГТУ имени Гагарина Ю.А., учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по рабочей программе дисциплины

*Учебная аудитория для проведения занятий практического типа, выполнения курсовых работ, текущего контроля и промежуточной аттестации, групповых и индивидуальных консультаций*

Укомплектована специализированной мебелью и техническими средствами обучения: 12 столов, 24 стула; рабочее место преподавателя; доска для написания фломастером; проектор BENQ 631, рулонный проекционный экран, ноутбук с подключением к сети с выходом в Интернет и доступом в информационно-образовательную среду ЭТИ (филиал) СГТУ имени Гагарина Ю.А., учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по рабочей программе дисциплины

*Аудитория для курсового проектирования*

Укомплектована специализированной мебелью и техническими средствами обучения: 12 столов, 12 стульев; рабочее место преподавателя; маркерная доска, 12 компьютеров (I 3/ 8 Гб/ 500), мониторы 24" BENQ, LG, Philips, клавиатура, мышь). Компьютеры объединены в локальную сеть с выходом в Интернет и доступом в информационно-образовательную среду ЭТИ (филиал) СГТУ имени Гагарина Ю.А., учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по рабочей программе дисциплины.

Рабочую программу составил д.техн.н., доцент  Черемухина И.В.

## **14. Дополнения и изменения в рабочей программе**

Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ года, протокол № \_\_\_\_\_

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /

Внесенные изменения утверждены на заседании УМКН  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ года, протокол № \_\_\_\_\_

Председатель УМКН \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /