

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**  
**«Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова»**  
**(БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова)**

УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета

\_\_\_\_\_ Левихин А.А.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ТЕПЛООБМЕННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Направление/специальность подготовки	24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей
Специализация/профиль/программа подготовки	Проектирование жидкостных ракетных двигателей
Уровень высшего образования	Специалитет
Форма обучения	Очная
Факультет	А Ракетно-космическая техника
Выпускающая кафедра	А8 ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ
Кафедра-разработчик рабочей программы	А8 ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

КУРС	СЕМЕСТР	ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ (ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦ)	ЧАСЫ (по наличию видов занятий)									ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ
			ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ	АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ				САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА				
				ВСЕГО	ЛЕКЦИИ	ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ	ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ	ВСЕГО	КУРСОВОЙ ПРОЕКТ	КУРСОВАЯ РАБОТА	ДРУГИЕ ВИДЫ САМОСТ. РАБОТЫ	
5	9	3	108	68	34	0	34	40	0	18	22	диф. зач.

*ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ*

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА СОСТАВЛЕНА В СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ ФЕДЕРАЛЬНОГО  
ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО СТАНДАРТА ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ (ФГОС ВО)

**24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей**

год набора группы: 2026

Программу составил:

Кафедра А8 ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ \_\_\_\_\_

Локтева Светлана Сергеевна, к.т.н., доцент

Программа рассмотрена  
на заседании кафедры-разработчика  
рабочей программы **А8 ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ**

Заведующий кафедрой Саваровский А.А., к.т.н. \_\_\_\_\_

Программа рассмотрена  
на заседании выпускающей кафедры

**А8 ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ**

Заведующий кафедрой Саваровский А.А., к.т.н. \_\_\_\_\_

# **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

## **ТЕПЛООБМЕННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ**

### **Разделы рабочей программы**

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО
3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### **Приложения к рабочей программе дисциплины**

- Приложение 1. Аннотация рабочей программы
- Приложение 2. Технологии и формы обучения
- Приложение 3. Фонды оценочных средств

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ПК-5 — Способен проводить расчёты процессов в ракетных двигателях, прочности и надёжности изделий и их составных элементов

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

### **ПК-5**

*знания:*

на уровне представлений:

- иметь представление о состоянии и перспективах развития теплообменного оборудования предприятий и их конструктивные особенности;
- принципы действия, типы промышленного теплообменного оборудования;

на уровне воспроизведения:

- методики теплового конструктивного расчета для теплообменных аппаратов (ТА) с различными схемами движения теплоносителей при фазовых превращениях и без них;

на уровне понимания:

- процессы, протекающие при передаче теплоты и массы в аппаратах;
- выбор наиболее эффективные режимов их работы;

*умения:*

теоретические

- конструктивные, поверочные, гидравлические и прочностные расчеты теплообменников, сушильных установок, скрубберов, ректификационных колонн, холодильных установок;
- выбор основного и вспомогательного оборудования.

практические

- производить поверочный расчет ТА;
- выполнять гидравлический и прочностной расчеты ТА;

*навыки:*

- проведения конструктивных, поверочных, гидравлических расчетов ТА;
- выбора наиболее эффективного режима работы ТА;.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ТЕПЛООБМЕННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ТЕРМОДИНАМИКА, ВЫСШАЯ МАТЕМАТИКА**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ПОДГОТОВКА К ПРОЦЕДУРЕ ЗАЩИТЫ И ЗАЩИТА ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-1 — Способен применять естественнонаучные и общетехнические и экспериментального исследования для решения инженерных задач профессиональной деятельности
- ОПК-5 — Способен разрабатывать физические и математические модели исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере деятельности для решения инженерных задач

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч.

#### 3.1. Содержание (дидактика) дисциплины

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %
				ВСЕГО	Лекции	Практические занятия		ПК-5
5	9	Раздел 1. Классификация. Классификация теплообменного оборудования.	10	8	4	4	2	20
5	9	Раздел 2. Теплообменные аппараты. Рекуперативные теплообменные аппараты и установки. Кожухотрубные теплообменные аппараты.	37	20	10	10	17	20
5	9	Раздел 3. Основы проектирования. Основы проектирования теплообменных аппаратов. Поверочный, гидравлический, прочностной расчет теплообменников.	37	20	10	10	17	20
5	9	Раздел 4. Тип теплообменного оборудования. Теплообменное оборудование контактного типа.	14	12	6	6	2	20
5	9	Раздел 5. Холодильные установки. Физические основы получения холода. Расчет теплообменных аппаратов холодильных машин.	10	8	4	4	2	20
Всего за 9 семестр			108	68	34	34	40	100
Всего по дисциплине			108	68	34	34	40	100

#### 3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Классификация.	Назначение различных видов теплообменного оборудования, область их применения в зависимости от назначения и особенностей конструкции.	4
2	Раздел 2. Теплообменные аппараты.	Изучение конструктивных особенностей теплообменников рекуперативного типа. Расчет рекуперативных теплообменных аппаратов.	5
3		Изучение конструктивных особенностей кожухотрубных теплообменников. Расчет кожухотрубных теплообменных аппаратов.	5
4	Раздел 3. Основы проектирования.	Поверочный расчет теплообменных аппаратов	4
5		Гидравлический расчет теплообменных аппаратов	4
6		Прочностной расчет теплообменных аппаратов	2
7	Раздел 4. Тип теплообменного оборудования.	Изучение конструктивных особенностей теплообменных аппаратов контактного типа. Расчет контактных теплообменников.	6
8	Раздел 5. Холодильные установки.	Изучение конструктивных особенностей холодильных установок. Расчет холодильных установок.	4
Всего за 9 семестр			34

#### 3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Классификация.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе	2
2	Раздел 2. Теплообменные аппараты.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе. Выполнение курсовой работы.	17
3	Раздел 3. Основы проектирования.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе. Выполнение	17

		курсовой работы.	
4	Раздел 4. Тип теплообменного оборудования.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе	2
5	Раздел 5. Холодильные установки.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе	2
<b>Всего за 9 семестр</b>			<b>40</b>

### 3.4. Курсовая работа

СОДЕРЖАНИЕ ЭТАПА	ПЕРИОД ИСПОЛНЕНИЯ (недели семестра)	ПЛАНИРУЕМОЕ ВРЕМЯ (час)
Этап 1. Назначение различных видов теплообменного оборудования, область их применения в зависимости от назначения и особенностей конструкции. Написание пояснительной записки.	2 - 4	6
Этап 2. Тепловой расчет.	5 - 9	4
Этап 3. Конструктивный расчет.	10 - 12	4
Этап 4. Гидравлический расчет	13 - 15	4
<b>Всего за 9 семестр</b>		<b>18</b>

## 4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

СЕМЕСТР	НЕДЕЛИ СЕМЕСТРА																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
<b>9</b>				ТекК		ДР			ТекК	ДР		КР				ДР	диф. зач.

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- ТекК – вопросы для текущего контроля;
- КР – курсовая работа;
- диф. зач. – дифференцированный зачет.

**Текущий контроль успеваемости** студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- вопросы для текущего контроля;
- курсовая работа.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Основная литература по дисциплине:

1. В. В. Сахин. . Теплообменные аппараты. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010, эл. рес.
2. В. Л. Ерофеев, А. С. Пряхин, П. Д. Семёнов. Теплотехника. Т. 1 Термодинамика и теория теплообмена. Москва: Юрайт, 2020, эл. рес.
3. Ю. В. Анискевич. . Приборы и методы измерения теплотехнических величин. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012, эл. рес.

### 5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

не требуется.

### 5.3. Периодические издания:

не требуются.

### 5.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины, электронные библиотечные системы:

1. <http://e.lanbook.com> — ЭБС Лань;
2. <http://library.voenmeh.ru/jirbis2> — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова;
3. <https://urait.ru> — Главная – Образовательная платформа Юрайт. Для вузов и ссузов..

### Современные профессиональные базы данных:

1. <https://rusneb.ru> – Национальная электронная библиотека (НЭБ);
2. <https://cyberleninka.ru/> - Научная электронная библиотека «Киберленинка»;
- <http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library> - Полнотекстовая электронная библиотека Российского фонда фундаментальных исследований.

### Информационные справочные системы:

1. Техэксперт – Информационный портал технического регулирования: Нормы, правила, стандарты РФ;
2. [http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com\\_irbis&view=irbis&Itemid=457](http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=457) - БД ГОСТов собственной генерации БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова;
3. <http://www.consultant.ru/>- КонсультантПлюс- информационный портал правовой информации.

### 5.5. Программное обеспечение:

не требуется.

### 5.6. Информационные технологии:

взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС Moodle БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.



## **6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **6.1. Лекционные занятия:**

специализированные требования по оборудованию отсутствуют; аудитория с посадочными местами по количеству студентов; доска.

### **6.2. Практические занятия:**

специализированные требования по оборудованию отсутствуют; аудитория с посадочными местами по количеству студентов; доска.

### **6.3. Прочее:**

1. рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет;
2. рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

### Аннотация рабочей программы

Дисциплина **ТЕПЛООБМЕННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению 24.05.02 *Проектирование авиационных и ракетных двигателей*. Дисциплина реализуется на факультете А Ракетно-космическая техника БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой А8 ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ПК-5 Способен проводить расчёты процессов в ракетных двигателях, прочности и надёжности изделий и их составных элементов.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с разработкой и эксплуатацией теплообменного оборудования, оценки параметров работы энергетических установок.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

**Текущий контроль успеваемости** студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- вопросы для текущего контроля;
- курсовая работа.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 з.е., **108 ч**. Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**34 ч.**), практические занятия (**34 ч.**), самостоятельная работа студента (**40 ч.**).

## ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

### Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 108 ч., из них 68 ч. аудиторных занятий, и 40 ч., отведенных на самостоятельную работу студента.

Рекомендации по распределению учебного времени по видам самостоятельной работы и разделам дисциплины приведены в таблице.

Контроль освоения дисциплины производится в соответствии с Положением о текущем, рубежном контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Формы контроля и критерии оценивания приведены в приложении 3 к Рабочей программе.

Наименование работы	Рекомендуемая литература	Трудоемкость, час.
<b>Раздел 1. Классификация.</b>		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе	В. Л. Ерофеев, А. С. Пряхин, П. Д. Семёнов. Теплотехника. Т. 1 Термодинамика и теория теплообмена: Москва: Юрайт, 2020 (с.287-304) В. В. Сахин. . Теплообменные аппараты: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (1)	2
Итого по разделу 1		2
<b>Раздел 2. Теплообменные аппараты.</b>		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе. Выполнение курсовой работы.	В. В. Сахин. . Теплообменные аппараты: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (1-4) В. Л. Ерофеев, А. С. Пряхин, П. Д. Семёнов. Теплотехника. Т. 1 Термодинамика и теория теплообмена: Москва: Юрайт, 2020 (с. 287-304)	17
Итого по разделу 2		17
<b>Раздел 3. Основы проектирования.</b>		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе. Выполнение курсовой работы.	В. В. Сахин. . Теплообменные аппараты: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (2-6) Ю. В. Анискевич. . Приборы и методы измерения теплотехнических величин: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012 (2-4) В. Л. Ерофеев, А. С. Пряхин, П. Д. Семёнов. Теплотехника. Т. 1 Термодинамика и теория теплообмена: Москва: Юрайт, 2020 (с.287-304)	17
Итого по разделу 3		17
<b>Раздел 4. Тип теплообменного оборудования.</b>		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе	В. В. Сахин. . Теплообменные аппараты: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (5)	2
Итого по разделу 4		2
<b>Раздел 5. Холодильные установки.</b>		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе	В. В. Сахин. . Теплообменные аппараты: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (5)	2

Итого по разделу 5	2
--------------------	---

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств, позволяющие оценить результаты обучения по данной дисциплине, включают в себя:

- диагностическая работа
- вопросы для текущего контроля;
- курсовая работа;
- дифференцированный зачет.

### Критерии оценивания

#### Диагностическая работа

Диагностическая работа проводится в форме теста в ЭИОС Moodle:

- при правильном ответе менее чем на 60% вопросов - не аттестация;
- при правильном ответе на 60% вопросов и более - аттестация.

#### Вопросы для текущего контроля

Студент должен правильно ответить на один/два вопроса преподавателя по теме практического занятия.

Примерный список вопросов расположен в УМК дисциплины.

#### Курсовая работа

Курсовая работа представляется в печатном виде в формате, соответствующим «Положению по содержанию, оформлению, организации выполнения и защиты курсовых проектов и курсовых работ БГТУ.

- Оценка «отлично» соответствует: правильно выполненному и оформленному тексту КР; грамотной и логичной презентации, отражающей цель и решение основных задач, поставленных и решенных в КР; четкому, логичному докладу по сути защищаемой КР; полным ответам студента на все вопросы, заданные преподавателями, входящими в комиссию.

- Оценка «хорошо» соответствует: правильно выполненному и оформленному тексту КР; грамотной презентации с небольшим нарушением логики и компоновки представления результатов, отражающей цель и решение основных задач, поставленных и решенных в защищаемой КР; докладу по сути защищаемой КР, с нарушением логики представления материала; неполному ответу на один из вопросов, заданные преподавателями, входящими в комиссию.

- Оценка «удовлетворительно» соответствует правильно выполненному и оформленному тексту КР; грамотной презентации с нарушением логики и компоновки представления результатов, отражающей цель и решение основных задач, поставленных и решенных в защищаемой КР; не предоставлению в рамках доклада одной из основных задач КР, с нарушением логики представления материала; отсутствию ответа или неправильным ответам на несколько вопросов, заданных преподавателями, входящими в комиссию.

В случае, если студент подготовил к защите презентацию, не соответствующую содержанию защищаемой КР, в рамках доклада не представил основные результаты защищаемой КР, не ответил ни на один из предложенных преподавателями вопросов, то выставляется оценка "не защитил".

#### Дифференцированный зачет

Для получения оценки «зачтено - удовлетворительно» студент должен выполнить тест и ответить не менее чем на 60% вопросов (в тесте 20 вопросов).

Для получения оценок «зачтено - хорошо» и «зачтено - отлично» дифференцированный зачет проходит в форме ответов на два теоретических вопроса по билету. Оценивается полнота и правильность ответа по билету.

Оценка «зачтено-хорошо»: ответ по билету не менее 80% по каждому вопросу.

Оценка «зачтено - отлично»: ответ по билету не менее 80% по каждому вопросу, ответы на 2-3 дополнительных вопроса из списка со степенью полноты ответа не менее 50% по каждому.

Оценка "не зачтено" ставится, если студент отметил менее чем на 60% вопросов теста (в тесте 20 вопросов).

Вопросы расположены в УМК дисциплины.

Паспорт фонда оценочных средств

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %	НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА
				ВСЕГО	Лекции	Практические занятия		ПК-5	
5	9	Раздел 1. Классификация.	10	8	4	4	2	20	Вопросы для текущего контроля
5	9	Раздел 2. Теплообменные аппараты.	37	20	10	10	17	20	Вопросы для текущего контроля
5	9	Раздел 3. Основы проектирования.	37	20	10	10	17	20	Вопросы для текущего контроля, Курсовая работа
5	9	Раздел 4. Тип теплообменного оборудования.	14	12	6	6	2	20	Вопросы для текущего контроля
5	9	Раздел 5. Холодильные установки.	10	8	4	4	2	20	Вопросы для текущего контроля
Всего за 9 семестр			108	68	34	34	40	100	
Всего по дисциплине			108	68	34	34	40	100	

## Оценочные материалы по дисциплине ТЕПЛООБМЕННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

### ПК-5 - Способен проводить расчёты процессов в ракетных двигателях, прочности и надёжности изделий и их составных элементов

№ 1 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Требуется разработать теплообменный аппарат для помещения 30 м<sup>2</sup>. Требование: компактность. Металлоемкость должна быть наилучшая из всех возможных типов рекуперативных теплообменных аппаратов. Назовите тип теплообменника.

№ 2 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

В каких случаях применяют ребристые теплообменники?

№ 3 Прочитайте текст и установите последовательность

Основные фракции нефти определяют по интервалам температур, при которой кипят входящие в них углеводороды. Запишите последовательно названия фракций.

1. дизельная фракция, или газойль, — 250–360°C;
2. бензиновая фракция — 28–150°C;
3. мазут — выше 360°C;
4. керосиновая фракция — 150–250°C.

№ 4 Прочитайте текст и установите соответствие

Тип ТО	Определение
1. Рекуперативные	А. называют такие аппараты, в которых одна и та же поверхность нагрева через определенные промежутки времени омывается горячим или холодным теплоносителями.
2. Регенеративные	Б. процесс передачи теплоты происходит при непосредственном соприкосновении и частичном или полном смешении горячего и холодного теплоносителей.
3. Смесительные	В. называют такие аппараты, в которых теплота от горячего теплоносителя к холодному пере дается через разделяющую их непроницаемую стенку. Г. тепловая энергия генерируется в самом теплообменнике из энергии другого вида и идет на нагрев холодного теплоносителя.

№ 5 Прочитайте текст и установите соответствие

Тип ТО	Определение
1. Кожухотрубчатые (кожухотрубные)	А. устройство для охлаждения большого количества воды направленным потоком атмосферного воздуха.
2. Градирня (охладительная башня)	Б. представляют собой аппараты, выполненные из пучков труб, скрепленных при помощи трубных решеток (досок) и ограниченных кожухами и крышками с патрубками.
3. Пластиначатый теплообменник	В. устройство, в котором основную функцию теплопередачи между теплоносителями выполняет пакет пластин. Г. устройство в котором поверхность нагрева образуется двумя тонкими металлическими листами, приваренными к разделительной перегородке (керна) и свёрнутыми в виде спиралей.

№ 6 Прочитайте текст и установите последовательность

Ректификация - метод разделения смеси жидкостей на чистые фракции благодаря последовательному многократному испарению жидкой фазы и конденсации паров в двух

встречных потоках - ниспадающей жидкости и восходящих паров. Запишите порядок ректификации.

1. Сырье нагревается. При нагревании пары поднимаются вверх по колонне.
2. Сырье частично охлаждается, конденсируется и стекает по стенкам обратно в перегонный куб.
3. Более легкие фракции следуют в дефлегматор выше, где происходит окончательное разделение жидкостей на дистиллят и фракции с низкой температурой кипения.
4. В перегонный куб заливается сырье на 2/3 объема.

№ 7 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

**Барабанные сушильные установки, в обеспечение надежности конструкции, целесообразнее всего применять для сушки**

- 1) раствор с высокой начальной влажностью
- 2) тонких гибких материалов
- 3) массивных штучных заготовок
- 4) мелких металлических деталей
- 5) сыпучих дисперсных материалов

№ 8 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Назовите основные виды инженерных расчетов теплообменного оборудования?

1. Тепловой конструкторский расчет
2. Тепловой поверочный расчет
3. Физический общий расчет
4. Тепловой конструктивный расчет

№ 9 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Назовите два основных преимущества спирального теплообменного аппарата:

1. компактность
2. меньшее гидравлическое сопротивление для прохода теплоносителей
3. пригодность работы под избыточным давлением до 1,0 МПа

сложность изготовления

№ 10 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Кожухотрубный теплообменник представляет собой аппарат, выполненный из ...

1. пучков труб, собранных при помощи трубных решеток (досок)
2. трубные решетки не ограничены кожухом
3. трубные решетки ограничены кожухом
4. пластин, перпендикулярно расположенных к оси ТО

№ 11 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

**Активированный уголь, силикагель, алюмосиликаты, цеолиты - это**



1) бинарные смеси

2) растворы

3) адсорбенты

4) абсорбенты

5) растворители

№ 12 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

**В кожухотрубчатых теплообменных аппаратах трубки чаще всего выполняются прямыми**

1) для задержания теплоносителя внутри аппарата

2) для получения большой поверхности нагрева в небольшом объеме

3) для увеличения скорости теплоносителя

4) для удобства чистки и замены

5) для компенсации температурных удлинений