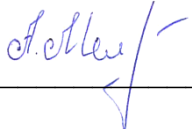


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ИНЖЕНЕРНЫЙ ФАКУЛЬТЕТ

Утверждено:  
на заседании кафедры ТМО  
протокол от 14.04.2020 г. № 13/1  
Зав. кафедрой  
Сайтов Р.И.

Согласовано:  
Председатель УМК  
Инженерного факультета  
от 20.04.2020 г. №8

  
/Мельникова А.Я.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

Теплотехника

(наименование дисциплины)

**Вариативная часть - Б1.В.1.03**

(цикл дисциплины и его часть (базовая, вариативная, дисциплина по выбору))

**Программа бакалавриата**

**Направление подготовки**

15.03.02 – Технологические машины и оборудование  
(указывается код и наименование направления подготовки)

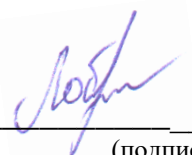
**Направленность (профиль) подготовки**

Инжиниринг технологического оборудования  
(указывается наименование направленности (профиля) подготовки)

**Квалификация – бакалавр**

(указывается квалификация)

Разработчик (составитель)  
старший преподаватель  
(должность, ученая степень, ученое звание)

  
/Лобанов М.А.  
(подпись, Фамилия И.О.)

Для приема: 2020

Уфа 2020 г.

Составитель: Лобанов М.А.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры протоколом от 14.04.2020 г. № 13/1

Заведующего кафедрой

Сайтов Р.И.

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании кафедры

---

---

---

---

протокол № \_\_\_\_ от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_ г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании кафедры

---

---

---

---

протокол № \_\_\_\_ от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_ г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании кафедры

---

---

---

---

протокол № \_\_\_\_ от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_ г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /

## Список документов и материалов

|  |    |
|--|----|
| 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы  | 4  |
| 2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы   | 5  |
| 3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)  | 5  |
| 4. Фонд оценочных средств по дисциплине  | 6  |
| 4.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания  | 6  |
| 4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций | 7  |
| 4.3. Рейтинг-план дисциплины   | 15 |
| 5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины   | 16 |
| 5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины  | 16 |
| 5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины  | 17 |
| 6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине   | 17 |
| Приложение 1   | 19 |
| Приложение 2   | 21 |

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

В результате освоения образовательной программы обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

| Результаты обучения                      |   | Формируемая компетенция (с указанием кода)  | Примечание |
|--|---|---|------------|
| Знания                                   | Знать:<br>- основные законы термодинамики;  | ПК-2 - умением моделировать технические объекты и технологические процессы с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования, готовностью проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов (далее ПК-2) |            |
|  | - теплофизические свойства веществ;   | ПК-2  |            |
|  | - влияние температуры на физические свойства твердых, жидких и газообразных веществ.  | ПК-2  |            |
| Умения                                   | Уметь:<br>- пользоваться справочными системами и паспортами объектов для освоения технологического оборудования;  | ПК-2  |            |
|  | - разрабатывать технические задания на проектирование и изготовление сосудов, аппаратов, теплообменников и нестандартного оборудования  | ПК-2  |            |
|  | - проектировать сосуды, аппараты, теплообменники и технологические процессы с использованием автоматизированных систем проектирования.  | ПК-2  |            |
| Владения<br>(навыки / опыт деятельности) | Способность:<br>- выполнять прикладные задачи с помощью электронно-вычислительной техники и информационно- коммуникативных технологий;  | ПК-2  |            |
|  | - быстро осваивать и применять специализированное программное обеспечение для решения прикладных задач;   | ПК-2  |            |
|  | - разрабатывать эскизные, технические и рабочие проекты теплообменников различного вида и класса с использованием средств автоматизированного проектирования и передового опыта разработки конкурентоспособных изделий. | ПК-2  |            |

## **2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина «Теплотехника» относится к дисциплинам вариативной части Б1.В.1.03 согласно рабочему учебному плану.

Дисциплина изучается

- у очной формы обучения на 2 курсе в 4 семестре и на 3 курсе в 5 семестре;
- у заочной формы обучения на 2 курсе в летней сессии и на 3 курсе в зимней и летней сессиях.

Цели изучения дисциплины: для овладения указанными видами профессиональной (трудовой) деятельности и соответствующими профессиональными компетенциями обучающийся в ходе освоения дисциплины должен:

- освоить практический опыт (приобрести навыки выполнения трудовых действий): проектирования технических и технологических комплексов с использованием автоматизированных систем технологической подготовки производства сосудов, аппаратов и теплообменников; освоить методику разработки технических заданий на проектирование и изготовление нестандартного оборудования и технологической оснастки с использованием современных САПР;
- приобрести умения: проектирования теплообменных аппаратов и технологических процессов с использованием автоматизированных систем технической и технологической подготовки производства технических и технологических комплексов;
- получить знания: по использованию современных САПР в условиях производства.

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в рамках изучения следующих дисциплин:

- Начертательная геометрия и инженерная графика;
- Введение в специальность;
- Физика.

Рабочая программа дисциплины является частью основной профессиональной образовательной программы подготовки бакалавров по направлению 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» в соответствии с ФГОС ВО №1170 от 20 октября 2015 г.

Освоение дисциплины «Теплотехника» является основополагающим для изучения таких базовых для инженера дисциплин, как:

- Механика жидкости и газа
- Проектирование и расчет технологических машин и комплексов.

## **3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)**

Содержание рабочей программы представлено в Приложении № 1.

#### 4. Фонд оценочных средств по дисциплине

##### 4.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

*ПК-2 – умением моделировать технические объекты и технологические процессы с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования, готовностью проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов*

| Этап, уровень освоения компетенции | Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)   | Критерии оценивания результатов обучения   |   |   |  |
|------------------------------------|---|--|---|---|--|
|                                    |   | 2 («Не удовлетворительно»)   | 3 («Удовлетворительно»)   | 4 («Хорошо»)  | 5 («Отлично»)  |
| Первый этап (пороговый уровень)    | Знать:<br>- основные законы термодинамики;  | Не имеет базовых знаний в области термодинамики, теплотехники.                   | Знает основные законы термодинамики, их открывателей, математические формулы и единицы измерения.       | Знает принцип процесса передачи тепла между твердыми, жидкими и газообразными веществами. | Применяет теоретические знания на практике для решения прикладных задач в области передачи тепловой энергии. |
| Второй этап (базовый уровень)      | Уметь:<br>- проектировать сосуды, аппараты, теплообменники и технологические процессы с использованием автоматизированных систем проектирования | Не умеет использовать базовые функции систем автоматизированного проектирования. | Умеет использовать базовые и расширенные функции современных систем автоматизированного проектирования. | Умеет выполнять расчет процессов передачи тепла между простыми объектами.                 | Умеет выполнять расчет процессов передачи тепла между сложными промышленными объектами                       |
| Третий этап (повышенный уровень)   | Владеть:<br>- выполнять прикладные задачи с помощью электронно-вычислительной техники и информационно-коммуникативных технологий;               | Не владеет базовыми навыками расчета тепловых машин и аппаратов.                 | Владеет базовыми навыками расчета тепловых машин и аппаратов в САПР.                                    | Способен учитывать внешние факторы при проектировании оборудования в САПР.                | Способен проектировать теплообменные аппараты в современных САПР.  |

##### 4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

| Этапы освоения | Результаты обучения  | Компетенция | Оценочные средства        |
|----------------|--|-------------|---------------------------|
| Знания         | Знать основные законы термодинамики;   | ПК-2        | Тест                      |
|                | теплофизические свойства веществ;  | ПК-2        | Тест, практическая работа |
|                | влияние температуры на физические свойства твердых, жидких и газообразных веществ.                         | ПК-2        | Тест, практическая работа |
| Умения         | Уметь пользоваться справочными системами и паспортами объектов для освоения технологического оборудования; | ПК-2        | Практическая работа       |

|                              |   |      |                     |
|------------------------------|---|------|---------------------|
|                              | разрабатывать технические задания на проектирование и изготовление сосудов, аппаратов, теплообменников и нестандартного оборудования  | ПК-2 | Практическая работа |
|                              | проектировать сосуды, аппараты, теплообменники и технологические процессы с использованием автоматизированных систем проектирования.  | ПК-2 | Практическая работа |
| 3-й этап<br>Владеть навыками | Способность выполнять прикладные задачи с помощью электронно-вычислительной техники и информационно-коммуникативных технологий;   | ПК-2 | Контрольная работа  |
|                              | быстро осваивать и применять специализированное программное обеспечение для решения прикладных задач;   | ПК-2 | Контрольная работа  |
|                              | разрабатывать эскизные, технические и рабочие проекты теплообменников различного вида и класса с использованием средств автоматизированного проектирования и передового опыта разработки конкурентоспособных изделий. | ПК-2 | Контрольная работа  |

#### 4.2.1. Вопросы для зачета

Вопросы к зачету оформлены в виде экзаменационных билетов. Каждый экзаменационный билет состоит из 3 вопросов. Один из трех вопросов в большинстве случаев подразумевает дополнительный ответ с приведением примера.

Примерные вопросы для зачета:

После прохождения первого курса лекций:

1. Опишите принцип работы термоса.
2. Какие методы передачи тепла от Солнца к Земле применяются?
3. Будет ли работать вечный двигатель второго порядка и почему?
4. Что такое термодинамическое равновесие?
5. Опишите первый закон термодинамики.
6. Опишите второй закон термодинамики.
7. Изложите влияние теплопроводности на практике.

8. Что такое удельная теплоемкость вещества?
9. Что такое конвекция? Опишите естественную и принудительную конвекцию.
10. Что такое энтальпия? Что такое энтропия?

После прохождения второго курса лекций:

1. Почему используют биметаллические трубы для изготовления оребренных труб АВО?
2. Какие способы изготовления оребренных труб вы знаете? На чем изготавливаются оребренные трубы?
3. Для чего нужен линзовый компенсатор на кожухе трубчатого теплообменника?
4. Сколько ходов может быть в кожухотрубчатом теплообменнике?
5. Опишите конструкцию плавающей головки теплообменника.
6. Для чего используют компенсаторы в теплообменнике (изогнутые трубы, линзовый компенсатор, плавающая головка)?
7. Перечислите базовые детали кожухотрубчатого теплообменника.
8. Способы крепления теплообменных труб к трубной решетке.
9. Для чего нужны поперечные межтрубные перегородки?
10. Что такое дренаж?



Образец экзаменационного билета:

|  |
|--|
| МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ<br>ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»<br>ИНЖЕНЕРНЫЙ ФАКУЛЬТЕТ<br>КАФЕДРА «ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ»  |
| Дисциплина: Теплотехника<br>Направление подготовки: 15.03.02 – Технологические машины и оборудование<br>Профиль: «Инжиниринг технологического оборудования»<br>2018-2019 уч.год        |
| <b>Экзаменационный билет №20</b>   |
| 1. Опишите второй закон термодинамики.<br>2. Чем ограничивается скорость течения теплоносителей в аппарате?<br>3. Какой теплоноситель предпочтительно подавать в трубное пространство? |
| Утверждено на заседании кафедры от _____ г., протокол № _____<br>(дата)  |
| Заведующий кафедрой _____<br>(подпись) (Ф.И.О.)  |

Перевод оценки из 100-балльной в четырех балльную производится следующим образом:

- отлично – от 80 до 110 баллов (включая 10 поощрительных баллов);
- хорошо – от 60 до 79 баллов;
- удовлетворительно – от 45 до 59 баллов;
- неудовлетворительно – менее 45 баллов.

Подробности см. в приложении 2.

Критерии оценки (в баллах):

- **25-30 баллов** выставляется студенту, если студент дал полные, развернутые ответы на все теоретические вопросы билета, продемонстрировал знание функциональных возможностей, терминологии, основных элементов, умение применять теоретические знания при выполнении практических заданий. Студент без затруднений ответил на все дополнительные вопросы. Практическая часть работы выполнена полностью без неточностей и ошибок;

- **17-24 баллов** выставляется студенту, если студент раскрыл в основном теоретические вопросы, однако допущены неточности в определении основных понятий. При ответе на дополнительные вопросы допущены небольшие неточности. При выполнении практической части работы допущены несущественные ошибки;

- **10-16 баллов** выставляется студенту, если при ответе на теоретические вопросы студентом допущено несколько существенных ошибок в толковании основных понятий. Логика и полнота ответа страдают заметными изъянами. Заметны пробелы в знании основных методов. Теоретические вопросы в целом изложены достаточно, но с пропусками материала. Имеются принципиальные ошибки в логике построения ответа на вопрос. Студент не решил задачу или при решении допущены грубые ошибки;

- **1-10 баллов** выставляется студенту, если ответ на теоретические вопросы свидетельствует о непонимании и крайне неполном знании основных понятий и методов. Обнаруживается отсутствие навыков применения теоретических знаний при выполнении практических заданий. Студент не смог ответить ни на один дополнительный вопрос.

## 4.2.2. Тесты

Примеры тестов:

### 1. Какие методы передачи тепла от Солнца к Земле применяются?

- а) За счет теплопроводности;
- б) За счет конвекции;
- в) За счет электромагнитных волн;
- г) За счет гравитации;

### 2. Что такое удельная теплоемкость вещества?

- а) Количество теплоты, которое необходимо подвести к единице массы вещества, чтобы нагреть его на единицу температуры;
- б) Количество энергии, которую можно преобразовать в теплоту;
- в) Мера необратимого рассеивания энергии вещества;
- г) Количество внутренней энергии для поддержания молекулярной структуры вещества;

### 3. Что такое конвекция?

- а) Вид теплообмена, при котором тепловая энергия передается путем перемещения вещества в пространстве;
- б) Характер движения потока жидкости или газа, где образуются завихрения и пульсации;
- в) Прогрев металла до высокой температуры для снятия остаточных механических напряжений;
- г) Природное явление, при котором образуется град;

### 4. Что такое теплопроводность?

- а) Способ передачи тепловой энергии от одной части тела к другой или при контакте двух тел посредством передачи энергии от одной частицы к другой;
- б) Способ передачи тепловой энергии путем движения молекул вещества;
- в) Способность материала поглощать механическую энергию в процессе деформации и разрушения под действием ударной нагрузки;
- г) Отношение кинетической энергии всех молекул вещества к потенциальной энергии их взаимодействия;

### 5. Что гласит первый закон термодинамики?

- а) Во всех явлениях, происходящих в природе, энергия не возникает и не исчезает. Она только превращается из одного вида в другой, при этом ее значение сохраняется;
- б) Энергия замкнутой системы не постоянна;
- в) Невозможен тепловой вечный двигатель второго рода, т.е. двигатель, совершающий механическую работу за счет охлаждения какого-либо одного тела;
- г) При нагревании или охлаждении изменяются размеры твердых тел и объем жидкостей;

### 6. Будет ли работать вечный двигатель второго порядка и почему?

- а) Будет, с учетом того, что окружающая среда не будет изменяться;
- б) Не будет, потому что возможен процесс, при котором теплота переходила бы самопроизвольно от тел более холодных к телам более нагретым;
- в) Не будет, поскольку невозможны процессы, единственным следствием которых была бы механическая работа, произведенная за счет охлаждения теплового резервуара;
- г) Будет, ведь существуют случаи, когда процесс не нарушает первый закон термодинамики;

### 7. Что такое термодинамическое равновесие?

- а) Состояние системы, которое при отсутствии внешних воздействий может сохраняться сколь угодно долго;

- б) Состояние системы, при котором остаются неизменными во времени макроскопические величины этой системы (температура, давление, объём, энтропия) в условиях взаимодействия с окружающей средой;
- в) Состояние системы, при котором происходит самопроизвольное рассеивание тепловой энергии;
- г) Состояние системы, характеризующее способность двух тел в замкнутом пространстве иметь одинаковую температуру;

**8. Чем отличаются теплообменники жесткой конструкции от теплообменников с не жесткой конструкцией?**

- а) В теплообменниках жесткой конструкции предусматривается возможность некоторого независимого перемещения теплообменных труб и корпуса для устранения дополнительных напряжений и температурных удлинений;
- б) В теплообменниках жесткой конструкции предусматривается возможность жесткого закрепления корпуса с опорами;
- в) В теплообменниках не жесткой конструкции предусматривается возможность некоторого независимого перемещения теплообменных труб и корпуса для устранения дополнительных напряжений и температурных удлинений;
- г) В теплообменниках не жесткой конструкции отсутствует возможность некоторого независимого перемещения теплообменных труб и корпуса для устранения дополнительных напряжений и температурных удлинений;

**9. Для чего используют компенсаторы в теплообменнике?**

- а) Для уменьшения сопротивления движения потока жидкости в межтрубном пространстве;
- б) Для увеличения площади теплообмена;
- в) Для повышения прочности конструкции;
- г) Для компенсации температурных напряжений;

**10. Для чего служат распределительные камеры?**

- а) Для повышения прочности конструкции;
- б) Для компенсации температурных напряжений;
- в) Для распределения потока рабочей среды по теплообменным трубам;
- г) Для распределения потока рабочей среды по межтрубному пространству.

Критерии оценки (в баллах):

- 0-1- баллов выставляется студенту, если правильно выполнено от 0-25% от всего объема теста;
- 2-4 баллов выставляется студенту, если правильно выполнено от 25-50% от всего объема теста;
- 5-7 баллов выставляется студенту, если если правильно выполнено от 50-75% от всего объема теста;
- 8-10 баллов выставляется студенту, если если правильно выполнено от 75-100% от всего объема теста.

**4.2.3. Вопросы для семинаров**

1. Преимущества и недостатки метода конечных элементов для инженерного анализа процесса передачи тепловой энергии.
2. Использование накопленных знаний в повседневной жизни.
3. Применение того или иного компонента в качестве нагревающей или охлаждающей среды. Их теплофизические свойства.

Критерии оценки (в баллах):

- 1 балл выставляется студенту, если студент участвовал в одном вопросе;
- 3 балла выставляется студенту, если студент участвовал в двух вопросах;
- 5 баллов выставляется студенту, если студент затронул все темы.

#### 4.2.4. Задания для контрольной работы

Нормативно-техническая документация. Исходные данные к проектированию теплообменного аппарата. Расчет кожухотрубчатого теплообменника. Подготовка отчета.

**Тема:** Тепловой расчет кожухотрубчатого теплообменного аппарата

Пример варианта задания:

### 1. ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ № ТА001

на поставку кожухотрубчатого теплообменного аппарата

#### 1.1. Общие сведения

|                          |  |
|--------------------------|--|
| Предприятие - заказчик:  | УНЦ «ТМО»  |
| Наименование установки:  | -  |
| Назначение аппарата:     | -  |
| Вид аппарата:            | кожухотрубчатый                                    |
| Тип аппарата:            | по усмотрению претендента                          |
| Техническое обозначение: | -  |
| Номер стандарта:         | ТУ 3612-023-00220302-01<br>ТУ 3612-024-00220302-02 |

#### 1.2. Технические требования

|                         |                           |
|-------------------------|---------------------------|
| Ориентация аппарата:    | горизонтальный            |
| Тип изоляции:           | по усмотрению претендента |
| Материальное исполнение |                           |
| 1) кожух:               | по усмотрению претендента |
| 2) трубы:               | по усмотрению претендента |
| 3) опора:               | по усмотрению претендента |

#### 1.3. Дополнительные требования

|                       |                 |
|-----------------------|-----------------|
| Срок службы аппарата: | не менее 10 лет |
|-----------------------|-----------------|

|                      |                |
|----------------------|----------------|
| Межремонтный пробег: | не менее 5 лет |
|----------------------|----------------|

## 1.4. Приложения

Приложение 1 - Опросный лист на проектирование кожухотрубчатого теплообменного аппарата по данным технологического процесса.

Приложение 1

## 2. ОПРОСНЫЙ ЛИСТ

на проектирование кожухотрубчатого теплообменного аппарата по данным технологического процесса

### 2.1. Характеристики

| №    | Наименование                          | Ед. изм.          | Межтрубная зона |       |        | Внутритрубная зона |
|------|---------------------------------------|-------------------|-----------------|-------|--------|--------------------|
| 1.   | Наименование среды:                   | -                 | Керосин         |       |        | Вода               |
| 2.   | Химический состав:                    | -                 | -               |       |        | -                  |
| 3.   | Общий расход:                         | м <sup>3</sup> /ч |                 |       |        |                    |
| 3.1. | Расход жидкости:                      | кг/ч              | 243             |       |        | 180                |
| 3.2. | Расходы пара/газа:                    | кг/ч              |                 |       |        |                    |
| 4.   | Температура                           | °С                |                 |       |        |                    |
|      | 1) на входе:                          |                   | 96              |       |        | 34                 |
|      | 2) на выходе:                         |                   | 72              |       |        | 53                 |
| 5.   | Давление                              | МПа               |                 |       |        |                    |
|      | 1) расчетное:                         |                   | 0,6             |       |        | 0,6                |
|      | 2) рабочее:                           |                   | 0,6             |       |        | 0,6                |
| 6.   | Допустимые перепады давления:         | КПа               | 100             |       |        | 100                |
| 7.   | Теплофизические свойства рабочих сред | при               | 96              | 84    | 72     | в справочнике      |
| 7.1  | плотность:                            | кг/м <sup>3</sup> | 766             | 781   | 788    |                    |
| 7.2  | вязкость:                             | мПа·с             | 0,545           | 0,664 | 0,735  |                    |
| 7.3  | теплопроводность:                     | Вт/м·°С           | 0,1115          | 0,112 | 0,1133 |                    |
| 7.4  | теплоёмкость:                         | кДж/кг·°С         | 2,38            | 2,28  | 2,23   |                    |

Один из примеров результата работы:

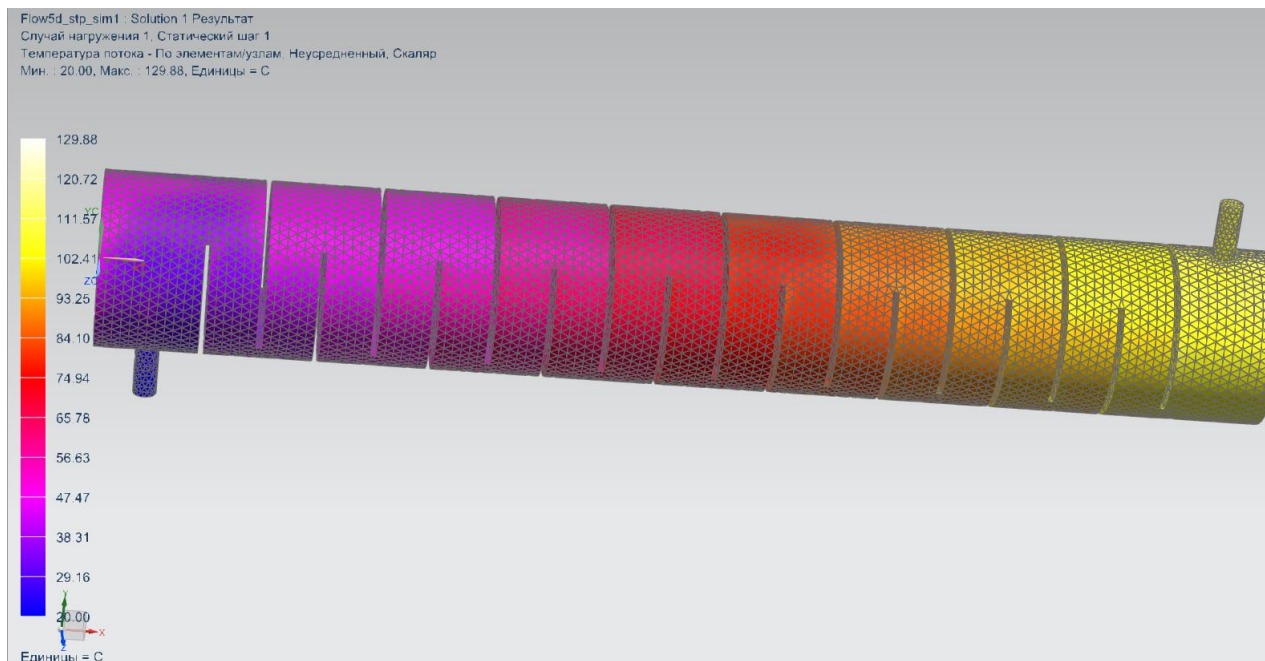


Рисунок 1 - Процесс теплопередачи в межтрубном пространстве

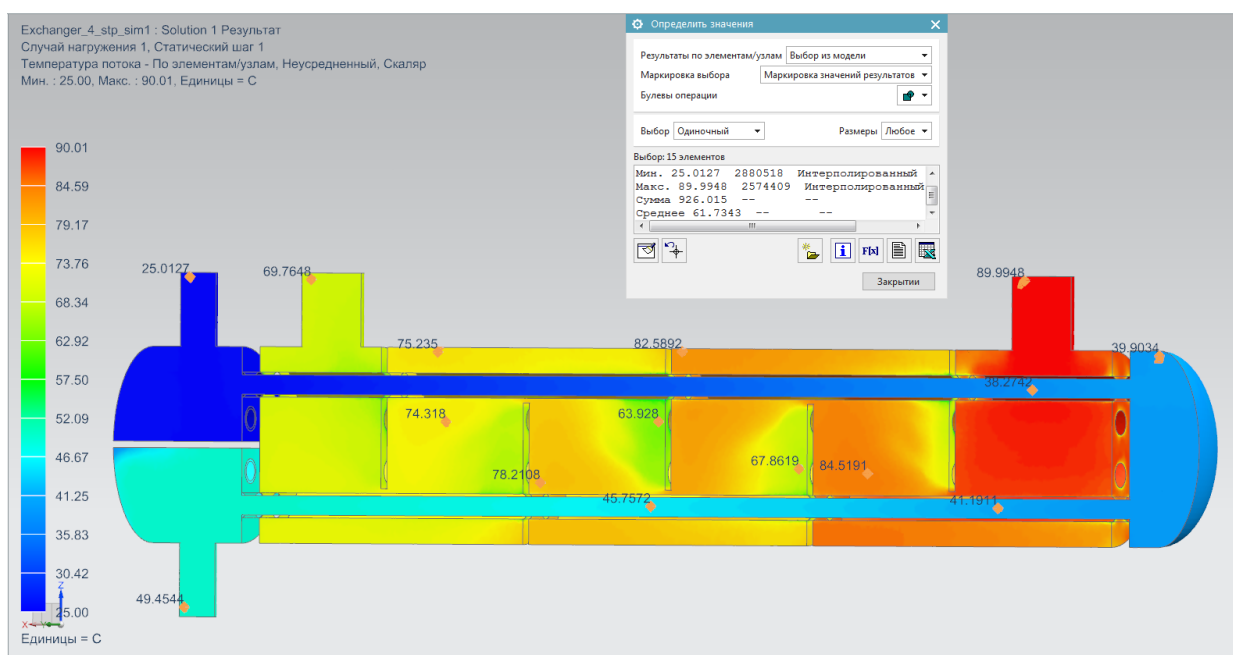


Рисунок 2 - Процесс теплопередачи в кожухотрубчатом теплообменнике

### Описание методики оценивания:

Подготовленная и оформленная в соответствии с требованиями контрольная работа оценивается по следующим критериям:

- достижение поставленной цели и задач исследования (новизна и актуальность поставленных в контрольной работе проблем, правильность формулирования цели, определения задач исследования, правильность выбора методов решения задач и реализации цели; соответствие выводов решаемым задачам, поставленной цели, убедительность выводов);
- уровень эрудированности автора по изученной теме (знание автором состояния изучаемой проблематики, цитирование источников, степень использования в работе результатов исследований);

- личные заслуги автора контрольной работы (новые знания, которые получены помимо образовательной программы, новизна материала и рассмотренной проблемы, научное значение исследуемого вопроса);

- культура письменного изложения материала (логичность подачи материала, грамотность автора)

- культура оформления материалов работы (соответствие работы всем стандартным требованиям);

- знания и умения на уровне требований стандарта данной дисциплины: знание фактического материала, усвоение общих понятий и идей;

- степень обоснованности аргументов и обобщений (полнота, глубина, всесторонность раскрытия темы, корректность аргументации и системы доказательств, характер и достоверность примеров, иллюстративного материала, наличие знаний интегрированного характера, способность к обобщению);

- качество и ценность полученных результатов (степень завершенности реферативного исследования, спорность или однозначность выводов);

- использование литературных источников.

При положительном заключении работа допускается к защите, о чем делается запись на титульном листе работы.

При отрицательной рецензии работа возвращается на доработку с последующим представлением на повторную проверку с приложением замечаний, сделанных преподавателем.

#### **Критерии оценки (в баллах):**

- 15 баллов выставляется студенту, если все выполнено в соответствии с требованиями;

- 10 баллов выставляется студенту, если все выполнено с замечаниями;

- 5 баллов выставляется студенту, если частично выполнено;

- 3 балла выставляется студенту, если частично выполнено с серьезными замечаниями.

#### **4.3. Рейтинг-план дисциплины**

Рейтинг–план дисциплины представлен в приложении 2.

## 5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

#### Основная литература:

1. Замалеев З. Х., Посохин В. Н., Чефанов В. М. Основы гидравлики и теплотехники: Учебное пособие. — СПб: Лань, 2014. — 352 с. ЭВК, ЭБС «Лань» [https://e.lanbook.com/book/39146#book\\_name](https://e.lanbook.com/book/39146#book_name)
2. Кудинов И. В., Стефанюк Е. В. Теоретические основы теплотехники: учебное пособие. Ч. 1. Термодинамика. — Самара: Самарский государственный архитектурно-строительный университет, 2013. — 172 с. ЭВК, ЭБС УБО [http://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_red&id=256110&sr=1](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=256110&sr=1)
3. Круглов Г. А., Булгакова Р. И., Круглова Е. С. Теплотехника. – Лань, 2012. – 208 с. ЭВК, ЭБС «Лань» – [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=3900](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=3900)
4. Новиков И.И. Термодинамика. — Лань, 2009. — 592 с. ЭВК, ЭБС «Лань» [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=286](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=286)

#### Дополнительная литература:

1. Павлов В. П., Карасев Г. Н. Дорожно-строительные машины. Системное проектирование, моделирование, оптимизация: учебное пособие. — Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2011. — 240 с. — ЭВК, ЭБС УБО (<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=229151&sr=1>)
2. Тарабарин О. И., Абызов А. П., Ступко В. Б. Проектирование технологической оснастки в машиностроении. — Лань, 2013. — ЭВК, ЭБС «Лань» ([http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=5859](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=5859))
3. Шелофаст В. В., Чугунова Т. Б., Основы проектирования машин. Примеры решения задач. — М. 2004

### 5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины

1. [www.biblioclub.ru](http://www.biblioclub.ru)
2. [www.e.lanbook.com](http://www.e.lanbook.com)
3. [www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru)
4. [www.elib.bashedu.ru](http://www.elib.bashedu.ru)
5. [www.truboprovod.ru](http://www.truboprovod.ru)
6. <http://kompas.ru/>
7. [www.plm.automation.siemens.com](http://www.plm.automation.siemens.com)
8. Система дистанционного обучения БашГУ (СДО БашГУ) на базе Moodle.
9. Пакет офисных приложений профессионального уровня OfficeProfessionalPlus 2013 RussianOLPNLAcademicEdition № 0301100003613000104-1 от 17.06.2013 г.
10. Серверная операционная система Windows Server Standard 2012 Russian OLP NL AcademicEdition 2Proc № 0301100003613000104-1 от 17.06.2013 г.
11. Операционная система для персонального компьютера Win SL & Russian OLP NL AcademicEdition Legalization GetGenuine № 0301100003613000104-1 от 17.06.2013 г.



12. Обновление операционной системы для персонального компьютера WindowsProfessional 8 RussianUpgradeOLPNLAcademicEdition№ 0301100003613000104-1 от 17.06.2013 г.

13. Desktop Education ALNG LicSAPk OLVS E 1Y Academic Enterprise № 0301100003613000104-1 от 17.06.2013 г..2017.

## 6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Таблица 1 - Требования к материально-техническому оснащению для реализации дисциплины

| Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий   | Вид занятий                        | Наименование оборудования, программного обеспечения   |
|---|------------------------------------|---|
| 1   | 2                                  | 3   |
| 1. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа: аудитория №301, аудитория №302 (инженерный факультет)   | Лекционные занятия                 | Аудитория № 301:<br>Доска, мел, парты, стулья.<br>Аудитория № 302:<br>Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, проектор Nec M361X(M361XG) LCD 3600Lm XGA(1024x768) 3000:1, экран ScreenMedia Economy-P 1:1 180x180с.                                  |
| 2. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа: аудитория №001, Учебный компьютерный класс для проведения практических (семинарских) и лабораторных занятий (инженерный факультет) | Практические (семинарские) занятия | Стол – 7 шт. Стулья, 14 шт. Ноутбуки Packard Bell ENTTF71BM-C36P с зарядным устройством – 14 шт. Компьютерная оптическая USB-мышь – 14 шт. Телевизор с ЖК дисплеем DEXP SmartTV – 1 шт. HDMI кабель для подключения ноутбука к телевизору (проектору) – 1 шт. |
| 3. Проведение групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации: аудитория 301 (инженерный факультет)   | Консультации, тестирование         | Доска, мел, парты, стулья.  |
| 4. Помещения для самостоятельной работы: библиотека, аудитория № 201 (физмат. корпус)   | Самостоятельная работа студентов   | Pentium G2130/4Гб/500Гб/21,5"/Кл/мышь -50 шт., ПК в компл. Фермо Intel. Фермо Intel Моноблок №1 Фермо AMD A8-5500 – 50 шт.  |

Для освоения студентами профессиональных компетенций необходимо создать обязательные условия для аудиторных занятий и самостоятельной работы.

Для аудиторной работы:

- обеспечение рабочего места каждому студенту;
- достаточное освещение в соответствии с нормативной документацией по охране труда и техники безопасности;
- хорошая звукоизоляция;
- вентилируемое помещение;
- доступ к компьютеру и сети Интернет;
- мастер-классы преподавателя на практических и лабораторных занятиях для эффективного освоения навыков.

Для самостоятельной работы:

- выдача индивидуального задания студенту;
- предоставление методических рекомендаций и справочной литературы студентам;
- удаленного доступа к рабочим компьютерам для выполнения самостоятельной работы в программном обеспечении;
- оказание очных и дистанционных консультаций преподавателем.

Реализация дисциплины предполагает наличие учебного кабинета и следующих технических средств и оборудования для обеспечения образовательного процесса:

- рабочие места студентов, включающие столы, стулья и лампу (по возможности) для удобства ручного черчения на бумаге;
- персональные компьютеры или ноутбуки с мышкой;
- инженерное лицензионное программное обеспечение;
- учебная доска или интерактивная доска (по возможности);
- мультимедиа проектор и экран;
- методическая и справочная литература;
- копия рабочей программы дисциплины;
- запасные линейки, циркули, транспортиры (по возможности).

МИНОБРНАУКИ РФ  
ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ИНЖЕНЕРНЫЙ ФАКУЛЬТЕТ

**СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ**

дисциплины

Теплотехника на 4-5 семестры  
(наименование дисциплины)

Очная форма обучения

| Вид работы  | Объем дисциплины |
|---|------------------|
| Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)   | 4 / 144          |
| Учебных часов на контактную работу с преподавателем:  | 80.4             |
| лекций  | 36               |
| практических / семинарских  | 36               |
| лабораторных  | 8                |
| других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) | 0.4              |
| Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СРС) включая подготовку к экзамену/зачету  | 63.6             |

Формы контроля:

зачет: 4 семестр

зачет: 5 семестр

| № п/п   | Тема и содержание  | Форма изучения материалов:<br>лекции, практические занятия,<br>семинарские занятия |        |    |      | Основная и<br>дополн.<br>литература,<br>рек-мая<br>студентам | Задания по<br>самостоятель<br>ной работе<br>студентов | Форма<br>текущего<br>контроля<br>успеваемости<br>и |
|---|--|--|--------|----|------|--|---|--|
|   |  | ЛК   | ПР/СЕМ | ЛР | СР   |  |   |  |
| 1   | 2  | 3  | 4      | 5  | 6    | 7  | 8   | 9  |
| 4 семестр   |  |  |        |    |      |  |   |  |
| Модуль 1 - Теоретические основы теплотехники                  |  |  |        |    |      |  |   |  |
| 1.  | Тема 1.1. Теплоёмкость.<br>Тема 1.2. Теплопроводность.<br>Тема 1.3. Конвекция.<br>Тема 1.4. Тепловое излучение.<br>Сам. работа по модулю 1.<br>Текущий контроль.<br>Рубежный контроль.   | 12   | 8      | -  | 12   | [1], [2], [3]  | [2 - гл. 8 и<br>10], [17 - гл.<br>1]                  | КТ   |
| Модуль 2 - Термодинамические процессы в машинах и аппаратах   |  |  |        |    |      |  |   |  |
| 2.  | Тема 1.5. Число Нуссельта.<br>Тема 1.6. Критерий Прандтля.<br>Сам. работа по модулю 2.<br>Текущий контроль.<br>Итоговый контроль.  | 8  | 12     | -  | 19,8 | [1], [2], [4]  | [2 - гл. 8 и<br>10], [17 - гл.<br>1]                  | КР<br>Зачет  |
| 5 семестр   |  |  |        |    |      |  |   |  |
| Модуль 3 - Теплопередача в теплообменных аппаратах            |  |  |        |    |      |  |   |  |
| 3.  | Тема 2.1. Единая система<br>конструкторской документации<br>(ЕСКД).<br>Тема 2.2. Теплоизоляция сосудов и<br>аппаратов.<br>Тема 2.3. Тепло-гидравлический<br>расчет кожухотрубчатого<br>теплообменного аппарата в<br>программном комплексе HTRI.<br>Сам. работа по модулю 3.<br>Текущий контроль.<br>Рубежный контроль. | 8  | 8      | -  | 12   | [3], [4]   | [2 -гл. 2 и 3],<br>[17 - гл. 3, 4,<br>5, 6, 7]        | КТ   |
| Модуль 4 - Теплогидравлический расчет теплообменных аппаратов |  |  |        |    |      |  |   |  |
| 4.  | Тема 2.4. Проектирование сосудов<br>и аппаратов.<br>Тема 2.5. Тепловой расчет<br>теплообменников методом<br>конечных элементов.<br>Сам. работа по модулю 4.<br>Текущий контроль.<br>Итоговый контроль.   | 8  | 8      | -  | 19,2 | [6], [7]   | [2 -гл. 2 и 3],<br>[1 - гл. 3, 4,<br>5, 6, 7]         | КР<br>Зачет с<br>оценкой                           |

Принятые сокращения:

ЛК - лекция, ПР - практические занятия, СЕМ - семинар, ЛР - лабораторные работы, СР - самостоятельная работа студентов, Контроль - контроль самостоятельной работы и подготовка к экзамену, РГР - расчетно-графическая работа, КР - контрольная работа, КТ - компьютерное тестирование.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ**

дисциплины

Теплотехника на 4-5 семестры  
(наименование дисциплины)

Заочная форма обучения

| <b>Вид работы</b>   | <b>Объем дисциплины</b> |
|---|-------------------------|
| Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)   | 4 / 144                 |
| Учебных часов на контактную работу с преподавателем:  | 22.4                    |
| лекций  | 10                      |
| практических / семинарских  | 10                      |
| лабораторных  | 2                       |
| других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) | 0.4                     |
| Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СРС) включая подготовку к экзамену/зачету  | 121.6                   |

Формы контроля:

зачет:

3 курс

| № п/п   | Тема и содержание  | Форма изучения материалов:<br>лекции, практические занятия,<br>семинарские занятия |        |        |    | Основная и<br>дополн.<br>литература,<br>рек-мая<br>студентам | Задания по<br>самостоятель<br>ной работе<br>студентов | Форма<br>текущего<br>контроля<br>успеваемости<br>и |
|---|--|--|--------|--------|----|--|---|--|
|   |  | ЛК   | ПР/СЕМ | ЛР     | СР |  |   |  |
| 1   | 2  | 3  | 4      | 5      | 6  | 7  | 8   | 9  |
| 4 семестр   |  |  |        |        |    |  |   |  |
| Модуль 1 - Теоретические основы теплотехники                  |  |  |        |        |    |  |   |  |
| 1.  | Тема 1.1. Теплоёмкость.<br>Тема 1.2. Теплопроводность.<br>Тема 1.3. Конвекция.<br>Тема 1.4. Тепловое излучение.<br>Сам. работа по модулю 1.<br>Текущий контроль.<br>Рубежный контроль.   | 36   | 12     | 8      | 16 | [2], [11], [17]  | [2 - гл. 8 и<br>10], [17 - гл.<br>1]                  | КТ   |
| Модуль 2 - Термодинамические процессы в машинах и аппаратах   |  |  |        |        |    |  |   |  |
| 2.  | Тема 1.5. Число Нуссельта.<br>Тема 1.6. Критерий Прандтля.<br>Сам. работа по модулю 2.<br>Текущий контроль.<br>Итоговый контроль.  | 36   | 8      | 12     | 16 | [2], [11], [17]  | [2 - гл. 8 и<br>10], [17 - гл.<br>1]                  | КР<br>Зачет  |
| 5 семестр   |  |  |        |        |    |  |   |  |
| Модуль 3 - Теплопередача в теплообменных аппаратах            |  |  |        |        |    |  |   |  |
| 3.  | Тема 2.1. Единая система<br>конструкторской документации<br>(ЕСКД).<br>Тема 2.2. Теплоизоляция сосудов и<br>аппаратов.<br>Тема 2.3. Тепло-гидравлический<br>расчет кожухотрубчатого<br>теплообменного аппарата в<br>программном комплексе HTRI.<br>Сам. работа по модулю 3.<br>Текущий контроль.<br>Рубежный контроль. | 24   | 8      | 4      | 12 | [2], [17]  | [2 -гл. 2 и 3],<br>[17 - гл. 3, 4,<br>5, 6, 7]        | КТ   |
| Модуль 4 - Теплогидравлический расчет теплообменных аппаратов |  |  |        |        |    |  |   |  |
| 4.  | Тема 2.4. Проектирование сосудов<br>и аппаратов.<br>Тема 2.5. Тепловой расчет<br>теплообменников методом<br>конечных элементов.<br>Сам. работа по модулю 4.<br>Текущий контроль.<br>Итоговый контроль.   | 48   | 8      | 12 / 8 | 20 | [2], [17]  | [2 -гл. 2 и 3],<br>[17 - гл. 3, 4,<br>5, 6, 7]        | КР<br>Зачет с<br>оценкой                           |

Принятые сокращения:

ЛК - лекция, ПР - практические занятия, СЕМ - семинар, ЛАБ - лабораторные занятия, СРС - самостоятельная работа студентов и контроль самостоятельной работы.

в столбце 9: РГР - расчетно-графическая работа, КР - контрольная работа, КТ - компьютерное тестирование.

**Рейтинг-план учебной дисциплины**  
«Теплотехника»

Дисциплина: Теплотехника Б1.В.1.03

Направление подготовки: 15.03.02 «Технологические машины и оборудование»

Курс 2 семестр 4, 2018 / 2019 уч. г.

| Виды учебной деятельности студентов                                    | Балл за конкретное задание | Число заданий за семестр | Баллы       |              |
|--|----------------------------|--------------------------|-------------|--------------|
|  |                            |                          | Минимальный | Максимальный |
| <b>Модуль 1 Теоретические основы теплотехники</b>                      |                            |                          |             |              |
| <b>Текущий контроль</b>  |                            |                          |             |              |
| 1. Аудиторная работа   | 1                          | 1                        | 0           | 1            |
| 2. Тестовый контроль   | 1                          | 3                        | 0           | 3            |
| 3. Выполнение рефератов  | 4                          | 2                        | 0           | 8            |
| 4. Контроль выполнения и проверка лабораторных и практических работ    | 2                          | 7                        | 0           | 14           |
| <b>Рубежный контроль</b>   |                            |                          |             |              |
| 1. Письменная контрольная работа                                       | 5                          | 1                        | 0           | 5            |
| <b>Модуль 2 Термодинамические процессы в машинах и аппаратах</b>       |                            |                          |             |              |
| <b>Текущий контроль</b>  |                            |                          |             |              |
| 1. Аудиторная работа   | 1                          | 1                        | 0           | 1            |
| 2. Тестовый контроль   | 1                          | 7                        | 0           | 7            |
| 3. Выполнение рефератов  | 4                          | 1                        | 0           | 4            |
| 4. Контроль выполнения и проверка лабораторных и практических работ    | 2                          | 7                        | 0           | 14           |
| <b>Рубежный контроль</b>   |                            |                          |             |              |
| 1. Письменная контрольная работа                                       | 5                          | 1                        | 0           | 5            |
| <b>Поощрительные баллы</b>   |                            |                          |             |              |
| 1. Студенческая олимпиада  | 5                          | 1                        | 0           | 5            |
| 2. Публикация статей   | 5                          | 1                        | 0           | 5            |
| <b>Посещаемость (баллы вычитаются из общей суммы набранных баллов)</b> |                            |                          |             |              |
| Посещение лекционных занятий   | -                          | -                        | 0           | -6           |
| Посещение практических (семинарских, лабораторных занятий)             | -                          | -                        | 0           | -10          |
| <b>Итоговый контроль</b>   |                            |                          |             |              |
| 1. Зачет (4 семестр)   | 20                         | 1                        | 0           | 20           |

Утверждено на заседании кафедры \_\_\_\_\_

Протокол № \_\_\_\_\_ от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

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

Преподаватель \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /

**Рейтинг-план учебной дисциплины**  
«Теплотехника»

Дисциплина: Теплотехника Б1.В.1.03

Направление подготовки: 15.03.02 «Технологические машины и оборудование»

Курс 3 семестр 5, 2018 / 2019 уч. г.

| Виды учебной деятельности студентов                                    | Балл за конкретное задание | Число заданий за семестр | Баллы       |              |
|--|----------------------------|--------------------------|-------------|--------------|
|  |                            |                          | Минимальный | Максимальный |
| <b>Модуль 3 Теплопередача в теплообменных аппаратах</b>                |                            |                          |             |              |
| <b>Текущий контроль</b>  |                            |                          |             |              |
| 1. Аудиторная работа   | 1                          | 0                        | 0           | 1            |
| 2. Тестовый контроль   | 1                          | 0                        | 0           | 7            |
| 3. Выполнение рефератов  | 4                          | 0                        | 0           | 4            |
| 4. Контроль выполнения и проверка лабораторных и практических работ    | 2                          | 0                        | 0           | 14           |
| <b>Рубежный контроль</b>   |                            |                          |             |              |
| 1. Компьютерное тестирование   | 10                         |                          | 0           | 20           |
| <b>Модуль 4 Теплогидравлический расчет теплообменных аппаратов</b>     |                            |                          |             |              |
| 1. Аудиторная работа   | 1                          | 0                        | 0           | 1            |
| 2. Тестовый контроль   | 1                          | 0                        | 0           | 7            |
| 3. Выполнение рефератов  | 4                          | 0                        | 0           | 4            |
| 4. Контроль выполнения и проверка лабораторных и практических работ    | 2                          | 0                        | 0           | 14           |
| <b>Рубежный контроль</b>   |                            |                          |             |              |
| 1. Контрольная работа  | 10                         |                          | 0           | 20           |
| <b>Поощрительные баллы</b>   |                            |                          |             |              |
| 1. Студенческая олимпиада  | 5                          | 1                        | 0           | 5            |
| 2. Публикация статей   | 5                          | 1                        | 0           | 5            |
| <b>Посещаемость (баллы вычитаются из общей суммы набранных баллов)</b> |                            |                          |             |              |
| Посещение лекционных занятий   | -                          | 1                        | 0           | -6           |
| Посещение практических (семинарских, лабораторных занятий)             | -                          | 1                        | 0           | -10          |
| <b>Итоговый контроль</b>   |                            |                          |             |              |
| 1. Зачет с оценкой   | 20                         | 1                        | 0           | 20           |

Утверждено на заседании кафедры \_\_\_\_\_

Протокол № \_\_\_\_\_ от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

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

Преподаватель \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /