

# ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

ПРИЕМ 2019 г.

ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

## Тепломассообмен

|                                                         |                                                                                        |         |   |
|---------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|---------|---|
| Направление подготовки                                  | 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника                                                |         |   |
| Образовательная программа<br>(направленность (профиль)) | Инженерия теплоэнергетики и теплотехники                                               |         |   |
| Специализация                                           | Автоматизация технологических процессов и производств в теплоэнергетике и теплотехнике |         |   |
| Уровень образования                                     | высшее образование – бакалавриат                                                       |         |   |
| Курс                                                    | 3                                                                                      | семестр | 5 |
| Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)             | 6                                                                                      |         |   |

Заведующий кафедрой - руководитель НОЦ  
И.Н. Бутакова на правах кафедры  
Руководитель ООП  
Преподаватель

|                                                                                       |               |
|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
|    | Заворин А.С.  |
|  | Антонова А.М. |
|   | Борисов Б.В.  |

2020 г.

# 1. Роль дисциплины «Тепломассообмен» в формировании компетенций выпускника:

| Элемент образовательной программы (дисциплина, практика, ГИА) | Семестр | Код компетенции | Наименование компетенции                                                                                                                 | Индикаторы достижения компетенций |                                                                                                                                                                       | Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенций) |                                                                                                                                                           |
|---------------------------------------------------------------|---------|-----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                               |         |                 |                                                                                                                                          | Код индикатора                    | Наименование индикатора достижения                                                                                                                                    | Код                                                         | Наименование                                                                                                                                              |
| Тепломассообмен                                               | 5       | ПК(У)-1         | Способен применять знания теоретических основ теплотехники и гидрогазодинамики при решении научных и практических профессиональных задач | И.ПК(У)-1.1                       | Применяет основные законы термодинамики, тепломассообмена, движения жидкости и газа для анализа явлений и процессов в теплоэнергетических и теплотехнических системах | ПК(У)-1.1В1                                                 | Владеет опытом анализа явлений и процессов в теплоэнергетических и теплотехнических системах, аппаратах и агрегатах                                       |
|                                                               |         |                 |                                                                                                                                          |                                   |                                                                                                                                                                       | ПК(У)-1.1У1                                                 | Умеет выявлять сущность термодинамических, тепломассобменных, гидрогазодинамических явлений и процессов и применять для их расчета соответствующие законы |
|                                                               |         |                 |                                                                                                                                          |                                   |                                                                                                                                                                       | ПК(У)-1.1З1                                                 | Знает основные физические явления и законы технической термодинамики, тепломассообмена, гидрогазодинамики и их математическое описание                    |
|                                                               |         |                 |                                                                                                                                          |                                   |                                                                                                                                                                       | ПК(У)-1.1В2                                                 | Владеет опытом исследования и расчетов процессов и циклов преобразования энергии и передачи теплоты                                                       |
|                                                               |         |                 |                                                                                                                                          |                                   |                                                                                                                                                                       | ПК(У)-1.1У2                                                 | Умеет проводить исследования и расчет процессов и циклов преобразования энергии и передачи теплоты                                                        |
|                                                               |         |                 |                                                                                                                                          |                                   |                                                                                                                                                                       | ПК(У)-1.1З2                                                 | Знает методы исследования и методики расчета процессов и циклов преобразования энергии и передачи теплоты                                                 |
|                                                               |         |                 |                                                                                                                                          | И.ПК(У)-1.2                       | Применяет знания свойств рабочих тел и теплоносителей для расчета процессов в теплоэнергетических и теплотехнических системах                                         | ПК(У)-1.2В1                                                 | Владеет опытом использования знаний свойств рабочих тел и теплоносителей при расчетах теплоэнергетических и теплотехнических установок и их оборудования  |
|                                                               |         |                 |                                                                                                                                          |                                   |                                                                                                                                                                       | ПК(У)-1.2У1                                                 | Умеет использовать знания свойств рабочих тел и теплоносителей при расчетах теплоэнергетических и теплотехнических установок и их оборудования            |
|                                                               |         |                 |                                                                                                                                          |                                   |                                                                                                                                                                       | ПК(У)-1.2З1                                                 | Знает свойства рабочих тел и теплоносителей                                                                                                               |

## 2. Показатели и методы оценивания

| Планируемые результаты обучения по дисциплине |                                                                                                                                                                | Код индикатора достижения контролируемой компетенции (или ее части) | Наименование раздела дисциплины                                                                                                                                                                                                                                        | Методы оценивания (оценочные мероприятия)                                                                                                                                  |
|-----------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Код                                           | Наименование                                                                                                                                                   |                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                            |
| РД 1                                          | Знать, понимать и уметь пользоваться основными понятиями и определениями теплообмена                                                                           | И.ПК(У)-1.1<br>И.ПК(У)-1.2                                          | <b>Раздел 1.</b> Введение. Понятия, параметры и основные законы теплообмена.<br>Теплопроводность<br><b>Раздел 2.</b> Основные положения конвективного теплообмена.<br><b>Раздел 3.</b> Теплообмен излучением<br><b>Раздел 4.</b> Теплопередача со сложным теплообменом | Защита отчетов по лабораторным работам<br>Защита контрольной и ИДЗ<br>Защита раздела курсовой работы<br>Коллоквиум<br>Ответ на вопрос экзамена                             |
| РД 2                                          | Знать, понимать и уметь пользоваться понятиями и закономерностями основных процессов переноса теплоты                                                          | И.ПК(У)-1.1<br>И.ПК(У)-1.2                                          | <b>Раздел 1.</b> Введение. Понятия, параметры и основные законы теплообмена.<br>Теплопроводность<br><b>Раздел 2.</b> Основные положения конвективного теплообмена.<br><b>Раздел 3.</b> Теплообмен излучением<br><b>Раздел 4.</b> Теплопередача со сложным теплообменом | Защита отчетов по лабораторным работам<br>Защита контрольной и ИДЗ<br>Защита раздела курсовой работы<br>Коллоквиум<br>Ответ на вопрос экзамена                             |
| РД3                                           | Владеть методами анализа полей температур при различных процессах теплообмена, определения тепловых потоков применительно к основным теплотехническим приборам | И.ПК(У)-1.1<br>И.ПК(У)-1.2                                          | <b>Раздел 1.</b> Введение. Понятия, параметры и основные законы теплообмена.<br>Теплопроводность<br><b>Раздел 2.</b> Основные положения конвективного теплообмена.<br><b>Раздел 3.</b> Теплообмен излучением<br><b>Раздел 4.</b> Теплопередача со сложным теплообменом | Защита отчетов по лабораторным работам<br>Защита контрольной и ИДЗ<br>Защита раздела курсовой работы<br>Коллоквиум<br>Ответ на вопрос экзамена<br>Ответ на вопрос экзамена |
| РД4                                           | Владеть методами экспериментальной оценки параметров теплообмена                                                                                               | И.ПК(У)-1.1<br>И.ПК(У)-1.2                                          | <b>Раздел 1.</b> Введение. Понятия, параметры и основные законы теплообмена.<br>Теплопроводность<br><b>Раздел 2.</b> Основные положения конвективного теплообмена.<br><b>Раздел 3.</b> Теплообмен излучением<br><b>Раздел 4.</b> Теплопередача со сложным теплообменом | Защита контрольной и ИДЗ<br>Защита раздела курсовой работы<br>Коллоквиум<br>Ответ на вопрос экзамена                                                                       |

### 3. Шкала оценивания

Порядок организации оценивания результатов обучения в университете регламентируется отдельным локальным нормативным актом – «Система оценивания результатов обучения в Томском политехническом университете (Система оценивания)» (в действующей редакции). Используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов обучения. Итоговая оценка (традиционная и литерная) по видам учебной деятельности (изучение дисциплин, УИРС, НИРС, курсовое проектирование, практики) определяется суммой баллов по результатам текущего контроля и промежуточной аттестации (итоговая рейтинговая оценка - максимум 100 баллов).

Распределение основных и дополнительных баллов за оценочные мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации устанавливается календарным рейтинг-планом дисциплины.

#### Рекомендуемая шкала для отдельных оценочных мероприятий входного и текущего контроля

| % выполнения задания | Соответствие традиционной оценке | Определение оценки                                                                                                                                                                                                           |
|----------------------|----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 90%÷100%             | «Отлично»                        | Отличное понимание предмета, всесторонние знания, отличные умения и владение опытом практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, их качество оценено количеством баллов, близким к максимальному |
| 70% - 89%            | «Хорошо»                         | Достаточно полное понимание предмета, хорошие знания, умения и опыт практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, качество ни одного из них не оценено минимальным количеством баллов             |
| 55% - 69%            | «Удовл.»                         | Приемлемое понимание предмета, удовлетворительные знания, умения и опыт практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, качество некоторых из них оценено минимальным количеством баллов            |
| 0% - 54%             | «Неудовл.»                       | Результаты обучения не соответствуют минимально достаточным требованиям                                                                                                                                                      |

#### Шкала для оценочных мероприятий экзамена

| % выполнения заданий экзамена | Экзамен, балл | Соответствие традиционной оценке | Определение оценки                                                                                                                                                                                                           |
|-------------------------------|---------------|----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 90%÷100%                      | 18 ÷ 20       | «Отлично»                        | Отличное понимание предмета, всесторонние знания, отличные умения и владение опытом практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, их качество оценено количеством баллов, близким к максимальному |
| 70% - 89%                     | 14 ÷ 17       | «Хорошо»                         | Достаточно полное понимание предмета, хорошие знания, умения и опыт практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, качество ни одного из них не оценено минимальным количеством баллов             |
| 55% - 69%                     | 11 ÷ 13       | «Удовл.»                         | Приемлемое понимание предмета, удовлетворительные знания, умения и опыт практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, качество некоторых из них оценено минимальным количеством баллов            |
| 0% - 54%                      | 0 ÷ 10        | «Неудовл.»                       | Результаты обучения не соответствуют минимально достаточным требованиям                                                                                                                                                      |

### 4. Перечень типовых заданий

|    | Оценочные мероприятия | Примеры типовых контрольных заданий |
|----|-----------------------|-------------------------------------|
| 1. | Защита отчетов по     | Пример задания:                     |

|    | Оценочные мероприятия        | Примеры типовых контрольных заданий                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|----|------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | лабораторным работам         | <p>Определение коэффициента теплопроводности воздуха.</p> <p>Пример вопросов к лабораторной работе.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Что такое теплопроводность, термическое сопротивление, стационарный процесс.</li> <li>2. Основное соотношение, используемое в работе, и как условие применения данного соотношения реализуется в условиях эксперимента.</li> <li>3. Состав лабораторного оборудования, последовательность выполнения эксперимента и определение систематической погрешности.</li> <li>4. Техника безопасности при проведении эксперимента.</li> </ol>                                                                           |
| 5. | Контрольная работа           | <p><b>Пример задания:</b><br/>Расчет эффективного значения коэффициента теплопроводности.</p> <p>Пример вопросов к контрольной работе.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Основное соотношение для стационарной теплопроводности.</li> <li>2. Термическое сопротивление и его виды.</li> <li>3. Понятие эффективного значения коэффициента теплопроводности.</li> </ol>                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 6. | Защита курсовой работы и ИДЗ | <p><b>Пример задания:</b><br/>Расчет (конструктивный или поверочный) теплообменного аппарата по варианту.</p> <p><b>Содержание проекта:</b><br/>□ Пояснительная записка со схемой, порядком расчета и расчетом теплообменника-рекуператора.</p> <p>Пример вопросов при защите курсовой работы.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Теплообменные аппараты и их разновидности.</li> <li>2. Основные уравнения для расчетов теплообменников-рекуператоров.</li> <li>3. Виды расчетов теплообменников-рекуператоров.</li> <li>4. Теплоотдача, теплопередача и их расчет.</li> <li>5. Конвективная теплоотдача без и с учетом фазовых переходов.</li> </ol> |
| 7. | Коллоквиум и экзамен         | <p><b>Примерный перечень контрольных вопросов:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Температурное поле, градиент температуры. Закон (гипотеза) Фурье.</li> <li>2. Температура, тепло, тепловой поток, плотность, теплового потока, линейная плотность теплового потока, термическое сопротивление и его виды.</li> <li>3. Расчет сложного теплообмена. Последовательная и параллельная передача теплоты. Теплопередача.</li> <li>4. Основной закон конвективного теплообмена (Ньютона-Рихмана). Внешнее термическое сопротивление.</li> <li>5. Дифференциальные уравнения теплопроводности (вывод). Смысл коэффициентов</li> </ol>                   |

|  | Оценочные мероприятия | Примеры типовых контрольных заданий                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|--|-----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |                       | <p>теплопроводности и температуропроводности</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>6. Условия однозначности для уравнения теплопроводности. Краевые условия.</li> <li>7. Стационарная теплопередача через плоскую одно- и многослойную стенку.</li> <li>8. Схема, диаграммы и расчёт К.П.Д. цикла ГТУ с учётом многоступенчатого расширения.</li> <li>9. Дифференциальные уравнения конвективного теплообмена.</li> <li>10. Условия однозначности для дифференциального уравнения конвективного теплообмена.</li> <li>11. Понятие гидродинамического пограничного слоя. Толщина гидродинамического пограничного слоя</li> <li>12. Понятие теплового пограничного слоя. Его связь с толщиной гидродинамического пограничного слоя и коэффициентом теплоотдачи.</li> <li>13. Подобие физических процессов. Критерии подобия.</li> <li>14. Гидромеханическое подобие. Критерии и их физический смысл</li> <li>15. Моделирование процессов теплообмена, правила моделирования, получение критериальных уравнений.</li> <li>16. Особенности моделирования теплоотдачи при ламинарном и турбулентном течении жидкости.</li> <li>17. Обработка и обобщение опытных данных при моделировании процессов теплообмена на примере экспериментального определения <math>\alpha</math> свободой конвекции вокруг горизонтального цилиндра.</li> <li>18. Обработка и обобщение опытных данных при моделировании процессов теплообмена на примере экспериментального определения <math>\alpha</math> вынужденной конвекции вдоль плоской поверхности.</li> <li>19. Теплоотдача при пузырьковом кипении жидкости в большом объеме.</li> <li>20. Основные предпосылки и допущения модели кружилина для пузырькового кипения в большом объёме.</li> <li>21. Структура двухфазного потока в трубах парогенератора.</li> <li>22. Расчёт теплоотдачи при кипении движущейся жидкости в трубах.</li> <li>23. Основные законы лучистого теплообмена.</li> <li>24. Закон Кирхгофа.</li> <li>25. Закон Ламберта.</li> <li>26. Связь законов Стефана-Больцмана и Планка.</li> </ol> |

## 5. Методические указания по процедуре оценивания

|    | Оценочные мероприятия                     | Процедура проведения оценочного мероприятия и необходимые методические указания                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|----|-------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. | Защита отчетов по лабораторным работам    | <p>Оценивание проводит преподаватель. На защите:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся предъявляет отчет и делает краткое сообщение, сопровождаемое показом демонстрационных материалов;</li> <li>– преподаватель задает обучающемуся вопросы, и заслушивают ответы;</li> <li>– преподаватель оценивает ответы на вопросы в соответствии с критериями в п.3.</li> </ul> <p>Защита может проходить в публичной или индивидуальной форме.<br/>По итогам защиты преподаватель делает выводы о степени сформированности результатов обучения.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 2. | Защита отчета по контрольной работе и ИДЗ | <p>Оценивание проводит преподаватель. На защите:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся предъявляет отчет и делает краткое сообщение, сопровождаемое показом демонстрационных материалов;</li> <li>– преподаватель задает обучающемуся вопросы, и заслушивают ответы;</li> <li>– преподаватель оценивает ответы на вопросы в соответствии с критериями в п.3.</li> </ul> <p>Защита проходит, как правило, в публичной форме с вовлечением в дискуссию остальных студентов.<br/>По итогам защиты преподаватель делает выводы о степени сформированности результатов обучения.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 3. | Защита отчета по курсовой работе          | <p>Оценивание проводит преподаватель. На защите:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся предъявляет отчет и делает краткое сообщение, сопровождаемое показом демонстрационных материалов;</li> <li>– преподаватель задает обучающемуся вопросы, и заслушивают ответы;</li> <li>– преподаватель оценивает ответы на вопросы в соответствии с критериями в п.3.</li> </ul> <p>Защита проходит, как правило, в публичной форме с вовлечением в дискуссию остальных студентов.<br/>По итогам защиты преподаватель делает выводы о степени сформированности результатов обучения.</p> <p>Ответ оценивается <i>от 60 до 50 баллов</i>, в том случае, если ответ соответствует следующим критериям: студент полно раскрыл ответ на вопрос в объеме, предусмотренном программой и учебником; ответил на вопросы грамотным языком в необходимой последовательности; продемонстрировал знание теоретической программы, положенной в основу расчета, показал навыки владения методиками расчета теплообменного аппарата, выбора оборудования, продемонстрировал знание нормативной документации, отвечал</p> |

|    | Оценочные мероприятия | Процедура проведения оценочного мероприятия и необходимые методические указания                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|----|-----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |                       | <p>самостоятельно без наводящих вопросов преподавателя. Возможны одна-две неточности при освещении второстепенных вопросов.</p> <p>Ответ оценивается <b>от 49 до 36 баллов</b> в том случае, если ответ в основном соответствует требованиям на отличную отметку, но при этом существует один из недостатков: допущены один-два недочета при освещении основного содержания ответа, исправленные по замечанию экзаменатора; допущена ошибка или более двух недочетов при ответе на второстепенные вопросы.</p> <p>Ответ оценивается <b>от 35 до 15 баллов</b> в том случае, если в процессе ответа неполно или непоследовательно раскрыто содержание материала, но показано общее понимание вопроса и продемонстрированы умения, достаточные для дальнейшего усвоения программного материала; студент не смог привести примеры для прояснения теории; при изложении теоретического материала выявлена недостаточная сформированность основных компетенций.</p> <p>Ответ оценивается как <b>неудовлетворительный</b> (менее 15 баллов) в том случае, если студент не смог ответить на большинство вопросов и не продемонстрировал теоретические знания и практические навыки выполнения проекта в минимальном объеме, предусмотренном программой; отсутствует последовательность изложение и употребление необходимой терминологии; все ответы сопровождаются наводящими вопросами членов комиссии.</p> |
| 4. | Коллоквиум, экзамен   | <p>Оценивание проводит преподаватель. На коллоквиуме:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– преподаватель задает обучающемуся вопросы, и заслушивают ответы;</li> <li>– могут быть заданы теоретические и практические вопросы;</li> <li>– преподаватель оценивает ответы на вопросы в соответствии с критериями в п.3.</li> </ul> <p>Коллоквиум проходит в публичной или индивидуальной форме.</p> <p>По итогам коллоквиума преподаватель делает выводы о степени сформированности результатов обучения.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |