

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**  
**ПРИЕМ 2020г.**  
**ФОРМА ОБУЧЕНИЯ ОЧНАЯ**

**Учебная-исследовательская работа студентов**

|                                                         |                                                     |         |            |
|---------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|---------|------------|
| Направление подготовки/<br>специальность                | 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника             |         |            |
| Образовательная программа<br>(направленность (профиль)) | Агрегаты электростанций и газоперекачивающих систем |         |            |
| Специализация                                           | Котлоагрегаты и камеры сгорания                     |         |            |
| Уровень образования                                     | высшее образование – бакалавриат                    |         |            |
| Курс                                                    | 3, 4                                                | семестр | 5, 6, 7, 8 |
| Трудоемкость в кредитах<br>(зачетных единицах)          | 8                                                   |         |            |

|                                           |                                                                                     |                |
|-------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| Заведующий кафедрой –<br>руководитель НОЦ |   | A.C. Заворин   |
| И.Н. Бутакова на правах<br>кафедры        |   | T.C. Тайлашева |
| Руководитель ООП                          |  | T.C. Тайлашева |
| Преподаватель                             |                                                                                     |                |

2020 г.

# 1. Роль дисциплины «Учебная-исследовательская работа студентов» 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                                                                                                                                                                                                                                |
| Учебно-исследовательская работа студентов                     | 5, 6, 7, 8 | ОПК(У)-2        | Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач | И.ОПК(У)-2.1                      | Применяет математический аппарат исследования функций, линейной алгебры, дифференциального и интегрального исчисления, рядов, дифференциальных уравнений, теории функций комплексного переменного в инженерной деятельности | ОПК(У)-2.1У1                                                | Умеет применять изученные методы алгебры и анализа для решения стандартных задач                                                                                                                                                            |
|                                                               |            |                 |                                                                                                                                                                                       |                                   |                                                                                                                                                                                                                             | ОПК(У)-2.1У2                                                | Умеет применять аппарат дифференциального и интегрального исчисления для решения стандартных задач                                                                                                                                          |
|                                                               |            |                 |                                                                                                                                                                                       | И.ОПК(У)-2.2                      | Применяет математический аппарат уравнений в частных производных, уравнений теплопроводности и диффузии, уравнения Даламбера в инженерной деятельности                                                                      | ОПК(У)-2.231                                                | Знает основные понятия, определения и методы теории дифференциальных уравнений в частных производных                                                                                                                                        |
|                                                               |            |                 |                                                                                                                                                                                       | И.ОПК(У)-2.3                      | Демонстрирует понимание физических явлений и применяет законы механики, термодинамики, электричества и магнетизма, основ оптики, квантовой механики и атомной физики в инженерной деятельности                              | ОПК(У)-2.3В1                                                | Владеет опытом планирования и проведения физических исследований в области механики и термодинамики адекватными экспериментальными методами, оценки точности и погрешности измерений, анализа полученных результатов                        |
|                                                               |            |                 |                                                                                                                                                                                       |                                   |                                                                                                                                                                                                                             | ОПК(У)-2.3В2                                                | Владеет опытом планирования и проведения физических исследований в области электричества и магнетизма, оценки точности и погрешности измерений, анализа полученных результатов                                                              |
|                                                               |            |                 |                                                                                                                                                                                       |                                   |                                                                                                                                                                                                                             | ОПК(У)-2.3В3                                                | Владеет опытом планирования и проведения физических исследований в области оптики, квантовой механики и атомной физики, оценки точности и погрешности измерений, анализа полученных результатов                                             |
|                                                               |            |                 |                                                                                                                                                                                       |                                   |                                                                                                                                                                                                                             | ОПК(У)-2.3У1                                                | Умеет выбирать закономерность для решения задач механики и термодинамики, исходя из анализа условия, объяснять на уровне гипотез отклонения полученных экспериментальных данных от известных теоретических и экспериментальных зависимостей |
|                                                               |            |                 |                                                                                                                                                                                       |                                   |                                                                                                                                                                                                                             | ОПК(У)-2.3У2                                                | Умеет выбирать закономерность для решения задач электричества и магнетизма,                                                                                                                                                                 |

| 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                                                                                                                                                                                                                                                   |
|                                                               |         |                 |                          |                                   |                                                                                |                                                             | исходя из анализа условия, объяснять на уровне гипотез отклонения полученных экспериментальных данных от известных теоретических и экспериментальных зависимостей                                                                                              |
|                                                               |         |                 |                          |                                   |                                                                                | ОПК(У)-2.3У3                                                | Умеет выбирать закономерность для решения задач оптики, квантовой механики и атомной физики, исходя из анализа условия, объяснять на уровне гипотез отклонения полученных экспериментальных данных от известных теоретических и экспериментальных зависимостей |
|                                                               |         |                 |                          |                                   |                                                                                | ОПК(У)-2.331                                                | Знает фундаментальные законы механики и термодинамики                                                                                                                                                                                                          |
|                                                               |         |                 |                          |                                   |                                                                                | ОПК(У)-2.332                                                | Знает фундаментальные законы электричества и магнетизма                                                                                                                                                                                                        |
|                                                               |         |                 |                          |                                   |                                                                                | ОПК(У)-2.333                                                | Знает фундаментальные законы оптики, квантовой механики и атомной физики                                                                                                                                                                                       |
|                                                               |         |                 |                          | И.ОПК(У)-2.4                      | Демонстрирует понимание химических процессов и применяет основные законы химии | ОПК(У)-2.4В2                                                | Владеет опытом планирования и проведения химических исследований в области термодинамики, кинетики, электрохимии, химии растворов, анализа и обобщения экспериментальных данных, выявления закономерностей протекания химических процессов                     |
|                                                               |         |                 |                          |                                   |                                                                                | ОПК(У)-2.4У1                                                | Умеет выявлять взаимосвязь между структурой, свойствами и реакционной способностью химических соединений, проводить стехиометрические расчеты                                                                                                                  |
|                                                               |         |                 |                          |                                   |                                                                                | ОПК(У)-2.4У2                                                | Умеет определять термодинамические и кинетические параметры химических процессов, проводить расчеты количественных характеристик растворов неэлектролитов и электролитов, выявлять закономерности протекания химических реакций                                |
|                                                               |         |                 |                          |                                   |                                                                                | ОПК(У)-2.431                                                | Знает основные понятия и законы химии, электронное строение атомов и молекул; основы теории химической связи в соединениях разных типов, строение и свойства координационных соединений, строение вещества в конденсированном состоянии                        |
|                                                               |         |                 |                          |                                   |                                                                                | ОПК(У)-2.432                                                | Знает основные понятия и законы химической термодинамики, кинетики, электрохимии и процессов, протекающих в                                                                                                                                                    |

| 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                                                                                                                                                                                                                 |
|                                                               |         |                 |                                                                                                                                                              |                                   |                                                                                                                                                                                             |                                                             | растворах                                                                                                                                                                                                                    |
|                                                               |         |                 |                                                                                                                                                              | И.ОПК(У)-2.5                      | Демонстрирует знание основ теоретической механики, теории механизмов и машин, сопротивления материалов, деталей машин и основ конструирования и применяет их при решении практических задач | ОПК(У)-2.5B2                                                | Владеет опытом решения конструкторских задач назначения проектных технических характеристик узлов технологических механизмов с использованием нормативной документации                                                       |
|                                                               |         |                 |                                                                                                                                                              |                                   |                                                                                                                                                                                             | ОПК(У)-2.5У1                                                | Умеет применять методы анализа и синтеза исполнительных механизмов, методы расчета и конструирования деталей и узлов механизмов                                                                                              |
|                                                               |         |                 |                                                                                                                                                              |                                   |                                                                                                                                                                                             | ОПК(У)-2.5У2                                                | Умеет проводить проектные расчеты энергокинематических параметров (передаваемые мощности, частоты вращения, крутящие моменты) узлов технологических механизмов, конструировать типовые детали, назначать стандартные изделия |
|                                                               |         |                 |                                                                                                                                                              |                                   |                                                                                                                                                                                             | ОПК(У)-2.531                                                | Знает основные виды конструкций и механизмов, методы исследования и расчета их статических, кинематических и динамических характеристик, методы расчета на прочность и жесткость типовых элементов различных конструкций     |
|                                                               |         |                 |                                                                                                                                                              |                                   |                                                                                                                                                                                             | ОПК(У)-2.532                                                | Знает стандартные методики проектирования, действующие стандарты для конструкторской документации, способы определения нагрузок на стандартные детали и методики назначения размеров деталей                                 |
|                                                               |         | ОПК(У)-3        | Способен демонстрировать применение основных способов получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах | И.ОПК(У)-3.1                      | Демонстрирует понимание основных законов термодинамики, теплообмена, движения жидкости и газа для анализа явлений и процессов в теплоэнергетических и теплотехнических системах             | ОПК(У)-3.1B1                                                | Владеет опытом анализа явлений и процессов в теплоэнергетических и теплотехнических системах, аппаратах и агрегатах                                                                                                          |
|                                                               |         |                 |                                                                                                                                                              |                                   |                                                                                                                                                                                             | ОПК(У)-3.1У1                                                | Умеет выявлять сущность термодинамических, теплообменных, гидрогазодинамических явлений и процессов и применять для их расчета соответствующие законы                                                                        |
|                                                               |         |                 |                                                                                                                                                              |                                   |                                                                                                                                                                                             | ОПК(У)-3.131                                                | Знает основные физические явления и законы технической термодинамики, теплообмена, гидрогазодинамики и их математическое описание                                                                                            |
|                                                               |         |                 |                                                                                                                                                              | И.ОПК(У)-3.2                      | Использует знание теплофизических свойств рабочих тел при расчетах теплотехнических установок и                                                                                             | ОПК(У)-3.2B1                                                | Владеет опытом использования знаний теплофизических свойств рабочих тел и теплоносителей при расчетах теплоэнергетических и теплотехнических                                                                                 |

| 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                                                                                                                                                                |
|                                                               |         |                 |                                                                                                                              |                                   | систем                                                                                                                                                                                                  |                                                             | установок и их оборудования                                                                                                                                                 |
|                                                               |         |                 |                                                                                                                              |                                   |                                                                                                                                                                                                         | ОПК(У)-3.2У1                                                | Умеет использовать знания теплофизических свойств рабочих тел и теплоносителей при расчетах теплоэнергетических и теплотехнических установок и их оборудования              |
|                                                               |         |                 |                                                                                                                              |                                   |                                                                                                                                                                                                         | ОПК(У)-3.231                                                | Знает теплофизические свойства рабочих тел и теплоносителей                                                                                                                 |
|                                                               |         |                 |                                                                                                                              | И.ОПК(У)-3.3                      | Демонстрирует понимание основных законов термодинамики и термодинамических соотношений и применяет для расчетов термодинамических процессов, циклов и их показателей                                    | ОПК(У)-3.3В1                                                | Владеет опытом исследования и расчетов процессов и циклов преобразования энергии и передачи теплоты                                                                         |
|                                                               |         |                 |                                                                                                                              |                                   |                                                                                                                                                                                                         | ОПК(У)-3.3У1                                                | Умеет проводить исследование и расчет процессов и циклов преобразования энергии и передачи теплоты                                                                          |
|                                                               |         |                 |                                                                                                                              |                                   |                                                                                                                                                                                                         | ОПК(У)-3.331                                                | Знает методы исследования и методики расчета процессов и циклов преобразования энергии и передачи теплоты                                                                   |
|                                                               |         |                 |                                                                                                                              | И.ОПК(У)-3.4                      | Определяет и анализирует процессы горения и свойства натуральных топлив, а также углеводородных смесей и газовых конденсатов                                                                            | ОПК(У)-3.4В1                                                | Владеет опытом исследования и анализ свойств натурального топлива и процессов горения                                                                                       |
|                                                               |         |                 |                                                                                                                              |                                   |                                                                                                                                                                                                         | ОПК(У)-3.4У1                                                | Умеет оценивать технологические параметры работы оборудования для сжигания натуральных топлив                                                                               |
|                                                               |         |                 |                                                                                                                              |                                   |                                                                                                                                                                                                         | ОПК(У)-3.431                                                | Знает свойств натуральных топлив и продуктов их сгорания, а также углеводородных смесей и газовых конденсатов                                                               |
|                                                               |         |                 |                                                                                                                              | И.ОПК(У)-3.5                      | Делает выводы об эффективности технологий получения, преобразования, транспорта и использования энергии в теплоэнергетических установках, нетрадиционных источниках энергии                             | ОПК(У)-3.5В1                                                | Владеет опытом расчетного анализа параметров и показателей энергетических установок и их оборудования                                                                       |
|                                                               |         |                 |                                                                                                                              |                                   |                                                                                                                                                                                                         | ОПК(У)-3.5У1                                                | Умеет рассчитывать параметры и показатели энергетических установок и их оборудования                                                                                        |
|                                                               |         |                 |                                                                                                                              |                                   |                                                                                                                                                                                                         | ОПК(У)-3.531                                                | Знает основные технологии преобразования, транспортировки и использования энергии топлива; принцип действия и устройство нетрадиционных и возобновляемых источников энергии |
|                                                               |         | ОПК(У)-4        | Способен учитывать свойства конструкционных материалов в теплотехнических расчетах с учетом динамических и тепловых нагрузок | И.ОПК(У)-4.1                      | Демонстрирует знание областей применения, свойств, характеристик и методов исследования конструкционных материалов, выбирает конструкционные материалы в соответствии с требуемыми характеристиками для | ОПК(У)-4.1В1                                                | Владеет опытом исследования конструкционных материалов                                                                                                                      |
|                                                               |         |                 |                                                                                                                              |                                   |                                                                                                                                                                                                         | ОПК(У)-4.1У1                                                | Умеет выбирать конструкционные материалы в соответствии с требуемыми характеристиками для использования в области профессиональной деятельности                             |
|                                                               |         |                 |                                                                                                                              |                                   |                                                                                                                                                                                                         | ОПК(У)-4.131                                                | Знает свойства, характеристики и методы исследования конструкционных материалов                                                                                             |

| 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                                                                                                                                                                                                                   |
|                                                               |         |                 |                                                                                                                                           |                                   | использования в области профессиональной деятельности                                                                                                 |                                                             |                                                                                                                                                                                                                                |
|                                                               |         | ОПК(У)-5        | Способен проводить измерения электрических и неэлектрических величин, определяющих условия работы объектов теплоэнергетики и теплотехники | И.ОПК(У)-5.1                      | Выбирает средства измерения, проводит измерения электрических и неэлектрических величин, обрабатывает результаты измерений и оценивает их погрешность | ОПК(У)-5.1В1                                                | Владеет навыками использования средств измерений в профессиональной деятельности                                                                                                                                               |
|                                                               |         |                 |                                                                                                                                           |                                   |                                                                                                                                                       | ОПК(У)-5.1У1                                                | Умеет использовать нормативные документы по качеству, стандартизации и сертификации электротехнических объектов                                                                                                                |
|                                                               |         |                 |                                                                                                                                           |                                   |                                                                                                                                                       | ОПК(У)-5.1З1                                                | Знает теоретические и нормативные основы выполнения измерений в предметной области, видов и методов измерений                                                                                                                  |
|                                                               |         |                 |                                                                                                                                           | И.ОПК(У)-5.2                      | Определяет параметры электрических и магнитных цепей; планирует и проводить экспериментальные исследования электрических цепей                        | ОПК(У)-5.2В1                                                | Владеет навыками расчета и экспериментального исследования линейных и нелинейных цепей постоянного и переменного тока в установившихся и переходных режимах                                                                    |
|                                                               |         |                 |                                                                                                                                           |                                   |                                                                                                                                                       | ОПК(У)-5.2У1                                                | Умеет использовать различные методы расчета электрических и магнитных цепей                                                                                                                                                    |
|                                                               |         |                 |                                                                                                                                           |                                   |                                                                                                                                                       | ОПК(У)-5.2З1                                                | Знает основные законы электротехники                                                                                                                                                                                           |
|                                                               |         |                 |                                                                                                                                           | И.ОПК(У)-5.3                      | Определяет и анализирует основные характеристики электрических машин и трансформаторов                                                                | ОПК(У)-5.3В1                                                | Владеет навыками экспериментальных исследований электрических машин и трансформаторов                                                                                                                                          |
|                                                               |         |                 |                                                                                                                                           |                                   |                                                                                                                                                       | ОПК(У)-5.3У1                                                | Умеет рассчитывать основные параметры и характеристики электрических машин и трансформаторов                                                                                                                                   |
|                                                               |         |                 |                                                                                                                                           |                                   |                                                                                                                                                       | ОПК(У)-5.3З1                                                | Знает устройство и принцип действия электрических машин и трансформаторов                                                                                                                                                      |
|                                                               |         |                 |                                                                                                                                           | И.ОПК(У)-5.4                      | Применяет естественнонаучные и общинженерные знания, а также методы анализа и расчета в области электроники для решения профессиональных задач        | ОПК(У)-5.4В1                                                | Владеет навыками проведения экспериментов и обработки их результатов, в том числе с использованием пакетов прикладных программ                                                                                                 |
|                                                               |         |                 |                                                                                                                                           |                                   |                                                                                                                                                       | ОПК(У)-5.4У1                                                | Умеет проводить расчетно-графические расчеты базовых электрических и электронных схем                                                                                                                                          |
|                                                               |         |                 |                                                                                                                                           |                                   |                                                                                                                                                       | ОПК(У)-5.4З1                                                | Знает основные понятия и законы электрических цепей, физические основы электроники, принципы действия полупроводниковых элементов и электронных приборов, основы электронной схемотехники, микросхемотехники, цифровой техники |
|                                                               |         | ПК(У)-1         | Способен руководить производственным коллективом, осуществляющим эксплуатацию котлов,                                                     | И.ПК(У)-1.1                       | Планирование деятельности по эксплуатации котлов, работающих на твердом топливе                                                                       | ПК(У)-1.1В1                                                 | Владеет навыком планирования работ по техническому обслуживанию, текущему и капитальному ремонту котельной, работающей на твердом топливе                                                                                      |
|                                                               |         |                 |                                                                                                                                           |                                   |                                                                                                                                                       | ПК(У)-1.1У1                                                 | Умеет обрабатывать данные о работе                                                                                                                                                                                             |

| 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                                                                                                                                                           |
|                                                               |         |                 | работающих на твердом топливе                                                                                                      |                                   |                                                                                                                         |                                                             | тепломеханического оборудования и составлять материальные отчеты                                                                                                       |
|                                                               |         |                 |                                                                                                                                    |                                   |                                                                                                                         | ПК(У)-1.1У2                                                 | Уметь классифицировать дефекты и неисправности оборудования                                                                                                            |
|                                                               |         |                 |                                                                                                                                    | И.ПК(У)-1.2                       | Организация технического обеспечения эксплуатации котельной, работающей на твердом топливе                              | ПК(У)-1.2В1                                                 | Владеет опытом анализ работы котлоагрегатов и вспомогательного оборудования, трубопроводов, контрольно-измерительных приборов и автоматики                             |
|                                                               |         |                 |                                                                                                                                    |                                   |                                                                                                                         | ПК(У)-1.2У1                                                 | Умеет диагностировать техническое состояние парогенерирующего оборудования, вспомогательного оборудования, механизмов, приспособлений и инструмента                    |
|                                                               |         |                 |                                                                                                                                    |                                   |                                                                                                                         | ПК(У)-1.2З1                                                 | Знает передовой отечественный и мировой опыт в отрасли теплоснабжения и эксплуатации тепломеханического теплообменного оборудования                                    |
|                                                               |         |                 |                                                                                                                                    |                                   |                                                                                                                         | ПК(У)-1.1З1                                                 | Знает свойства топлива и влияние качества топлива на процесс горения и теплопроизводительность котлоагрегатов                                                          |
|                                                               |         |                 |                                                                                                                                    |                                   |                                                                                                                         | ПК(У)-1.1З2                                                 | Знает устройство и принцип работы центробежных и поршневых нагнетателей и электродвигателей                                                                            |
|                                                               |         |                 |                                                                                                                                    |                                   |                                                                                                                         | ПК(У)-1.1З3                                                 | Знает режимы работы и настройки парогенерирующего и вспомогательного оборудования                                                                                      |
|                                                               |         |                 |                                                                                                                                    |                                   |                                                                                                                         | ПК(У)-1.1З4                                                 | Знает технические условия на качество воды и способы ее очистки                                                                                                        |
|                                                               |         |                 |                                                                                                                                    |                                   |                                                                                                                         | ПК(У)-1.2З1                                                 | Знает передовой отечественный и мировой опыт в отрасли теплоснабжения и эксплуатации тепломеханического теплообменного оборудования                                    |
|                                                               |         | ПК(У)-2         | Способен руководить производственным коллективом, осуществляющим эксплуатацию котлов газообразном, жидком топливе и электронагреве | И.ПК(У)-2.1                       | Планирование деятельности персонала по эксплуатации котлов, работающих на газообразном, жидком топливе и электронагреве | ПК(У)-2.1З1                                                 | Знает технические характеристики и устройство котлоагрегатов, котельного и вспомогательного оборудования, КИПиА и трубопроводов, инженерных сетей, зданий и сооружений |
|                                                               |         | ПК(У)-3         | Способен осуществлять подготовку проектной документации по отдельным узлам и элементам теплоэнергетического оборудования           | И.ПК(У)-3.1                       | Выполнение отдельных узлов и элементов по установке оборудования и обвязке трубопроводами                               | ПК(У)-3.1В1                                                 | Владеет опытом компоновки и разбивки чертежа для выполнения отдельных узлов и элементов технологического оборудования                                                  |
|                                                               |         |                 |                                                                                                                                    |                                   |                                                                                                                         | ПК(У)-3.1У1                                                 | Умеет оформлять проектную документацию в соответствии с требованиями нормативных документов на проектную документацию                                                  |
|                                                               |         |                 |                                                                                                                                    |                                   |                                                                                                                         | ПК(У)-3.1З1                                                 | Знает правил выполнения и оформления                                                                                                                                   |

| 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                                                                                                                                                        |
|                                                               |         |                 |                                                                                                                                |                                   |                                                                                                                  |                                                             | проектной документации в соответствии с требованиями нормативных документов в отрасли                                                                               |
|                                                               |         |                 |                                                                                                                                |                                   |                                                                                                                  | ПК(У)-3.132                                                 | Знает требования нормативных правовых актов, нормативно-технических и нормативно-методических документов по проектированию и строительству объектов теплоэнергетики |
|                                                               |         |                 |                                                                                                                                | И.ПК(У)-3.2                       | Выполнение компоновочных решений, тепловых схем, разводки трубопроводов и элементов энергетического оборудования | ПК(У)-3.2В1                                                 | Владеет опытом анализа вариантов тепловой схемы и выбор оптимального решения                                                                                        |
|                                                               |         |                 |                                                                                                                                |                                   |                                                                                                                  | ПК(У)-3.2В2                                                 | Владеет опытом выполнения тепловой схемы, разводки трубопроводов, чертежей газоходов и воздухопроводов, сечений, узлов и элементов по тепломеханическим решениям    |
|                                                               |         |                 |                                                                                                                                |                                   |                                                                                                                  | ПК(У)-3.2У1                                                 | Умеет работать с каталогами и справочниками, электронными базами данных энергетического оборудования                                                                |
|                                                               |         |                 |                                                                                                                                |                                   |                                                                                                                  | ПК(У)-3.2У2                                                 | Умеет работать специальными графическими программами для проектирования и моделирования                                                                             |
|                                                               |         |                 |                                                                                                                                |                                   |                                                                                                                  | ПК(У)-3.231                                                 | Знать номенклатуру и технические характеристики современного энергетического оборудования, арматуры и материалов                                                    |
|                                                               |         |                 |                                                                                                                                |                                   |                                                                                                                  | ПК(У)-3.232                                                 | Знать специальные компьютерные программы, необходимые для разработки проектной и рабочей документации по технологическим решениям                                   |
|                                                               |         | ПК(У)-4         | Способен выполнять специальные расчеты для проектирования котельных, центральных тепловых пунктов, малых теплоэлектроцентралей | И.ПК(У)-4.1                       | Выполнение тепловых и гидравлических расчетов, расчетов тепловых схем с выбором оборудования                     | ПК(У)-4.1В1                                                 | Владеет опытом выполнения тепловых и гидравлических расчетов энергетического оборудования                                                                           |
|                                                               |         |                 |                                                                                                                                |                                   |                                                                                                                  | ПК(У)-4.1У1                                                 | Умеет выполнять тепловых и гидравлические расчеты энергетического оборудования                                                                                      |
|                                                               |         |                 |                                                                                                                                |                                   |                                                                                                                  | ПК(У)-4.131                                                 | Знает тепловые и гидравлические расчеты энергетического оборудования                                                                                                |
|                                                               |         |                 |                                                                                                                                | И.ПК(У)-4.2                       | Выполнение аэродинамических расчетов и расчетов энергоэффективности                                              | ПК(У)-4.2В1                                                 | Владеет опытом выполнения аэродинамических расчетов                                                                                                                 |
|                                                               |         |                 |                                                                                                                                |                                   |                                                                                                                  | ПК(У)-4.2В2                                                 | Владеет опытом выполнения расчетов энергоэффективности и технико-экономических показателей                                                                          |
|                                                               |         |                 |                                                                                                                                |                                   |                                                                                                                  | ПК(У)-4.2У1                                                 | Умеет выполнять аэродинамические расчеты и расчеты энергоэффективности                                                                                              |
|                                                               |         |                 |                                                                                                                                |                                   |                                                                                                                  | ПК(У)-4.231                                                 | Знает аэродинамические расчеты и расчеты энергоэффективности                                                                                                        |
|                                                               |         |                 |                                                                                                                                | И.ПК(У)-4.3                       | Выполняет расчеты на прочность                                                                                   | ПК(У)-4.3В1                                                 | Владеет опытом выполнения прочностного                                                                                                                              |

| 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                                                                                                                                                    |
|                                                               |         |                 |                                                                                                                                                          |                                   | элементов теплотехнических установок и систем с учетом условий их работы                                                                |                                                             | расчета трубопроводов с учетом компенсации и самокомпенсации с составлением расчетной схемы                                                                     |
|                                                               |         |                 |                                                                                                                                                          |                                   |                                                                                                                                         | ПК(У)-4.3У1                                                 | Умеет выполнять специальные прочностные расчеты                                                                                                                 |
|                                                               |         |                 |                                                                                                                                                          |                                   |                                                                                                                                         | ПК(У)-4.331                                                 | Знает алгоритмы расчетов на прочность элементов теплотехнических установок и систем с учетом условий их работы                                                  |
|                                                               |         | ПК(У)-5         | Способен выполнять работы по организационному и техническому обеспечению полного цикла или отдельных стадий эксплуатации тепломеханического оборудования | И.ПК(У)-5.1                       | Выполнение работ по эксплуатации тепломеханического оборудования в соответствии со стандартами и нормативными регламентами деятельности | ПК(У)-5.1В1                                                 | Владеет опытом разработки стандартов и регламентов по эксплуатации тепломеханического оборудования                                                              |
|                                                               |         |                 |                                                                                                                                                          |                                   |                                                                                                                                         | ПК(У)-5.1В2                                                 | Владеет навыком контроля соблюдения технологического регламента при техническом обслуживании, диагностики и ремонте                                             |
|                                                               |         |                 |                                                                                                                                                          |                                   |                                                                                                                                         | ПК(У)-5.1В3                                                 | Владеет навыком обеспечивать соблюдение последовательности выполнения операций пуска и останова тепломеханического оборудования                                 |
|                                                               |         |                 |                                                                                                                                                          |                                   |                                                                                                                                         | ПК(У)-5.1У1                                                 | Умеет оценивать правильность прохождения операций пуска и остановки, причины изменений и отклонений от нормативных эксплуатационных параметров                  |
|                                                               |         |                 |                                                                                                                                                          |                                   |                                                                                                                                         | ПК(У)-5.1У2                                                 | Умеет классифицировать дефекты и неисправности тепломеханического оборудования                                                                                  |
|                                                               |         |                 |                                                                                                                                                          |                                   |                                                                                                                                         | ПК(У)-5.131                                                 | Знает назначение, виды, принцип действия и технические данные тепломеханического оборудования                                                                   |
|                                                               |         |                 |                                                                                                                                                          |                                   |                                                                                                                                         | ПК(У)-5.132                                                 | Знает назначение и принцип действия устройств автоматики и технологической защиты тепломеханического оборудования                                               |
|                                                               |         |                 |                                                                                                                                                          |                                   |                                                                                                                                         | ПК(У)-5.133                                                 | Знает методики технического обслуживания, наладки, ремонта и монтажа энергетического оборудования                                                               |
|                                                               |         |                 |                                                                                                                                                          | И.ПК(У)-5.2                       | Выполнение работ по планированию эксплуатации тепломеханического оборудования                                                           | ПК(У)-5.2В1                                                 | Владеет навыком предварительной оценки технико-экономические показатели при выполнении работ по эксплуатации, ремонту и монтажу тепломеханического оборудования |
|                                                               |         |                 |                                                                                                                                                          |                                   |                                                                                                                                         | ПК(У)-5.2У1                                                 | Умеет определять состав и последовательность необходимых действий при выполнении работ по эксплуатации, ремонту и монтажу тепломеханического оборудования       |

## 2. Показатели и методы оценивания

| Планируемые результаты обучения по дисциплине |                                                                                                                                                                                         | Код индикатора достижения контролируемой компетенции (или ее части)                          | Этапы реализации дисциплины                                                                                                                                                                                        | Методы оценивания (оценочные мероприятия)                                                                    |
|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Код                                           | Наименование                                                                                                                                                                            |                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                              |
| РД1                                           | Понимать основные научно-технические проблемы энергетики и использовать приёмы постановки патентного поиска по проблеме.                                                                | И.ПК(У)-1.1<br>И.ПК(У)-1.2                                                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>– Подготовительный этап.</li> <li>– Основной этап / Выполнение индивидуального задания.</li> <li>– Научно-исследовательская и/или опытно-конструкторская работа.</li> </ul> | Экспертная оценка руководителя студента.<br>Доклад по теме исследования.<br>Защита итогового отчета по УИРС. |
| РД2                                           | Использовать инструментальные приёмы анализов и получения экспериментальных данных в теплотехнических испытаниях энергетических установок и систем по направлению научных исследований. | И.ОПК(У)-2.2<br>И.ОПК(У)-2.3<br>И.ОПК(У)-2.4<br>И.ОПК(У)-3.2<br>И.ОПК(У)-3.3<br>И.ОПК(У)-5.4 | <ul style="list-style-type: none"> <li>– Основной этап / Выполнение индивидуального задания.</li> <li>– Научно-исследовательская и/или опытно-конструкторская работа.</li> </ul>                                   | Экспертная оценка руководителя студента.<br>Доклад по теме исследования.<br>Защита итогового отчета по УИРС. |
| РД3                                           | Разрабатывать техническое задание на исследовательскую работу и использовать патентную научно-техническую информацию.                                                                   | И.ПК(У)-3.1<br>И.ПК(У)-3.2                                                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>– Основной этап / Выполнение индивидуального задания.</li> </ul>                                                                                                            | Экспертная оценка руководителя студента.<br>Доклад по теме исследования.<br>Защита итогового отчета по УИРС. |
| РД4                                           | Разрабатывать оснастку и рабочие участки экспериментальных установок по направлению исследований.                                                                                       | И.ОПК(У)-2.3<br>И.ОПК(У)-2.5<br>И.ОПК(У)-3.1<br>И.ОПК(У)-4.1                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>– Подготовительный этап.</li> </ul>                                                                                                                                         | Экспертная оценка руководителя студента.<br>Доклад по теме исследования.<br>Защита итогового отчета по УИРС. |
| РД5                                           | Определять и прогнозировать источники инструментальных погрешностей.                                                                                                                    | И.ОПК(У)-2.1<br>И.ОПК(У)-2.2                                                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>– Подготовительный этап.</li> <li>– Основной этап / Выполнение индивидуального задания.</li> <li>– Научно-исследовательская и/или опытно-конструкторская работа</li> </ul>  | Экспертная оценка руководителя студента.<br>Доклад по теме исследования.<br>Защита итогового отчета по УИРС. |
| РД6                                           | Разрабатывать физические и математические модели процессов и объектов профессиональной деятельности.                                                                                    | И.ОПК(У)-3.4<br>И.ПК(У)-1.1<br>И.ПК(У)-3.1<br>И.ПК(У)-3.2                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>– Научно-исследовательская и/или опытно-конструкторская работа.</li> </ul>                                                                                                  | Экспертная оценка руководителя студента.<br>Доклад по теме исследования.<br>Защита итогового отчета по УИРС. |
| РД7                                           | Диагностировать техническое состояние объектов профессиональной деятельности и проводить оценку технико-экономических показателей.                                                      | И.ПК(У)-1.2<br>И.ПК(У)-2.1<br>И.ПК(У)-5.1<br>И.ПК(У)-5.2                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>– Научно-исследовательская и/или опытно-конструкторская работа.</li> <li>– Заключительный этап.</li> </ul>                                                                  | Экспертная оценка руководителя студента.<br>Доклад по теме исследования.<br>Защита итогового отчета по УИРС. |
| РД8                                           | Представлять данные аналитических исследований и измерений, а также составлять отчёт по проведенной работе.                                                                             | И.ОПК(У)-2.1<br>И.ОПК(У)-2.2<br>И.ОПК(У)-3.5<br>И.ОПК(У)-5.1<br>И.ОПК(У)-5.2                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>– Основной этап / Выполнение индивидуального задания.</li> <li>– Научно-исследовательская и/или опытно-конструкторская работа.</li> <li>– Заключительный этап.</li> </ul>   | Экспертная оценка руководителя студента.<br>Доклад по теме исследования.<br>Защита итогового отчета по УИРС. |
| РД9                                           | Выполнять нормативно-технические расчеты, расчеты схем и энергоэффективности тепломеханического оборудования.                                                                           | И.ПК(У)-4.1<br>И.ПК(У)-4.2<br>И.ПК(У)-4.3                                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>– Основной этап / Выполнение индивидуального задания.</li> <li>– Научно-исследовательская и/или опытно-конструкторская работа.</li> <li>– Заключительный этап.</li> </ul>   | Экспертная оценка руководителя студента.<br>Доклад по теме исследования.<br>Защита итогового отчета по УИРС. |
| РД10                                          | Использовать нормативно-техническую документацию и осуществлять подготовку проектной документации по отдельным узлам и элементам теплоэнергетического оборудования.                     | И.ПК(У)-3.1<br>И.ПК(У)-3.2                                                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>– Научно-исследовательская и/или опытно-конструкторская работа.</li> <li>– Заключительный этап.</li> </ul>                                                                  | Экспертная оценка руководителя студента.<br>Доклад по теме исследования.<br>Защита итогового отчета по УИРС. |

### 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).

Шкала для оценочных мероприятий и зачета

| Степень сформированности результатов обучения | Балл     | Соответствие традиционной оценке |              | Определение оценки                                                                                                                                                                                                           |
|-----------------------------------------------|----------|----------------------------------|--------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 90% ÷ 100%                                    | 90 ÷ 100 | «Отлично»                        | «Зачтено»    | 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%                                     | 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%                                     | 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%                                      | 0 ÷ 54   | «Неудовл.»                       | «Не зачтено» | Результаты обучения не соответствуют минимально достаточным требованиям                                                                                                                                                      |

### 4. Перечень типовых заданий

|    | Оценочные мероприятия                    | Примеры типовых контрольных заданий                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|----|------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. | Экспертная оценка руководителя студента. | Отзыв по стандартной форме (на основании результатов работы студента).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 2. | Доклад по теме исследования.             | Примерные темы учебно-исследовательских работ:<br>1. Математическое моделирование процессов горения пылеугольного топлива в камерной топке.<br>2. Исследование низкосортных топлив применительно к технологии производства универсальных топливных брикетов.<br>3. Численное исследование образования оксидов азота.<br>4. Нанотехнологии в теплоэнергетике.<br>5. Сорбентная очистка дымовых газов энергетических котлов от токсичных составляющих.<br>6. Ресурсы для будущего производства энергии.<br>7. Сбор и утилизация нефтеразливов.<br>8. Исследование теплотехнических характеристик энергетического топлива.<br>9. Новые материалы в котлостроении.<br>10. Повышение эксплуатационной надежности поверхностей нагрева паровых котлов.<br>11. Теплотехнологическая переработка биомассы томской области применительно к энергетическому использованию. |

|    | Оценочные мероприятия            | Примеры типовых контрольных заданий                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|----|----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |                                  | 12. Математическое моделирование аэродинамических процессов в топках энергетических котлов.<br>13. Защита окружающей среды от вредных выбросов промышленных котлов.<br>14. Исследование топлива, получаемого на основе сорбционной технологии утилизации нефтеразливов.<br>15. Исследование физико-химических процессов горения органических топлив при организации различных схем и технологий сжигания.<br>16. Рентгенография в диагностике материалов теплоэнергетического оборудования.<br>17. Изучение процессов накипеобразования на внутренних поверхностях теплогенерирующих элементов, их влияние на надежность работы.<br>18. Оценка качества и технологии использования твердых топлив.<br>19. Теплофизические процессы в трактах котельных установок. |
| 3. | Защита итогового отчета по УИРС. | По итогам УИРС обучающийся предоставляет следующие материалы:<br>– список научных трудов студента;<br>– отчёт по учебно-исследовательской работе.<br>Теоретические и практические вопросы зависят от представленных материалов и УИРС в целом.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |

## 5. Методические указания по процедуре оценивания

|    | Оценочные мероприятия                    | Процедура проведения оценочного мероприятия и необходимые методические указания                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|----|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. | Экспертная оценка руководителя студента. | Руководитель студента проводит оценивание на основании промежуточного или итогового отчета по УИРС:<br>– выполнение индивидуального задания УИРС в полном объеме;<br>– степень соответствия выполненных работ содержанию заявленных результатов обучения;<br>– четкость и техническая правильность оформления отчета;<br>– дополнительно для отчета в форме эссе: грамотность, раскрытие темы, глубина проработки, использование дополнительной литературы и нормативных документов, демонстрационные материалы, объём неправомерного заимствования результатов работы.<br>Результат оценивания: руководитель студента делает выводы о степени сформированности результатов обучения в отзыве по стандартной форме. |
| 2. | Доклад по теме исследования.             | Тематика доклада определяется УИРС, результатами его научной деятельности и представляет собой выступление студента перед руководителем или научным сообществом по полученным результатам.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 3. | Защита итогового отчета по УИРС.         | Оценивание проводит комиссия по защите УИРС, в количестве не менее двух человек, в т.ч. руководитель УИРС (обеспечивающий преподаватель).<br>На защите:<br>– обучающийся предъявляет комиссии отчет по УИРС и делает краткое сообщение, сопровождаемое показом демонстрационных материалов;<br>– члены комиссии задают обучающемуся вопросы и заслушивают ответы;<br>– могут быть заданы теоретические и практические вопросы по представленным материалам и УИРС в целом;<br>– члены комиссии оценивают выполненную работу и ответы на вопросы в соответствии с критериями в п.3.<br>Защита проходит в публичной форме.                                                                                            |