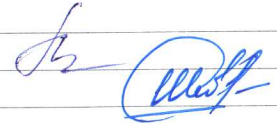


**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**  
**ПРИЕМ 2016 г.**  
**ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная**

**Турбомашины АЭС**

|                                                         |                                                                            |         |     |
|---------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|---------|-----|
| Направление подготовки/<br>специальность                | <b>14.05.02 Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг</b> |         |     |
| Образовательная программа<br>(направленность (профиль)) | <b>Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг</b>          |         |     |
| Специализация                                           | <b>Проектирование и эксплуатация атомных станций</b>                       |         |     |
| Уровень образования                                     | высшее образование -специалитет                                            |         |     |
| Курс                                                    | 3                                                                          | семестр | 6,7 |
| Трудоемкость в кредитах<br>(зачетных единицах)          | 9                                                                          |         |     |

|                                        |                                                                                                                                                                          |                      |
|----------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| Заведующий кафедрой -<br>руководитель  | <br> | <b>Заворин А.С.</b>  |
| НОЦ И.Н. Бутакова на правах<br>кафедры |                                                                                                                                                                          |                      |
| Руководитель ООП                       |                                                                                                                                                                          | <b>Воробьев А.В.</b> |
| Преподаватель                          |                                                                                                                                                                          | <b>Шевелев С.А.</b>  |

2020 г.

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

| Элемент образовательной программы (дисциплина, практика, ГИА) | Семестр | Код компетенции | Наименование компетенции                                                                                                                                                                                                  | Код результата освоения ООП | Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенций) |                                                                                                                                                                                         |
|---------------------------------------------------------------|---------|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|-------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                               |         |                 |                                                                                                                                                                                                                           |                             | Код                                                         | Наименование                                                                                                                                                                            |
| Турбомашины АЭС                                               | 6,7     | ПК(У)-6         | владением основами расчета на прочность элементов конструкций, механизмов и машин, подходами к обоснованному выбору способа обработки и соединения элементов энергетического оборудования ( );                            | Р14                         | ПК(У)-6.В1                                                  | Владеет опытом использования методов расчета на прочность элементов конструкций, механизмов и машин                                                                                     |
|                                                               |         |                 |                                                                                                                                                                                                                           |                             | ПК(У)-6.У1                                                  | Умеет проводить расчеты на прочность элементов конструкций, механизмов и машин                                                                                                          |
|                                                               |         |                 |                                                                                                                                                                                                                           |                             | ПК(У)-6.З1                                                  | Знает методы расчета на прочность элементов конструкций, механизмов и машин                                                                                                             |
|                                                               |         | ПК(У)-27        | способностью организовывать экспертизу технической документации, готовностью к исследованию причин неисправностей оборудования, принятию мер по их устранению                                                             | Р13                         | ПК(У)-27.В1                                                 | Владеет опытом анализа технической документации, характеристик основного и вспомогательного оборудования АС, причин нарушений в его работе и способов их устранения                     |
|                                                               |         |                 |                                                                                                                                                                                                                           |                             | ПК(У)-27.У1                                                 | Умеет определять и анализировать характеристики основного и вспомогательного оборудования, нарушения в его работе и способы их устранения                                               |
|                                                               |         |                 |                                                                                                                                                                                                                           |                             | ПК(У)-27.З1                                                 | Знает характеристики основного и вспомогательного оборудования АС, возможные неисправности оборудования, их причины и способы устранения                                                |
|                                                               |         | ПСК(У)-1.5      | готовностью к разработке проектов элементов и систем АС и ЯЭУ с целью их модернизации и улучшения технико-экономических показателей с использованием современных средств проектирования и новых информационных технологий | Р14                         | ПСК(У)-1.5.В1                                               | Владеет опытом использования знаний по теоретическим основам функционирования, технологическим схемам, конструкциям и характеристикам оборудования основных типов АС при проектировании |
|                                                               |         |                 |                                                                                                                                                                                                                           |                             | ПСК(У)-1.5.У1                                               | Умеет применять знания по теоретическим основам функционирования, технологическим схемам, конструкциям и характеристикам оборудования основных типов АС при проектировании              |
|                                                               |         |                 |                                                                                                                                                                                                                           |                             | ПСК(У)-1.5.З1                                               | Знает теоретические основы функционирования, технологические схемы, конструкции и характеристики оборудования основных типов АС                                                         |

## 2. Показатели и методы оценивания

| Планируемые результаты обучения по дисциплине |                                                                                                                                      | Код контролируемой компетенции (или ее части) | Наименование раздела дисциплины                                                                                                                                        | Методы оценивания (оценочные мероприятия)                                                   |
|-----------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| Код                                           | Наименование                                                                                                                         |                                               |                                                                                                                                                                        |                                                                                             |
| РД 1                                          | Знать термодинамические процессы, происходящие в оборудовании атомных электростанций, и уметь рассчитывать параметры этих процессов. | ПК(У)-6                                       | Введение. Тепловые циклы турбинных установок. Переменный режим турбины.                                                                                                | Защита отчета, экспертная оценка руководителя Контрольная работа. Защита курсового проекта. |
| РД 2                                          | Использовать методы термодинамического анализа циклов для анализа и расчета эффективности термодинамических циклов.                  | ПК(У)-6                                       | Ступени турбины. Циклы паротурбинных установок АЭС. Многоступенчатые турбины. Регулирование, защита и маслоснабжение турбин. Конденсационные установки паровых турбин. | Защита отчета, экспертная оценка руководителя Контрольная работа. Защита курсового проекта. |
| РД 3                                          | Владеть навыками проектирования тепловых схем атомных электростанций с учетом особенностей ядерной паропроизводящей установки.       | ПК(У)-10                                      | О некоторых особенностях эксплуатации турбин.                                                                                                                          | Защита отчета, экспертная оценка руководителя Контрольная работа. Защита курсового проекта. |

## 3. Шкала оценивания

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

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

Рекомендуемая шкала для отдельных оценочных мероприятий входного и текущего контроля

| % выполнения | Соответствие | Определение оценки |
|--------------|--------------|--------------------|
|--------------|--------------|--------------------|

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

#### Шкала для оценочных мероприятий экзамена

| % выполнения заданий экзамена | Экзамен, балл | Соответствие традиционной оценке | Определение оценки                                                                                                                                                                                                           |
|-------------------------------|---------------|----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 90%÷100%                      | 36 ÷ 40       | «Отлично»                        | Отличное понимание предмета, всесторонние знания, отличные умения и владение опытом практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, их качество оценено количеством баллов, близким к максимальному |
| 70% - 89%                     | 28 ÷ 35       | «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%                     | 22 ÷ 27       | «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 ÷ 21        | «Неудовл.»                       | Результаты обучения не соответствуют минимально достаточным требованиям                                                                                                                                                      |

#### Шкала для оценочных мероприятий и дифференцированного зачета / зачета

| Степень сформированности результатов обучения | Балл     | Соответствие традиционной оценке | Определение оценки                                                                                            |
|-----------------------------------------------|----------|----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 90% ÷ 100%                                    | 90 ÷ 100 | «Отлично»                        | Отличное понимание предмета, всесторонние знаний, отличные умения и владение опытом практической деятельности |
| 70% ÷ 89%                                     | 70 ÷ 89  | «Хорошо»                         | Достаточно полное понимание предмета, хорошие знания, умения и опыт практической деятельности                 |
| 55% ÷ 69%                                     | 55 ÷ 69  | «Удовл.»                         | Приемлемое понимание предмета, удовлетворительные знания, умения и опыт практической деятельности             |
| 0% ÷ 54%                                      | 0 ÷ 54   | «Неудовл.»                       | Результаты обучения не соответствуют минимально достаточным требованиям                                       |
| 55% ÷ 100%                                    | 55 ÷ 100 | «Зачтено»                        | Результаты обучения соответствуют минимально достаточным требованиям                                          |
| 0% ÷ 54%                                      | 0 ÷ 54   | «Не зачтено»                     | Результаты обучения не соответствуют минимально достаточным требованиям                                       |

#### 4. Перечень типовых заданий

|    | Оценочные мероприятия                 | Примеры типовых контрольных заданий                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|----|---------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. | Защита лабораторной работы            | Вопросы:<br>1. Принципиальная конструкция паровой турбины. Основные элементы и их назначение<br>2. Основные преимущества многоступенчатых турбин.<br>3. Понятие эрозии. Факторы, влияющие на эрозию.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 2. | Защита практической работы            | Вопросы<br>1. Газодинамические и режимные параметры турбинных решеток.<br>2. Понятие о критическом режиме течения, критическая скорость.<br>3. Переменный режим суживающихся сопел. Сетка относительных расходов для суживающихся сопел.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 3. | Контрольная работа                    | Вопросы:<br>1. Понятие о турбинной ступени. Основные элементы и их назначение.<br>2. Уравнение неразрывности для одномерного потока.<br>3. Уравнение кол-ва движения для одномерного потока.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 4. | Выполнение курсового проекта (работы) | <p>По заданию на курсовой проект студент должен произвести расчёты: приближенное определение расхода пара на турбину, построить при этом действительный процесс расширения пара на турбину, определение числа ступеней цилиндра, заданного для подробного проектирования, подробный тепловой расчёт нескольких ступеней и приближенный расчёт других ступеней цилиндра и т.п. (подробно перечислено далее). Варианты заданий составляются на базе серийных конденсационных турбин, работающих на влажном паре, а также работающих на перегретом паре на АЭС с реакторами на быстрых нейтронах. Задание может быть выдано на базе иностранных турбин, работающих на влажном паре. В некоторых случаях могут быть выданы задания с ориентировкой на турбины, работающих на перегретом паре на станциях, использующих органическое топливо. Кроме того могут выдаваться задания на базе теплофикационных турбин ТК-450/500-6О, ТК-1070-60/1500.</p> <p>Тематика проектов (работ):</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Проект многоступенчатой паровой турбины К-1000-5,8</li> <li>2. Проект многоступенчатой паровой турбины К-800-6,46</li> <li>3. Проект многоступенчатой паровой турбины К-750-6,37</li> </ol> |

|    | Оценочные мероприятия             | Примеры типовых контрольных заданий                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|----|-----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 5. | Защита курсового проекта (работы) | Вопросы к защите:<br>1 Потеря на рабочих лопатках ступени. Физический смысл. Формула для расчета.<br>2. Потеря от влажности в турбинной ступени. Физический смысл. Простейшая формула для оценки.<br>3 Причины, вызывающие увеличение потерь энергии в турбинных решетках при течении влажного пара. |
| 6. | Экзамен                           | Вопросы на экзамен:<br>1.Степень реактивности. Классификация ступеней в зависимости от степени реактивности.<br>2.Треугольники скоростей турбинной ступени.<br>3.Потери в соплах. Физический смысл. Формула для расчета.                                                                             |

## 5. Методические указания по процедуре оценивания

|    | Оценочные мероприятия                 | Процедура проведения оценочного мероприятия и необходимые методические указания                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|----|---------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. | Защита лабораторной работы            | Письменные и устные ответы на вопросы по выполненной лабораторной работе.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 2. | Выполнение курсового проекта (работы) | Курсовой проект представляет собой выполнение на основе исходных данных следующих разделов:<br>1.Определение предельной мощности и числа потоков пара в части низкого давления турбины.<br>2.Предварительный расчёт 1-ой ступени цилиндра, заданного для подробного проектирования.<br>3.Предварительный расчёт последней ступени цилиндра.<br>4.Определение числа ступеней цилиндра, заданного для подробного проектирования.<br>5.Подробный тепловой расчет 1-ой ступени цилиндра.<br>6.Подробный тепловой расчёт 2-ой ступени и последней ступеней цилиндра; приближенный расчёт промежуточных ступеней.<br>7.Определение мощности одного потока цилиндра, всего цилиндра и всей турбины.<br>8.Сводка показателей тепловой экономичности турбины (удельные расходы тепла и пара, все коэффициенты полезного действия). |

|    | Оценочные мероприятия             | Процедура проведения оценочного мероприятия и необходимые методические указания                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|----|-----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |                                   | <p>9.Расчёт элементов турбины на прочность (на растяжение и изгиб рассчитывается лопатка, рассчитывается ее хвостовик, рассчитывается шейка вала на скручивание; расчёт критического числа оборотов ротора цилиндра приближенным путём). Определение осевого усилия на ротор в пределах одной ступени.</p> <p>Подготовленный курсовой проект подписывается студентом и представляется преподавателю на проверку в установленные календарным рейтингом планом курсовым проектом сроки. Проверка курсовых проектов преподавателем осуществляется в течение трех дней после сдачи.</p> <p>Преподаватель оценивает выполнение курсового проекта и соответствие календарному рейтинговому плану по 40-балльной системе. Курсовой проект считается выполненным, а студент получает допуск к защите при получении 22 баллов, на титульном листе преподаватель делает отметку «К защите», проставляет набранное количество баллов и ставит подпись. Если в результате проверки студент получает меньшую сумму баллов, то работа возвращается студенту для доработки или переделки. Замечания преподаватель в письменном виде представляет студенту. На титульном листе делается отметка «Доработать» или «Переделать».</p> |
| 3. | Защита курсового проекта (работы) | <p>После выполнения курсового проекта, пояснительная записка и продольный разрез цилиндра турбины сдаются на проверку руководителю. Максимальная оценка за выполненный проект – 40 баллов. При отсутствии значительных замечаний обучающийся допускается к защите курсового проекта. Прием курсового проекта проводится комиссией, состоящей минимум из двух экспертов (профильных преподавателей). В процессе защиты, обучающемуся задается шесть вопросов по выполненному проекту (пояснительная записка и чертеж проточной части цилиндра турбины). Каждый вопрос – 10 % от максимальной оценки за курсовой проект. При необходимости (спорная оценка), обучающемуся могут быть заданы дополнительные вопросы. Повторная сдача курсового проекта на повышенную оценку не допускается.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 4. | Защита практических работ         | Письменные и устные ответы на вопросы по выполненной практической работе.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 5. | Контрольная работа                | Письменные ответы на вопросы по пройденным разделам. В билете четыре вопроса, каждый по 25% от максимальной оценки за контрольную работу.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 6. | Экзамен                           | Письменные и устные ответы на вопросы в экзаменационном билете. Каждый вопрос – 20 % от максимальной оценки за экзамен. При необходимости (спорная оценка), обучающемуся могут быть заданы дополнительные вопросы.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |

