

# ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

ПРИЕМ 2017 г.

ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

## ЯДЕРНЫЕ РЕАКТОРЫ

|                                                         |                                                          |         |      |
|---------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|---------|------|
| Направление подготовки/<br>специальность                | 14.05.04 Электроника и автоматика физических установок   |         |      |
| Образовательная программа<br>(направленность (профиль)) | Электроника и автоматика физических установок            |         |      |
| Специализация                                           | Системы автоматизации физических установок и их элементы |         |      |
| Уровень образования                                     | высшее образование - специалитет                         |         |      |
| Курс                                                    | 4                                                        | семестр | 7, 8 |
| Трудоемкость в кредитах<br>(зачетных единицах)          | 5 (2/3)                                                  |         |      |

|                                                 |                                                                                      |               |
|-------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| Заведующий кафедрой -<br>руководитель отделения |   | А.Г. Горюнов  |
| на правах кафедры                               |                                                                                      |               |
| Руководитель ООП                                |  | А.Г. Горюнов  |
| Преподаватель                                   |                                                                                      | В.Н. Нестеров |

2020 г.

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

| Элемент образовательной программы (дисциплина, практика, ГИА) | Семестр | Код компетенции | Наименование компетенции                                                                                                                                                                                                                | Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенций) |                                                                                                                                                                                                                               |
|---------------------------------------------------------------|---------|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                               |         |                 |                                                                                                                                                                                                                                         | Код                                                         | Наименование                                                                                                                                                                                                                  |
| Ядерные реакторы                                              | 7, 8    | ПК(У)-2         | Способен к освоению новых образцов физических установок                                                                                                                                                                                 | ПК(У)-2.В3                                                  | Владеет основными подходами и методами организации проведения теоретических и экспериментальных исследований                                                                                                                  |
|                                                               |         |                 |                                                                                                                                                                                                                                         | ПК(У)-2.У3                                                  | Умеет проводить теоретические и экспериментальные исследования                                                                                                                                                                |
|                                                               |         |                 |                                                                                                                                                                                                                                         | ПК(У)-2.33                                                  | Знает основные этапы проектирования, ввода в опытную и промышленную эксплуатацию сложных систем.                                                                                                                              |
|                                                               |         | ПК(У)-18        | Способен осуществлять разработку технического задания, расчет, проектную проработку современных устройств и узлов приборов, установок                                                                                                   | ПК(У)-18.В2                                                 | Владеет опытом разработки технического задания, методов расчетов и основных этапов проектирования современных ядерных энергетических установок                                                                                |
|                                                               |         |                 |                                                                                                                                                                                                                                         | ПК(У)-18.У2                                                 | Умеет разрабатывать техническое задание, методы расчетов и основные этапы проектирования современных ядерных энергетических установок                                                                                         |
|                                                               |         |                 |                                                                                                                                                                                                                                         | ПК(У)-18.32                                                 | Знает основные этапы проектирования современных ядерных энергетических установок и методы их расчетов                                                                                                                         |
|                                                               |         | ДПСК (У)-3      | Способен применять знания о технологических процессах и аппаратах ядерного топливного цикла, знания о процессах в ядерных реакторах для разработки их математического описания с целью проведения исследований и проектирования АСУ ТП. | ДПСК(У)-3.В5                                                | Владеет опытом аналитических расчетов основных нейтронно-физических параметров ядерного реактора                                                                                                                              |
|                                                               |         |                 |                                                                                                                                                                                                                                         | ДПСК(У)-3.У5                                                | Умеет проводить: нейтронно-физические расчеты ядерных реакторов; подбор материалов для активной зоны; выбор основных элементов конструкции активной зоны, и элементов систем управления реактором                             |
|                                                               |         |                 |                                                                                                                                                                                                                                         | ДПСК(У)-3.35                                                | Знает основные положения ядерной физики, применительно к теории ядерных реакторов; методы расчета ядерных реакторов; способы управления реакторной установкой и основные решения вопросов ядерной и радиационной безопасности |

## 2. Показатели и методы оценивания

| Планируемые результаты обучения по дисциплине |                                                                                                                                                                             | Компетенция | Наименование раздела дисциплины | Методы оценивания (оценочные мероприятия)                                           |
|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|---------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Код                                           | Наименование                                                                                                                                                                |             |                                 |                                                                                     |
| РД1                                           | Применять знания общих законов, теорий, уравнений, методов ядерной физики и теории переноса нейтронов                                                                       | ПК(У)-2     | Раздел 1. Ядерные реакторы      | Семинар, защита отчета по лабораторной работе, защита курсового проекта, коллоквиум |
| РД2                                           | Выполнять расчеты нейтронно-физических характеристик реакторных установок                                                                                                   | ПК(У)-18    |                                 |                                                                                     |
| РД3                                           | Выполнять обработку и анализ данных, полученных при теоретических и экспериментальных исследованиях, ядерно-энергетических установок, потоков нейтронного и гамма излучения | ДПСК (У)-3  |                                 |                                                                                     |

### 3. Шкала оценивания

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

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

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

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

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

| Степень сформированности результатов обучения | Балл     | Соответствие традиционной оценке | Определение оценки                                                                                                                                                                                                           |
|-----------------------------------------------|----------|----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 90%÷100%                                      | 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%                                     | 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            |
| 55%÷100%                                      | 55 ÷ 100 | «Зачтено»                        | Результаты обучения соответствуют минимально достаточным требованиям                                                                                                                                                         |
| 0% ÷ 54%                                      | 0 ÷ 54   | «Неудовл.»/<br>«Не зачтено»      | Результаты обучения не соответствуют минимально достаточным требованиям                                                                                                                                                      |

#### 4. Перечень типовых заданий

| Оценочные мероприятия |                                      | Примеры типовых контрольных заданий                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|-----------------------|--------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.                    | Семинар                              | <p>Вопросы:</p> <p>1 Определить количество делений и поглощений без деления за 1 сек в размножающей среде с <math>U^{235}</math>, где плотность тепловых нейтронов равна <math>10^6</math> нейтр/см<sup>3</sup>, а концентрация горючего <math>N_{U-235} = 5 \cdot 10^{18}</math> ядер/см<sup>3</sup>.</p> <p>2 Цилиндрический ядерный реактор с бериллиевым отражателем имеет следующие размеры активной зоны: высота 2 м, радиус 1 м. Оценить выигрыш за счет бериллиевого отражателя в объеме активной зоны данного реактора.</p> <p>3 Реактор работает на мощности 5 МВт. Потеря нейтронов за счет поглощения без деления составляет 45%. Сколько нейтронов вылетает за пределы активной зоны?</p> |
| 2.                    | Защита отчета по лабораторной работе | <p>Вопросы:</p> <p>1 Что такое умножение в подкритических системах?</p> <p>2 Каким образом реализуется нормировка плотности потока нейтронов в подкритических системах?</p> <p>3 Что такое ядерная и радиационная безопасность?</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 3.                    | Выполнение курсовой работы           | <p>Темы курсовой работы:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Определение нейтронно-физических параметров реактора ВВЭР-1000</li> <li>2. Определение нейтронно-физических параметров реактора КЛТ-40С</li> <li>3. Определение нейтронно-физических параметров реактора РБМК-1000</li> <li>4. Определение нейтронно-физических параметров реактора ВТГР</li> <li>5. Определение нейтронно-физических параметров реактора БН-800</li> <li>6. Определение нейтронно-физических параметров реактора БРЕСТ</li> </ol> <p>Индивидуальное распределение студентов идет по составу ядерного топлива.</p>                                                                                              |
| 4.                    | Защита курсовой работы               | <p>Примеры вопросов на защите курсовой работы:</p> <p>1 Каким образом влияет эффект самоэкранировки ядер на спектр плотности потока нейтронов?</p> <p>2 Каким образом влияет компенсация запаса реактивности на спектр плотности потока нейтронов?</p> <p>3 Чем обусловлено изменение спектра плотности потока нейтронов в течение кампании ядерного топлива?</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 5.                    | Коллоквиум                           | <p>Вопросы:</p> <p>1 Каким образом можно оценить минимальное обогащение урана для создания самоподдерживающейся цепной реакции деления ядер?</p> <p>2 Каким образом проводится нормировка плотности потока нейтронов в местах хранения ядерного</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |

|  | Оценочные мероприятия | Примеры типовых контрольных заданий                                                                                            |
|--|-----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |                       | топлива и в активной зоне ядерного реактора?<br>3 Опишите методику многогруппового расчета спектра плотности потока нейтронов. |

### 5. Методические указания по процедуре оценивания

| Оценочные мероприятия       |                                                                                                                  | Процедура проведения оценочного мероприятия и необходимые методические указания                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |  |                |                                         |                   |                             |  |    |          |                                                                              |   |          |                                                       |   |          |                                                        |   |                           |                                                                                                                  |   |
|-----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|----------------|-----------------------------------------|-------------------|-----------------------------|--|----|----------|------------------------------------------------------------------------------|---|----------|-------------------------------------------------------|---|----------|--------------------------------------------------------|---|---------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
| 1.                          | Семинар                                                                                                          | Семинар проводится в виде контрольной работы. В течение 2-х аудиторных часов необходимо решить 4 задачи.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  |                |                                         |                   |                             |  |    |          |                                                                              |   |          |                                                       |   |          |                                                        |   |                           |                                                                                                                  |   |
| 2.                          | Защита отчета по лабораторной работе                                                                             | Защита отчета по лабораторной работе проходит в рамках собеседования по полученным результатам расчета.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |                |                                         |                   |                             |  |    |          |                                                                              |   |          |                                                       |   |          |                                                        |   |                           |                                                                                                                  |   |
| 3.                          | Выполнение курсовой работы                                                                                       | <p>В ходе выполнения курсового проекта должна быть достигнута цель: определение спектра плотности потока нейтронов и запаса реактивности при работе реактора на номинальном уровне мощности.</p> <p>Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>– провести анализ конструктивных особенностей и эксплуатационных параметров активной зоны ядерного реактора;</li><li>– определить спектр плотности потока нейтронов путем решения системы многогрупповых уравнений диффузии нейтронов;</li><li>– провести нормировку спектра плотности потока нейтронов на мощность ядерного реактора и оценить значение запаса реактивности;</li><li>– провести анализ расчетных данных по мере изменения состояния ядерного реактора от «холодного» до «горячего», работающего на номинальном уровне мощности.</li></ul> <p>Курсовая работа должна выполняться в рамках календарного рейтинг-плана:</p> <table><tr><th>Дата контроля*</th><th>Вид работы (аттестационное мероприятие)</th><th>Максимальный балл</th></tr><tr><td colspan="2">Текущий контроль в семестре</td><td>40</td></tr><tr><td>2 неделя</td><td>Определение гомогенизированных ядерных концентраций материалов активной зоны</td><td>5</td></tr><tr><td>4 неделя</td><td>Определение микроконстант для многогруппового расчета</td><td>5</td></tr><tr><td>6 неделя</td><td>Определение макро констант для многогруппового расчета</td><td>5</td></tr><tr><td>Конференц-неделя 1 (КТ 1)</td><td>Определение спектра плотности потока нейтронов путем решения системы многогрупповых уравнений диффузии нейтронов</td><td>5</td></tr></table> |  | Дата контроля* | Вид работы (аттестационное мероприятие) | Максимальный балл | Текущий контроль в семестре |  | 40 | 2 неделя | Определение гомогенизированных ядерных концентраций материалов активной зоны | 5 | 4 неделя | Определение микроконстант для многогруппового расчета | 5 | 6 неделя | Определение макро констант для многогруппового расчета | 5 | Конференц-неделя 1 (КТ 1) | Определение спектра плотности потока нейтронов путем решения системы многогрупповых уравнений диффузии нейтронов | 5 |
| Дата контроля*              | Вид работы (аттестационное мероприятие)                                                                          | Максимальный балл                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  |                |                                         |                   |                             |  |    |          |                                                                              |   |          |                                                       |   |          |                                                        |   |                           |                                                                                                                  |   |
| Текущий контроль в семестре |                                                                                                                  | 40                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |  |                |                                         |                   |                             |  |    |          |                                                                              |   |          |                                                       |   |          |                                                        |   |                           |                                                                                                                  |   |
| 2 неделя                    | Определение гомогенизированных ядерных концентраций материалов активной зоны                                     | 5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  |                |                                         |                   |                             |  |    |          |                                                                              |   |          |                                                       |   |          |                                                        |   |                           |                                                                                                                  |   |
| 4 неделя                    | Определение микроконстант для многогруппового расчета                                                            | 5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  |                |                                         |                   |                             |  |    |          |                                                                              |   |          |                                                       |   |          |                                                        |   |                           |                                                                                                                  |   |
| 6 неделя                    | Определение макро констант для многогруппового расчета                                                           | 5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  |                |                                         |                   |                             |  |    |          |                                                                              |   |          |                                                       |   |          |                                                        |   |                           |                                                                                                                  |   |
| Конференц-неделя 1 (КТ 1)   | Определение спектра плотности потока нейтронов путем решения системы многогрупповых уравнений диффузии нейтронов | 5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  |                |                                         |                   |                             |  |    |          |                                                                              |   |          |                                                       |   |          |                                                        |   |                           |                                                                                                                  |   |

| Оценочные мероприятия |                          | Процедура проведения оценочного мероприятия и необходимые методические указания                                                    |                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                         |
|-----------------------|--------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                       |                          |                                                                                                                                    | итерационным способом                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                         |
|                       |                          | 10 неделя                                                                                                                          | Нормировка спектра плотности потока нейтронов и определения запаса реактивности в холодном разотравленном состоянии                                                                                        | 5                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                         |
|                       |                          | 12 неделя                                                                                                                          | Влияние температуры на спектр плотности потока нейтронов и запас реактивности                                                                                                                              | 5                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                         |
|                       |                          | 14 неделя                                                                                                                          | Влияние компенсации запаса реактивности на формирование спектра плотности потока нейтронов                                                                                                                 | 10                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                         |
|                       |                          | <b>Промежуточная аттестация</b>                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                            | 60                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                         |
|                       |                          | Конференц-неделя 2 (КТ 2)                                                                                                          | Защита работы                                                                                                                                                                                              | 60                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                         |
|                       |                          | <b>Итого баллов по результатам работы в семестре и аттестационных мероприятий</b>                                                  |                                                                                                                                                                                                            | 100                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 4.                    | Защита курсового проекта | Осуществляется доклад по результатам работы. Затем задаются дополнительные вопросы.<br>Критерии оценивания защиты курсовой работы: |                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                         |
|                       |                          | Критерий                                                                                                                           | 11 - 20 баллов                                                                                                                                                                                             | 4 - 10 баллов                                                                                                                                                                                                                                       | 0 - 3 баллов                                                                                                                                                                                                                                            |
|                       |                          | 1. Соответствие содержания доклада и степень владения заявленной темой исследования                                                | Содержание доклада соответствует заявленной теме и в полной мере её раскрывает, студент демонстрирует свободное владение темой                                                                             | Содержание доклада, не в полной мере раскрывает заявленную тему, студент испытывает затруднения при докладе                                                                                                                                         | Содержание доклада не соответствует заявленной теме, студент не способен передать основные этапы при написании работы                                                                                                                                   |
|                       |                          | 2. Навыки проведения расчетов и оценка полученных результатов                                                                      | Студент может рассказать алгоритм вычисления, демонстрирует формулы для вычисления и расчеты, может интерпретировать полученные результаты, понимает и демонстрирует взаимосвязь рассчитанных показателей. | Студент может рассказать алгоритм вычисления, испытывает затруднения при демонстрации формул для вычисления и расчетов, может интерпретировать полученные результаты, испытывает затруднения при демонстрации взаимосвязи рассчитанных показателей. | Студент испытывает затруднения или не может рассказать алгоритм вычисления, испытывает затруднения при демонстрации формул для вычисления и расчетов, не может интерпретировать полученные результаты, не понимает взаимосвязи рассчитанных показателей |
|                       |                          | 3. Ответы на вопросы преподавателя                                                                                                 | Студент свободно отвечает на все вопросы, демонстрирует свободной                                                                                                                                          | Студент испытывает затруднения при ответе на все вопросы, дает полные ответы с помощью                                                                                                                                                              | Студент испытывает затруднения при ответе на все вопросы, не может дать                                                                                                                                                                                 |

| Оценочные мероприятия |            | Процедура проведения оценочного мероприятия и необходимые методические указания                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                   |                                                                                                                               |                                                                           |
|-----------------------|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
|                       |            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | владение по каждому разделу курсовой работы и понимает взаимосвязь этих разделов. | наводящих вопросов, демонстрирует свободное владение по каждому разделу курсовой работы и понимает взаимосвязь этих разделов. | ответ наводящих вопросов, не понимает взаимосвязи полученных показателей. |
|                       |            | <p>Преподаватель оценивает защиту курсовой работы и соответствие календарному рейтинговому плану по 60-балльной системе. Защита курсовой работы считается выполненной, а студент получает итоговую оценку по курсовой работе при получении 33 баллов, на титульном листе преподаватель ставит баллы за защиту, а также сумму баллов (выполнение работы+защита). Если в результате защиты студент получает меньшую сумму баллов, то студент приходит на защиту повторно в часы консультаций преподавателя.</p> <p>Итоговая оценка за курсовую работу рассчитывается на основе полученной суммы баллов за выполнение курсовой работы и баллов, набранных при защите согласно календарному рейтинговому плану дисциплины.</p> |                                                                                   |                                                                                                                               |                                                                           |
| 5.                    | Коллоквиум | В течение 1 аудиторного часа необходимо сформулировать ответы на два теоретических вопроса.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                   |                                                                                                                               |                                                                           |

### КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН ДИСЦИПЛИНЫ 2020/2021 учебный год

| ОЦЕНКИ                          |   |                 | Дисциплина<br><u>«ЯДЕРНЫЕ РЕАКТОРЫ»</u><br><br>по направлению <b>14.05.04 Электроника и автоматика физических установок</b> | Лекции                   | 32 | час.        |
|---------------------------------|---|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|----|-------------|
| «Отлично»                       | A | 90 - 100 баллов |                                                                                                                             | Практ. занятия           |    | час.        |
|                                 | B | 80 – 89 баллов  |                                                                                                                             | Лаб. занятия             | 16 | час.        |
|                                 | C | 70 – 79 баллов  |                                                                                                                             | <b>Всего ауд. работа</b> | 48 | <b>час.</b> |
| «Хорошо»                        | D | 65 – 69 баллов  |                                                                                                                             | CPC                      | 24 | час.        |
|                                 | E | 55 – 64 баллов  |                                                                                                                             | <b>ИТОГО</b>             | 72 | <b>час.</b> |
|                                 | F | 0 - 54 баллов   |                                                                                                                             |                          | 2  | <b>з.е.</b> |
| Зачтено                         | P | 55 - 100 баллов |                                                                                                                             |                          |    |             |
| Неудовлетворительно / незачтено | F | 0 - 54 баллов   |                                                                                                                             |                          |    |             |

#### Результаты обучения по дисциплине:

|     |                                                                                                                                                                             |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| РД1 | Применять знания общих законов, теорий, уравнений, методов ядерной физики и теории переноса нейтронов                                                                       |
| РД2 | Выполнять расчеты нейтронно-физических характеристик реакторных установок                                                                                                   |
| РД3 | Выполнять обработку и анализ данных, полученных при теоретических и экспериментальных исследованиях, ядерно-энергетических установок, потоков нейтронного и гамма излучения |

#### Оценочные мероприятия:

| Оценочные мероприятия    |                                          | Кол-во | Баллы      |
|--------------------------|------------------------------------------|--------|------------|
| <b>Текущий контроль:</b> |                                          |        |            |
| <b>П</b>                 | Посещение занятий                        |        |            |
| <b>ТК1</b>               | Защита отчета по лабораторной работе     | 2      | 40         |
| <b>ТК2</b>               | Защита ИДЗ                               |        |            |
| <b>ТК3</b>               | Реферат                                  |        |            |
| <b>ТК5</b>               | Коллоквиум                               | 2      | 40         |
| <b>ТК6</b>               | Семинар                                  | 2      | 20         |
| <b>ТК7</b>               | Мастер-класс                             |        |            |
| <b>НК</b>                | Независимый контроль ЦОКО                |        |            |
| <b>ЭК</b>                | Электронный образовательный ресурс (ДОТ) |        |            |
| <b>ИТОГО</b>             |                                          |        | <b>100</b> |



| Неделя | Дата начала недели | Результат обучения по дисциплине | Учебная деятельность                                                                     | Кол-во часов |      | Оценочное мероприятие | Кол-во баллов | Информационное обеспечение |                        |               |
|--------|--------------------|----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|------|-----------------------|---------------|----------------------------|------------------------|---------------|
|        |                    |                                  |                                                                                          | Ауд.         | Сам. |                       |               | Учебная литература         | Интернет-ресурсы       | Видео-ресурсы |
| 1      | 2                  | 3                                | 4                                                                                        | 5            | 6    | 7                     | 8             | 9                          | 10                     | 11            |
| 1      | 01.09              | РД1,<br>РД2,<br>РД3              | Лекция 1. Принцип работы и классификация реакторов                                       | 2            |      |                       |               | ОСН 1,<br>ОСН 2            | ЭР 2,<br>ЭР 3          |               |
|        |                    |                                  | Выполнение мероприятий в рамках самостоятельной работы студента:                         |              |      |                       |               |                            |                        |               |
|        |                    |                                  | Работа с лекционным материалом                                                           |              | 1    |                       |               |                            | ЭР 1                   |               |
| 2      | 07.09              | РД1,<br>РД2,<br>РД3              | Лекция 2. Взаимодействие нейтронов с ядрами                                              | 2            |      |                       |               | ОСН 1,<br>ОСН 2            | ЭР 2,<br>ЭР 3          |               |
|        |                    |                                  | Лабораторная работа 1.                                                                   | 2            |      |                       |               | ДОП 1,<br>ДОП 2            |                        |               |
|        |                    |                                  | Выполнение мероприятий в рамках самостоятельной работы студента:                         |              |      |                       |               |                            |                        |               |
|        |                    |                                  | Выполнение расчета по лабораторной работе 1                                              |              | 2    |                       |               |                            | ЭР 1                   |               |
| 3      | 14.09              | РД1,<br>РД2,<br>РД3              | Лекция 3. Взаимодействие нейтронов с ядрами                                              | 2            |      |                       |               | ОСН 1,<br>ОСН 2            | ЭР 2,<br>ЭР 3          |               |
|        |                    |                                  | Выполнение мероприятий в рамках самостоятельной работы студента:                         |              |      |                       |               |                            |                        |               |
|        |                    |                                  | Работа с лекционным материалом                                                           |              | 1    |                       |               |                            | ЭР 1                   |               |
| 4      | 21.09              | РД1,<br>РД2,<br>РД3              | Лекция 4. Микро- и макроскопические сечения ядерных реакций                              | 2            |      |                       |               | ОСН 1,<br>ОСН 2            | ЭР 2,<br>ЭР 3          |               |
|        |                    |                                  | Лабораторная работа 1.                                                                   | 2            |      |                       |               | ДОП 2,<br>ДОП 3            |                        |               |
|        |                    |                                  | Выполнение мероприятий в рамках самостоятельной работы студента:                         |              |      |                       |               |                            |                        |               |
|        |                    |                                  | Выполнение расчета по лабораторной работе 1                                              |              | 2    |                       |               |                            | ЭР 1                   |               |
| 5      | 28.09              | РД1,<br>РД2,<br>РД3              | Лекция 5. Микро- и макроскопические сечения ядерных реакций.                             | 2            |      |                       |               | ОСН 1,<br>ОСН 2            | ЭР 2,<br>ЭР 3          |               |
|        |                    |                                  | Выполнение мероприятий в рамках самостоятельной работы студента:                         |              |      |                       |               |                            |                        |               |
|        |                    |                                  | Подготовка к семинару                                                                    |              | 1    |                       |               |                            | ЭР 1                   |               |
| 6      | 05.10              | РД1,<br>РД2,<br>РД3              | Лекция 6. Семинар.                                                                       | 2            |      | ТК6                   | 10            | ОСН 1,<br>ОСН 2            | ЭР 2,<br>ЭР 3          |               |
|        |                    |                                  | Лабораторная работа 1.                                                                   | 2            |      |                       |               | ДОП 2,<br>ДОП 5            |                        |               |
|        |                    |                                  | Выполнение мероприятий в рамках самостоятельной работы студента:                         |              |      |                       |               |                            |                        |               |
|        |                    |                                  | Выполнение расчета по лабораторной работе 1                                              |              | 2    |                       |               |                            | ЭР 1,<br>ЭР 2,<br>ЭР 3 |               |
| 7      | 12.10              | РД1,<br>РД2,<br>РД3              | Лекция 7. Конструкция и материалы активных зон реакторов на тепловых и быстрых нейтронах | 2            |      |                       |               | ОСН 1,<br>ОСН 2            |                        |               |
|        |                    |                                  | Выполнение мероприятий в рамках самостоятельной работы студента:                         |              |      |                       |               |                            |                        |               |
|        |                    |                                  | Подготовка к коллоквиуму и защите лабораторной работы 1                                  |              | 2    |                       |               |                            | ЭР 1                   |               |
| 8      | 19.10              | РД1,<br>РД2,<br>РД3              | Лекция 8. Коллоквиум                                                                     | 2            |      | ТК5                   | 20            | ОСН 1,<br>ОСН 2            | ЭР 1,<br>ЭР 2,<br>ЭР 3 |               |
|        |                    |                                  | Лабораторная работа 1.                                                                   | 2            |      | ТК1                   | 20            | ДОП 2,<br>ДОП 5            |                        |               |
|        |                    |                                  | Выполнение мероприятий в рамках самостоятельной работы студента                          |              |      |                       |               |                            |                        |               |
| 9      | 26.10              |                                  | <b>Конференц-неделя 1</b>                                                                |              |      |                       |               |                            |                        |               |
|        |                    |                                  | Выполнение мероприятий в рамках самостоятельной работы студента:                         |              | 1    |                       |               |                            |                        |               |
|        |                    |                                  | Изучение материала по пройденной теме.                                                   |              |      |                       |               |                            |                        |               |
|        |                    |                                  | <b>Всего по контрольной точке (аттестации) 1</b>                                         | 24           | 12   |                       |               |                            |                        |               |
| 10     | 02.11              | РД1,<br>РД2,<br>РД3              | Лекция 9. Скорость протекания ядерных реакций и уравнение диффузии нейтронов             | 2            |      |                       |               | ОСН 2,<br>ОСН 3            |                        |               |
|        |                    |                                  | Лабораторная работа 2.                                                                   | 2            |      |                       |               | ДОП 3,<br>ДОП 5            |                        |               |
|        |                    |                                  | Выполнение мероприятий в рамках самостоятельной работы студента:                         |              |      |                       |               |                            |                        |               |
|        |                    |                                  | Выполнение расчета по лабораторной работе 2. Работа с лекционным материалом.             |              | 2    |                       |               |                            | ЭР 1,<br>ЭР 2,         |               |

| Неделя | Дата начала недели | Результат обучения по дисциплине | Учебная деятельность                                                                                                                                                                                                                          | Кол-во часов |      | Оценочное мероприятие | Кол-во баллов | Информационное обеспечение   |                  |               |
|--------|--------------------|----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|------|-----------------------|---------------|------------------------------|------------------|---------------|
|        |                    |                                  |                                                                                                                                                                                                                                               | Ауд.         | Сам. |                       |               | Учебная литература           | Интернет-ресурсы | Видео-ресурсы |
|        |                    |                                  |                                                                                                                                                                                                                                               |              |      |                       |               |                              | ЭР 3             |               |
| 11     | 09.11              | РД1, РД2, РД3                    | Лекция 10. Скорость протекания ядерных реакций и уравнение диффузии нейтронов<br>Выполнение мероприятий в рамках самостоятельной работы студента:<br>Работа с лекционным материалом                                                           | 2            |      |                       |               | ОСН 2, ОСН 3                 |                  |               |
| 12     | 16.11              | РД1, РД2, РД3                    | Лекция 11. Коэффициент размножения в бесконечной среде<br>Лабораторная работа 2.<br>Выполнение мероприятий в рамках самостоятельной работы студента:<br>Выполнение расчета по лабораторной работе 2.<br>Подготовка к семинару.                | 2            |      |                       |               | ОСН 2, ОСН 3<br>ДОП 4, ДОП 5 |                  |               |
| 13     | 23.11              | РД1, РД2, РД3                    | Лекция 12. Семинар<br>Выполнение мероприятий в рамках самостоятельной работы студента:<br>Работа с лекционным материалом                                                                                                                      | 2            |      |                       |               | ОСН 2, ОСН 3                 |                  |               |
| 14     | 30.11              | РД1, РД2, РД3                    | Лекция 13. Геометрическая утечка и параметры смещения нейтронов<br>Лабораторная работа 2.<br>Выполнение мероприятий в рамках самостоятельной работы студента:<br>Выполнение расчета по лабораторной работе 2. Работа с лекционным материалом. | 2            |      |                       |               | ОСН 2, ОСН 3<br>ДОП 4, ДОП 5 |                  |               |
| 15     | 07.12              | РД1, РД2, РД3                    | Лекция 14. Эффективный коэффициент размножения нейтронов, реактивность и запас реактивности<br>Выполнение мероприятий в рамках самостоятельной работы студента:<br>Подготовка к защите лабораторной работы 2                                  | 2            |      |                       |               | ОСН 2, ОСН 3                 |                  |               |
| 16     | 14.12              | РД1, РД2, РД3                    | Лекция 15. Выгорание ядерного топлива<br>Лабораторная работа 2.<br>Выполнение мероприятий в рамках самостоятельной работы студента:<br>Подготовка к коллоквиуму.                                                                              | 2            |      | ТК6                   | 10            | ОСН 1, ОСН 2                 | ЭР 2, ЭР 3       |               |
| 17     | 21.12              | РД1, РД2, РД3                    | Лекция 16. Коллоквиум<br>Выполнение мероприятий в рамках самостоятельной работы студента                                                                                                                                                      | 2            |      | ТК5                   | 20            | ОСН 2, ОСН 3                 |                  |               |
| 18     | 28.12              |                                  | <b>Конференц-неделя 2</b>                                                                                                                                                                                                                     |              |      |                       |               |                              |                  |               |
|        |                    |                                  | <b>Всего по контрольной точке (аттестации) 2</b>                                                                                                                                                                                              | 24           | 12   |                       | 100           |                              |                  |               |
|        |                    |                                  | <b>Общий объем работы по дисциплине</b>                                                                                                                                                                                                       | 48           | 24   |                       | 100           |                              |                  |               |

#### Информационное обеспечение:

| № (код) | Основная учебная литература (ОСН)                                                                                                                                                                                                               | № (код) | Название электронного ресурса (ЭР)                                                                                            | Адрес ресурса                                                                                                   |
|---------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ОСН 1   | Основы теории и методы расчета ядерных энергетических реакторов : учебное пособие / Г. Г. Бартоломей, Г. А. Бать, В. Д. Байбаков, М. С. Алтухов. — 3-е изд., перераб. и доп. — Екатеринбург : Юланд, 2016. — 512 с. — Текст : непосредственный. | ЭР 1    | Сетевой электронный учебно-методический комплекс “Основы анализа внутренних ядерных топливных циклов в реакторных установках” | <a href="https://stud.lms.tpu.ru/course/view.php?id=1082">https://stud.lms.tpu.ru/course/view.php?id=1082</a> . |
| ОСН 2   | Владимиров, Владимир Иванович. Физика ядерных реакторов: практические задачи по их эксплуатации / В. И. Владимиров. — 5-е изд., перераб. и доп. — Москва : URSS, 2009. — 478 с.: ил. — Текст : непосредственный.                                | ЭР 2    | Электронно-библиотечная система «Лань» -                                                                                      | <a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a> .                                                   |
| ОСН 3   | Красников, П.В. Расчеты физических характеристик                                                                                                                                                                                                | ЭР 3    | Электронно-библиотечная                                                                                                       | <a href="https://urait.ru/">https://urait.ru/</a> .                                                             |

|         | ядерных реакторов : учебное пособие / П.В. Красников, С.В. Столотнюк, Я.Д. Столотнюк. — Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2014. — URL: <a href="https://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2019/m035.pdf">https://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2019/m035.pdf</a> (дата обращения 13.02.2020). — Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ. — Текст : электронный                                                              |         | система «Юрайт» – |               |
|---------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|-------------------|---------------|
| № (код) | Дополнительная учебная литература (ДОП)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | № (код) | Видеоресурсы (ВР) | Адрес ресурса |
| ДОП 1   | Алексеев, С.В. Торий в ядерной энергетике / С.В. Алексеев, В.А. Зайцев. — Москва : Техносфера, 2014. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/76154">https://e.lanbook.com/book/76154</a> (дата обращения: 14.02.2017). — Режим доступа: для авториз. пользователей.                                                                          |         |                   |               |
| ДОП 2   | Алексеев, С.В. Нитридное топливо для ядерной энергетике : монография / С.В. Алексеев, В.А. Зайцев. — Москва : Техносфера, 2013. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/73528">https://e.lanbook.com/book/73528</a> (дата обращения: 14.02.2017). — Режим доступа: для авториз. пользователей.                                               |         | ...               |               |
| ДОП 3   | Пронкин, Н.С. Регулирование безопасности обращения с радиоактивными отходами : учебное пособие / Н.С. Пронкин, Р.Б. Шарафутдинов, Н.И. Гераскин. — Москва : НИЯУ МИФИ, 2011. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/75763">https://e.lanbook.com/book/75763</a> (дата обращения: 14.02.2017). — Режим доступа: для авториз. пользователей.  |         |                   |               |
| ДОП 4   | Семиколенных, А.А. Оценка воздействия на окружающую среду объектов атомной энергетики : учебное пособие / А.А. Семиколенных, Ю.Г. Жаркова. — Вологда : Инфра-Инженерия, 2013. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/65096">https://e.lanbook.com/book/65096</a> (дата обращения: 14.02.2017). — Режим доступа: для авториз. пользователей. |         |                   |               |
| ДОП 5   | Бекман, И. Н. Ядерные технологии : учебник для вузов / И. Н. Бекман. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020 — (Высшее образование). — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <a href="https://urait.ru/bcode/426112">https://urait.ru/bcode/426112</a> (дата обращения: 14.02.2017).- Режим доступа: для авториз. пользователей                                                   |         |                   |               |

Составил: Доцент Нестеров В.Н.

«31» августа 2020 г.

Согласовано:

Заведующий кафедрой - руководитель  
отделения на правах кафедры, д.т.н.



А.Г. Горюнов

подпись

«01» сентября 2020 г.

## КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН

### выполнения курсового проекта

|                                |                                                               |
|--------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| по дисциплине                  | <b>ЯДЕРНЫЕ РЕАКТОРЫ</b>                                       |
| ООП подготовки                 | специалистов                                                  |
| направления<br>(специальности) | <b>14.05.04 Электроника и автоматика физических установок</b> |
| на период                      | Весенний семестр 2020/21 учебного года                        |
| Руководитель                   | Нестеров В.Н.                                                 |

| Дата<br>контроля*                                                                 | Вид работы (аттестационное мероприятие)                                                                                                | Максимальный<br>балл |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| <b>Текущий контроль в семестре</b>                                                |                                                                                                                                        | <b>40</b>            |
| 2 неделя                                                                          | Определение гомогенизированных ядерных концентраций материалов активной зоны                                                           | 5                    |
| 4 неделя                                                                          | Определение микроконстант для многогруппового расчета                                                                                  | 5                    |
| 6 неделя                                                                          | Определение макро констант для многогруппового расчета                                                                                 | 5                    |
| <i>Конференц-неделя 1<br/>(КТ 1)</i>                                              | Определение спектра плотности потока нейтронов путем решения системы многогрупповых уравнений диффузии нейтронов итерационным способом | 5                    |
| 10 неделя                                                                         | Нормировка спектра плотности потока нейтронов и определения запаса реактивности в холодном разотравленном состоянии                    | 5                    |
| 12 неделя                                                                         | Влияние температуры на спектр плотности потока нейтронов и запас реактивности                                                          | 5                    |
| 14 неделя                                                                         | Влияние компенсации запаса реактивности на формирование спектра плотности потока нейтронов                                             | 10                   |
| <b>Промежуточная аттестация</b>                                                   |                                                                                                                                        | <b>60</b>            |
| <i>Конференц-неделя 2<br/>(КТ 2)</i>                                              | <i>Защита работы</i>                                                                                                                   | 60                   |
| <b>Итого баллов по результатам работы в семестре и аттестационных мероприятий</b> |                                                                                                                                        | <b>100</b>           |

| № (код) | Название электронного ресурса (ЭР) | Адрес ресурса |
|---------|------------------------------------|---------------|
| ЭР 1    |                                    |               |

Составил: Доцент Нестеров В.Н.  
«31» августа 2020 г.

Согласовано:

Заведующий кафедрой - руководитель  
отделения на правах кафедры, д.т.н.



А.Г. Горюнов

подпись

«01» сентября 2020 г.