

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИЯТШ

Долматов О.Ю.

«01» 09 2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**ПРИЕМ 2020 г.**  
**ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная**

**ВВЕДЕНИЕ В ЯДЕРНУЮ ФИЗИКУ**

|                                                         |                                                                                                                                                                                                                                  |         |   |
|---------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|---|
| Направление подготовки/<br>специальность                | 14.03.02 Ядерные физика и технологии                                                                                                                                                                                             |         |   |
| Образовательная программа<br>(направленность (профиль)) | «Ядерные реакторы и энергетические установки», «Безопасность и нераспространение ядерных материалов», «Радиационная безопасность человека и окружающей среды», «Физика кинетических явлений», «Пучковые и плазменные технологии» |         |   |
| Специализация                                           |                                                                                                                                                                                                                                  |         |   |
| Уровень образования                                     | высшее образование - бакалавриат                                                                                                                                                                                                 |         |   |
| Курс                                                    | 3                                                                                                                                                                                                                                | семестр | 6 |
| Трудоемкость в кредитах<br>(зачетных единицах)          | 5                                                                                                                                                                                                                                |         |   |
| Виды учебной деятельности                               | Временной ресурс                                                                                                                                                                                                                 |         |   |
| Контактная (аудиторная)<br>работа, ч                    | Лекции                                                                                                                                                                                                                           | 16      |   |
|                                                         | Практические занятия                                                                                                                                                                                                             | 32      |   |
|                                                         | Лабораторные занятия                                                                                                                                                                                                             | 24      |   |
|                                                         | ВСЕГО                                                                                                                                                                                                                            | 72      |   |
| Самостоятельная работа, ч                               |                                                                                                                                                                                                                                  | 108     |   |
| ИТОГО, ч                                                |                                                                                                                                                                                                                                  | 180     |   |

Вид промежуточной  
аттестации

Экзамен

Обеспечивающее  
подразделение

ОЯТЦ

Зав. кафедрой- руководителя  
отделения на правах кафедры  
Руководитель ООП  
Преподаватель

А.Г. Горюнов

П.Н. Бычков

А.О. Семенов

2020 г.

## 1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины является формирование у обучающихся определенного ООП (п. 5. Общей характеристики ООП) состава компетенций для подготовки к профессиональной деятельности.

| Код компетенции | Наименование компетенции                                                                                                                                                                                      | Индикаторы достижения компетенций |                                                                                                                                                                             | Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенции) |                                                                                                                                                                                                          |
|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                 |                                                                                                                                                                                                               | Код индикатора                    | Наименование индикатора достижения                                                                                                                                          | Код                                                         | Наименование                                                                                                                                                                                             |
| ОПК(У)-1        | Способен использовать базовые знания естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования | И.ОПК(У)-1.8.                     | Демонстрирует знание основных свойств и характеристик атомных ядер, понимание основных закономерностей ядерных превращений и прогнозирует возможные каналы ядерных реакций. | ОПК(У)-1.8В1                                                | Владеет опытом использования математического анализа и моделирования, теоретического исследования процессов ядерной физики                                                                               |
|                 |                                                                                                                                                                                                               |                                   |                                                                                                                                                                             | ОПК(У)-1.8У1                                                | Умеет производить расчеты нуклидного состава радиоактивных образцов, анализировать закономерности ядерных превращений;                                                                                   |
|                 |                                                                                                                                                                                                               |                                   |                                                                                                                                                                             | ОПК(У)-1.8З1                                                | Знает основные понятия, определения ядерной физики, теорию строения ядер и их характеристики, виды и закономерности радиоактивных распадов, механизмы протекания ядерных реакций и их типы.              |
|                 |                                                                                                                                                                                                               |                                   |                                                                                                                                                                             | ОПК(У)-1.8В2                                                | Владеет навыками проведения оценочных и инженерных расчетов параметров ядерных реакций, методами анализа ядерных превращений веществ вследствие их распадов, опытом интерпретации полученных результатов |
|                 |                                                                                                                                                                                                               |                                   |                                                                                                                                                                             | ОПК(У)-1.8У2                                                | Умеет прогнозировать ядерные превращения на основе радиоактивных рядов, интерпретировать характеристики и параметры ядер в соответствии с основными моделями ядер.                                       |
|                 |                                                                                                                                                                                                               |                                   |                                                                                                                                                                             | ОПК(У)-1.8З2                                                | Знает особенности процессов деления и синтеза ядер, физические основы использования свойств ядер и ядерных излучений в науке и технике.                                                                  |
| ПК(У)-3         | готовностью к проведению физических экспериментов по заданной методике, составлению описания проводимых исследований и анализу полученных экспериментальных данных                                            | И.ПК(У)-3.1                       | Проводит эксперименты по заданной методике, составление описания проводимых исследований и анализ результатов                                                               | ПК(У)-3.1В2                                                 | Владеет методами проведения измерений и исследований, обработки полученных результатов                                                                                                                   |
|                 |                                                                                                                                                                                                               |                                   |                                                                                                                                                                             | ПК(У)-3.1У2                                                 | Умеет проводить эксперимент по заданной методике в атомной отрасли, составлять описание проводимых исследований и проводить анализ результатов                                                           |
|                 |                                                                                                                                                                                                               |                                   |                                                                                                                                                                             | ПК(У)-3.1З2                                                 | Знает методы экспериментального исследования физических процессов, создания экспериментальных установок                                                                                                  |
| ПК(У)-5         | готовностью к составлению отчета по выполненному заданию, к участию во внедрении результатов исследований и разработок                                                                                        | И.ПК(У)-5.1                       | Подготовка данных для составления обзоров, отчетов и научных публикаций, участие во внедрении результатов исследований и разработок                                         | ПК(У)-5.1В1                                                 | Владеет навыками работы с технической документацией и литературой, научно-техническими отчетами, справочниками и другими информационными источниками                                                     |
|                 |                                                                                                                                                                                                               |                                   |                                                                                                                                                                             | ПК(У)-5.1У1                                                 | Умеет подготавливать данные для составления обзоров, отчетов, составления научно-технического отчета по выполненному заданию                                                                             |

## 2. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП

Дисциплина относится к базовой части Блока 1 учебного плана образовательной программы.

## 3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

После успешного освоения дисциплины будут сформированы результаты обучения:

| Планируемые результаты обучения по дисциплине |                                                                                                                                       | Индикатор достижения компетенции |
|-----------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|
| Код                                           | Наименование                                                                                                                          |                                  |
| РД 1                                          | Применять знания общих законов, теорий, уравнений ядерной физики в своей профессиональной деятельности                                | ОПК(У)-1                         |
| РД 2                                          | Выполнять расчеты параметров ядерных реакций                                                                                          | ОПК(У)-1                         |
| РД 3                                          | Выполнять обработку и анализ данных, полученных при теоретических и экспериментальных исследованиях параметров радиоактивных распадов | ПК(У)-3<br>ПК(У)-5               |

Оценочные мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации представлены в календарном рейтинг-плане дисциплины.

## 4. Структура и содержание дисциплины

### Основные виды учебной деятельности

| Разделы дисциплины                                                 | Формируемый результат обучения по дисциплине | Виды учебной деятельности | Объем времени, ч. |
|--------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|---------------------------|-------------------|
| <b>Раздел (модуль) 1.<br/>Введение</b>                             | РД 1                                         | Лекции                    | 2                 |
|                                                                    |                                              | Практические занятия      | 2                 |
|                                                                    |                                              | Лабораторные занятия      | -                 |
|                                                                    |                                              | Самостоятельная работа    | 10                |
| <b>Раздел (модуль) 2.<br/>Статические свойства ядер</b>            | РД 1<br>РД 2                                 | Лекции                    | 2                 |
|                                                                    |                                              | Практические занятия      | 6                 |
|                                                                    |                                              | Лабораторные занятия      | -                 |
|                                                                    |                                              | Самостоятельная работа    | 15                |
| <b>Раздел (модуль) 3.<br/>Модели ядер</b>                          | РД 1<br>РД 2                                 | Лекции                    | 2                 |
|                                                                    |                                              | Практические занятия      | 2                 |
|                                                                    |                                              | Лабораторные занятия      | -                 |
|                                                                    |                                              | Самостоятельная работа    | 10                |
| <b>Раздел (модуль) 4.<br/>Радиоактивность</b>                      | РД 1<br>РД 2<br>РД 3                         | Лекции                    | 4                 |
|                                                                    |                                              | Практические занятия      | 8                 |
|                                                                    |                                              | Лабораторные занятия      | 12                |
|                                                                    |                                              | Самостоятельная работа    | 25                |
| <b>Раздел (модуль) 5.<br/>Деление и синтез ядер</b>                | РД 1<br>РД 2<br>РД 3                         | Лекции                    | 2                 |
|                                                                    |                                              | Практические занятия      | 4                 |
|                                                                    |                                              | Лабораторные занятия      | -                 |
|                                                                    |                                              | Самостоятельная работа    | 15                |
| <b>Раздел (модуль) 6.<br/>Взаимодействие излучения с веществом</b> | РД 1<br>РД 2<br>РД 3                         | Лекции                    | 2                 |
|                                                                    |                                              | Практические занятия      | 4                 |
|                                                                    |                                              | Лабораторные занятия      | 12                |
|                                                                    |                                              | Самостоятельная работа    | 15                |
| <b>Раздел (модуль) 7.<br/>Ядерные реакции</b>                      | РД 1<br>РД 2<br>РД 3                         | Лекции                    | 2                 |
|                                                                    |                                              | Практические занятия      | 6                 |
|                                                                    |                                              | Лабораторные занятия      | -                 |
|                                                                    |                                              | Самостоятельная работа    | 18                |

Содержание разделов дисциплины:

### **Раздел 1. Введение**

Предмет ЯФ. Место и значение ЯФ в современном естествознании. Основные задачи, программа и структура курса. Основные этапы развития ЯФ. Виды фундаментальных взаимодействий. Масштабы и единицы измерений физических дисциплин. Особенности физических явлений в микромире.

#### **Темы лекций:**

1. Основы ядерной физики

#### **Темы практических занятий:**

1. Введение в ядерную физику

### **Раздел 2. Статические свойства ядер**

Основные статические свойства ядер: массовое число, электрический заряд, состав, размеры, энергия связи, спин, момент количества движения, магнитный момент, квадрупольный момент. Свойства ядерных сил. Основы теории ядерных сил. Модели атомных ядер.

#### **Темы лекций:**

1. Статические свойства ядер

#### **Темы практических занятий:**

1. Основные свойства ядер
2. Энергия связи и удельная энергия связи

### **Раздел 3. Модели ядер**

Классификация моделей атомных ядер. Модель Ферми газа. Капельная модель ядра. Модель ядерных оболочек. Обобщенная модель.

#### **Темы лекций:**

1. Основные модели атомных ядер

#### **Темы практических занятий:**

1. Полуэмпирическая формула Вайцеккера

### **Раздел 4. Радиоактивность**

Виды радиоактивности, радиоактивные семейства. Законы простого и сложного радиоактивного распада. Закономерности альфа- бета- и гамма-распада.

#### **Темы лекций:**

1. Простой и сложный радиоактивные распады
2. Альфа-, бета- и гамма-распады

#### **Темы практических занятий:**

1. Основные закономерности радиоактивных распадов
2. Альфа-, бета- и гамма-распады

#### **Названия лабораторных работ:**

1. Цикл лабораторных работ: Определение периодов полураспада искусственных радиоактивных нуклидов

## **Раздел 5. Деление и синтез ядер**

Условия и стадии деления ядер. Энергия и продукты деления ядер. Мгновенные и запаздывающие нейтроны. Спонтанное деление. Элементарная теория деления. Ядерные реакции синтеза. Термоядерные реакции во Вселенной и в лабораторных условиях. Проблемы управляемого термоядерного синтеза.

### **Темы лекций:**

1. Деление и синтез ядер

### **Темы практических занятий:**

1. Основы теории деления

## **Раздел 6. Взаимодействие излучения с веществом**

Ионизирующее излучение. Общие закономерности взаимодействия ионизирующего излучения с атомами вещества. Взаимодействие тяжелых заряженных частиц с веществом. Взаимодействие электронов и гамма-квантов с веществом. Пробеги частиц ионизирующего излучения в веществе.

### **Темы лекций:**

1. Взаимодействие потоков ионизирующего излучения с веществом

### **Темы практических занятий:**

1. Особенности протекания взаимодействия излучения с веществом

### **Названия лабораторных работ:**

1. Цикл лабораторных работ: Детекторы для радиометрии нейтронного поля

## **Раздел 7. Ядерные реакции**

Классификация ядерных реакций. Законы сохранения в ядерных реакциях. Механизмы и параметры ядерных реакций. Особенности ядерных реакций, протекающих при воздействии частиц, имеющих различные параметры (энергетические, массовые, зарядовые, корпускулярно-волновые).

### **Темы лекций:**

1. Механизмы протекания ядерных реакций

### **Темы практических занятий:**

1. Ядерные реакции

## **5. Организация самостоятельной работы студентов**

Самостоятельная работа студентов при изучении дисциплины (модуля) предусмотрена в следующих видах и формах:

- Работа с лекционным материалом;
- Изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- Написание реферата и подготовка презентации к выступлению;
- Выполнение домашних заданий;
- Подготовка к лабораторным работам, к практическим занятиям;
- Подготовка к оценивающим мероприятиям.

## **6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **6.1. Учебно-методическое обеспечение**

#### **Основная литература**

1. Климов Аполлон Николаевич. Ядерная физика и ядерные реакторы: учебник / А. Н. Климов. — 3-е изд., стер. — Екатеринбург: АТП, 2015. — 350 с. — Текст: непосредственный.
2. Мухин К.Н. Экспериментальная ядерная физика: учебник: в 3 томах / К.Н. Мухин. — 7-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, [б. г.]. — Том 1: Физика атомного ядра — 2009. — 384 с. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/277>
3. Мухин К.Н. Экспериментальная ядерная физика: учебник: в 3 томах / К.Н. Мухин. — 7-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, [б. г.]. — Том 2: Физика ядерных реакций — 2009. — 326 с. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/279>
4. Тюрин Юрий Иванович. Физика. Ядерная физика. Физика элементарных частиц. Астрофизика: учебник [Электронный ресурс] / Ю. И. Тюрин, И. П. Чернов, Ю. Ю. Крючков; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). — Томск: Изд-во ТПУ, 2010. — URL: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2011/m91.pdf> — Текст: электронный.

#### **Дополнительная литература**

1. Кузнецов С. И. Сборник задач по физике с решениями. Специальная теория относительности. Атомная и ядерная физика: учебное пособие [Электронный ресурс] / С. И. Кузнецов, Т. Н. Мельникова, Е. Н. Степанова; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). — Томск: Изд-во ТПУ, 2011. — URL: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext/m/2011/m14.pdf> — Текст: электронный.
2. Мухин К.Н. Экспериментальная ядерная физика: учебник: в 3 томах / К.Н. Мухин. — 6-е изд., испр. — Санкт-Петербург: Лань, [б. г.]. — Том 3: Физика элементарных частиц — 2008. — 432 с. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/280>
3. Калашников Н.П. Руководство к решению задач по физике "Основы квантовой физики. Строение вещества. Атомная и ядерная физика: учебное пособие / Н.П. Калашников. — Москва: НИЯУ МИФИ, 2012. — URL: <https://e.lanbook.com/book/75938> — Текст: электронный.

### **6.2. Информационное и программное обеспечение**

Internet-ресурсы (в т.ч. в среде LMS MOODLE и др. образовательные и библиотечные ресурсы):

1. Ядерная физика в Интернете - <http://nuclphys.sinp.msu.ru/>.
2. Информационно-справочная система «Кодекс» - <http://kodeks.lib.tpu.ru/>.
3. Научно-электронная библиотека eLIBRARY.RU - <https://elibrary.ru/defaultx.asp>.
4. Электронно-библиотечная система «Консультант студента» <http://www.studentlibrary.ru/>.
5. Электронно-библиотечная система «Лань» - <https://e.lanbook.com/>.
6. Электронно-библиотечная система «Юрайт» - <https://urait.ru/>.
7. Электронно-библиотечная система «ZNANIUM.COM» - <https://new.znanium.com/>.

Лицензионное программное обеспечение (в соответствии с **Перечнем лицензионного программного обеспечения ТПУ**):

1. Microsoft Office 2013 Professional Plus Russian Academic
2. Document Foundation LibreOffice
3. Google Chrome

## 7. Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

В учебном процессе используется следующее лабораторное оборудование для практических и лабораторных занятий:

| №  | Наименование специальных помещений                                                                                                                                                                                               | Наименование оборудования                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. | Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации<br>634028, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 2 228                        | Доска аудиторная настенная - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 100 посадочных мест; Компьютер - 1 шт.; Проектор - 1 шт.; Телевизор - 2 шт.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 2. | Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации<br>634028, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 2 248                        | Компьютер - 2 шт.; Принтер - 1 шт.; Проектор - 1 шт.; Доска аудиторная настенная - 1 шт.; Шкаф для документов - 10 шт.; Тумба подкатная - 5 шт.; Комплект учебной мебели на 30 посадочных мест.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 3. | Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (учебная лаборатория)<br>634028, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 2 248Б | Комплект учебной мебели на 6 посадочных мест; Компьютер - 1 шт.<br>Источник нейтрона излучения Плутоний-Бериллиевый тип ИБН-10 - 1 шт.; Комплекс СКС-07П-ГЗ - 1 шт.; Рефрактометр ИРФ-22 - 1 шт.; Источник питания НУ-3003 - 2 шт.; Комплекс для проведения лабораторных работ по детектированию нейтронов - 1 шт.; Прибор ПСО 2-4 - 1 шт.; Частотомер АСН-1300 - 1 шт.; Дозиметр-радиометр МКС-АТ1117М - 1 шт.; Блок БНВЗ-09 - 1 шт.; Мультиметр APPA109NUSB - 1 шт.; Блок БВ-22 - 1 шт.; Корпус активной зоны - 1 шт. |

Рабочая программа составлена на основе общей характеристики образовательной программы по направлению подготовки 14.03.02 Ядерная физика и технологии, профиль / специализация «Радиационная безопасность человека и окружающей среды» (приема 2020 г., очная форма обучения).

Разработчик:

| Должность                     | ФИО          |
|-------------------------------|--------------|
| Старший преподаватель<br>ОЯТЦ | А.О. Семенов |

Программа одобрена на заседании ОЯТЦ ИЯТШ (протокол №28-д от 25.06.2020 г.).

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

 А.Г. Горюнов

**Лист изменений рабочей программы дисциплины:**

| Учебный год | Содержание /изменение | Обсуждено на заседании<br>Отделения ядерного<br>топливного цикла<br>(протокол) |
|-------------|-----------------------|--------------------------------------------------------------------------------|
|             |                       |                                                                                |
|             |                       |                                                                                |
|             |                       |                                                                                |
|             |                       |                                                                                |