

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

УТВЕРЖДАЮ

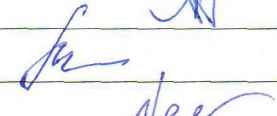
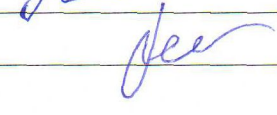
Директор ИЯТН

Долматов О.Ю.

«30» 06 2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**ПРИЕМ 2018 г.**  
**ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная**

| Ядерная физика                                       |                                                                     |         |   |
|------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|---------|---|
| Специальность подготовки                             | 14.05.02 Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг |         |   |
| Образовательная программа (направленность (профиль)) | Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг          |         |   |
| Специализация                                        | Проектирование и эксплуатация атомных станций                       |         |   |
| Уровень образования                                  | высшее образование – специалитет                                    |         |   |
| Курс                                                 | 3                                                                   | семестр | 5 |
| Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)          | 4                                                                   |         |   |
| Виды учебной деятельности                            | Временной ресурс                                                    |         |   |
| Контактная (аудиторная) работа, ч                    | Лекции                                                              | 16      |   |
|                                                      | Практические занятия                                                | 16      |   |
|                                                      | Лабораторные занятия                                                | 16      |   |
|                                                      | ВСЕГО                                                               | 48      |   |
| Самостоятельная работа, ч                            |                                                                     | 60      |   |
| ИТОГО, ч                                             |                                                                     | 108     |   |

| Вид промежуточной аттестации                              | Экзамен                                                                              | Обеспечивающее подразделение | ОЯТЦ           |
|-----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|----------------|
| Заведующий кафедрой - руководитель ОЯТЦ на правах кафедры |  |                              | Горюнов А. Г.  |
| Руководитель ООП                                          |  |                              | Воробьев А.В.  |
| Преподаватель                                             |  |                              | Рыжакова Н. К. |

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                                                                                                                                                       | Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенций) |                                                                                                                                              |
|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                 |                                                                                                                                                                                | Код                                                         | Наименование                                                                                                                                 |
| ПК(У)-16        | способностью анализировать нейтронно-физические, технологические процессы и алгоритмы контроля, управления и защиты ЯЭУ с целью обеспечения их эффективной и безопасной работы | ПК(У)- 16.B1                                                | Владеет опытом применения основных законов ядерной физики при анализе процессов в ядерных реакторах                                          |
|                 |                                                                                                                                                                                | ПК(У)- 16.Y1                                                | Умеет использовать основные законы, соотношения ядерной физики, модели ядер для решения задач из области ядерной физики                      |
|                 |                                                                                                                                                                                | ПК(У)- 16.31                                                | Знает строение и свойства атомов, атомных ядер, классификацию элементарных частиц, основные закономерности ядерно-физического взаимодействия |

## 2. Место дисциплины в структуре ООП

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

## 3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

В результате освоения дисциплины студентом должны быть достигнуты следующие результаты:

| Планируемые результаты обучения по дисциплине |                                                                                                                                                                                                             | Компетенция |
|-----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| Код                                           | Наименование                                                                                                                                                                                                |             |
| РД1                                           | Использовать методологические основы современной картины мира для научного познания и творчества, выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в профессиональной деятельности                 | ПК(У)-16    |
| РД2                                           | Использовать системный подход в профессиональной деятельности, ставить цели и выбирать пути их достижения, обобщать, анализировать, критически осмысливать, систематизировать                               | ПК(У)-16    |
| РД3                                           | Использовать глубокие математические, естественнонаучные знания в профессиональной деятельности с применением математического моделирования объектов и процессов в области проектирования и эксплуатации АС | ПК(У)-16    |

## 4. Структура и содержание дисциплины

### Основные виды учебной деятельности

| Разделы дисциплины                         | Формируемый результат обучения по дисциплине | Виды учебной деятельности | Объем времени, ч. |
|--------------------------------------------|----------------------------------------------|---------------------------|-------------------|
| Раздел 1. Основные свойства ядер           | РД1, РД2, РД3                                | Лекции                    | 6                 |
|                                            |                                              | Практические занятия      | 6                 |
|                                            |                                              | Лабораторные занятия      | 6                 |
|                                            |                                              | Самостоятельная работа    | 20                |
| Раздел 2. Радиоактивность                  | РД1, РД2, РД3                                | Лекции                    | 6                 |
|                                            |                                              | Практические занятия      | 6                 |
|                                            |                                              | Лабораторные занятия      | 6                 |
|                                            |                                              | Самостоятельная работа    | 20                |
| Раздел 3. Ядерные реакции, реакции деления | РД1, РД2, РД3                                | Лекции                    | 4                 |
|                                            |                                              | Практические занятия      | 4                 |
|                                            |                                              | Лабораторные занятия      | 4                 |
|                                            |                                              | Самостоятельная работа    | 20                |

## Содержание разделов дисциплины:

### **Раздел 1. Основные свойства ядер**

Развитие представление строение материи. Состав ядер, область устойчивых ядер. Масштабы и единицы измерения физических величин в ядерной физике. Виды взаимодействия и потенциальная энергия частиц, взаимодействующих с ядрами. Законы сохранения. Энергия ядерной реакции. Энергия связи ядер. Удельная энергия связи, энергия реакции деления тяжелых ядер и синтеза легких ядер.

#### **Темы лекций:**

1. Развитие представление строение материи. Состав ядер, область устойчивых ядер.
2. Масштабы и единицы измерения физических величин в ядерной физике.
3. Виды взаимодействия и потенциальная энергия частиц, взаимодействующие с ядрами. Законы сохранения.

#### **Темы практических занятий:**

1. Вводное занятие.
2. Законы сохранения. Энергия ядерной реакции.
3. Энергия связи ядер.

#### **Названия лабораторных работ:**

1. Определение энергии альфа-частиц по кривым прохождения;
2. Расчёты изменения нуклидного состава
3. Расчет потенциальной энергии частиц, взаимодействующие с ядрами

### **Раздел 2. Радиоактивность**

Виды радиоактивных распадов; радиоактивные семейства. Закон простого радиоактивного распада. Основные характеристики радиоактивности – постоянная распада, период полураспада, среднее время жизни, активность. Сложный радиоактивный распад, радиоактивное равновесие. Основные закономерности альфа-распада. Энергетическое рассмотрение альфа-распада, спектры альфа-частиц. Энергетические условия бета-распада. Энергетический спектр бета-частиц, гипотеза нейтрино. Гамма-излучение ядер, спектры гамма-квантов. Внутренняя электронная конверсия, спектры конверсионных электронов, коэффициенты внутренней конверсии. Парная конверсия, коэффициенты парной конверсии.

#### **Темы лекций:**

4. Виды радиоактивных распадов; радиоактивные семейства. Закон простого радиоактивного распада.
5. Сложный радиоактивный распад, радиоактивное равновесие. Основные закономерности альфа-распада. Энергетические условия бета-распада.
6. Энергетический спектр бета-частиц. Гамма-излучение ядер, внутренняя электронная конверсия, парная конверсия.

#### **Темы практических занятий:**

4. Закон простого радиоактивного распада.
5. Сложный радиоактивный распад, радиоактивное равновесие. Основные закономерности альфа-распада. Энергетические условия бета-распада.
6. Альфа-, бета-, гамма- радиоактивность

**Названия лабораторных работ:**

4. Определение периода полураспада и измерение кривой активации V51;
5. Определение верхней границы бета-спектра радиоактивного изотопа Tl204;
6. Энергетические условия бета-распада.

|                                                   |
|---------------------------------------------------|
| <b>Раздел 3. Ядерные реакции, реакции деления</b> |
|---------------------------------------------------|

Сечение и выход ядерных реакций. Механизмы протекания ядерных реакций, составное ядро, порог эндо-энергетической реакции. Классификация нейтронов по энергии. Ядерные реакции под действием нейтронов: упругое и неупругое рассеяние нейтронов, радиационный захват, реакции с образованием заряженных частиц. Реакция деления: продукты реакции и их свойства, механизм реакции, спонтанное и вынужденное деление тяжелых ядер, роль нейтронов в осуществлении цепной реакции деления, роль запаздывающих нейтронов в осуществлении управляемой цепной реакции деления.

**Темы лекций:**

7. Сечение и выход ядерных реакций. Механизмы протекания ядерных реакций, составное ядро. Ядерные реакции под действием нейтронов.

8. Реакция деления: продукты реакции и их свойства, механизм реакции, спонтанное и вынужденное деление тяжелых ядер.

**Темы практических занятий:**

7. Ядерные реакции.

8. Реакция деления.

**Названия лабораторных работ:**

7. Определение энергии гамма-квантов по кривым прохождения;
8. Механизмы протекания ядерных реакций

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

Самостоятельная работа студентов при изучении дисциплины предусмотрена в следующих видах и формах.

- Работа с лекционным материалом, поиск и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуально заданной проблеме курса;
- Изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- Выполнение домашних заданий, расчетно-графических работ;
- Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям;
- Анализ научных публикаций по заранее определенной преподавателем теме;
- Подготовка к оценивающим мероприятиям;

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

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

**Основная литература:**

1. Сивухин Д.В., Общий курс физики. Атомная и ядерная физика. Том 5. Атомная и ядерная физика: Учеб. пособие для вузов / Сивухин Д. В. - 3-е изд., стер. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2008. - 784 с. - ISBN 978-5-9221-0645-0. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL :

<https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922106450.html> (дата обращения: 08.12.2020). - Режим доступа: по подписке.

2. Красников, П. В. Расчеты физических характеристик ядерных реакторов : учебное пособие / П. В. Красников, С. В. Столотнюк, Я. Д. Столотнюк. — Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2014. — 95 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/58558> (дата обращения: 22.07.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

#### **Дополнительная литература:**

1. Тарасенко, Ю. Н.. Ионизационные методы дозиметрии высокоинтенсивного ионизирующего излучения [Электронный ресурс] / Тарасенко Ю. Н.. — Москва: Техносфера, 2013. — 264 с.- Текст: электронный// Лань : электронно-библиотечная система. — URL: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=73525](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=73525) (дата обращения: 17.08.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

## **6.2 Информационное обеспечение**

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

1. Национальная лаборатория Оак-Риджа – <http://www.ornl.gov/sci/isotopes/catalog.html>
2. Центр ядерных данных JAEA – <http://www.ndc.tokai.jaeri.go.jp/index.html>
3. Физический отдел ОРНЛ – <http://www.phy.ornl.gov/astrophysics/astro.html>
4. Изотопные данные Урана – 238 – <http://periodictable.com/Isotopes/092.238/index.html>

Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы доступны по ссылке: <https://www.lib.tpu.ru/html/irs-and-pdb>

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

1. При освоении теоретических разделов дисциплины используются: технические средства аудитории с АСУ ПДС (компьютеры);
2. программное обеспечение АСУ ПДС;
3. Windows 7/8/10;
4. MS Office 2010/2013/2015;
5. Matlab;
6. Document Foundation LibreOffice;
7. Cisco Webex Meetings\$
8. Zoom Zoom;
9. Mathcad.

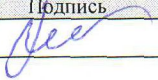
## **7. Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины**

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

|   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|---|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации<br>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<br>Поточная лекционная аудитория | <ul style="list-style-type: none"> <li>– Доска аудиторная настенная - 2 шт.;</li> <li>– Комплект учебной мебели на 102 посадочных мест;</li> <li>– Компьютер - 1 шт.;</li> <li>– Проектор - 1 шт.;</li> <li>– Телевизор - 2 шт.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 2 | Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (научная лаборатория)<br>634028, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 2, 123                                                                                                                                                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>– Доска аудиторная настенная - 5 шт.</li> <li>– Комплект учебной мебели на 16 посадочных мест;</li> <li>– Лабораторный комплекс на базе УИМ2-2Д - 1 шт.;</li> <li>– Оборудование лаборат.стенда для изуч.гамма-гамма корреляций - 1 шт.;</li> <li>– Лабораторная установка Рентгеновское излучение кристаллических структур (метод Лауэ) - 1 шт.;</li> <li>– Радиометр 20046 - 1 шт.;</li> <li>– Оборудование к лабораторному стенду для изучения потока космических м-мезонов - 1 шт.;</li> <li>– Компьютер - 1 шт.;</li> <li>– Проектор - 1 шт.</li> </ul> |

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по специальности 14.05.02 «Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг» (приема 2018 г., очная форма обучения).

Разработчик:

| Должность              | Подпись                                                                             | ФИО           |
|------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| Доцент ОЯТЦ, к.ф.-м.н. |  | Н.К. Рыжакова |

Программа одобрена на заседании ОЯТЦ (протокол № 3 от 31.05.2018 г.).

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

 / Горюнов А.Г../

**Лист изменений рабочей программы дисциплины:**

| <b>Учебный год</b>          | <b>Содержание /изменение</b>                                                           | <b>Обсуждено на заседании<br/>Отделения<br/>ОЯТЦ (протокол)</b> |
|-----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| 2020/2021<br>учебный<br>год | Изменена форма документов основных образовательных программ, в том числе УМК дисциплин | Приказ по ТПУ<br>№127-7/об от<br>06.05.2020 г.                  |
|                             |                                                                                        |                                                                 |
|                             |                                                                                        |                                                                 |
|                             |                                                                                        |                                                                 |
|                             |                                                                                        |                                                                 |