

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

**Обнинский институт атомной энергетики –**

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

**(ИАТЭ НИЯУ МИФИ)**

**ОТДЕЛЕНИЕ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ**

Утверждено на заседании  
Ученого совета ИАТЭ НИЯУ МИФИ  
Протокол от 28.08.2023 № 23.8

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРАКТИКИ  
(научно-исследовательская работа)**

для студентов направления подготовки

14.03.02 - Ядерные физика и технологии

---

*код и название направления подготовки*

образовательная программа

Инновационные ядерные технологии

---

Форма обучения: очная

**г. Обнинск 2024 г.**

## **1. ЦЕЛИ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРАКТИКИ:**

Целями производственной практики являются:

- изучение опыта работы предприятий, учреждений, организаций, овладение практическими навыками и передовыми методами по выбранному профилю, приобретение практического опыта и навыков научной и производственной работы.

## **2. ЗАДАЧИ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРАКТИКИ:**

Для эффективного достижения целей производственной практики в качестве основных задач определены:

- углубление профессиональных знаний в области ядерной физики и ядерных технологий, в том числе в области перспективных ядерных технологий получения и преобразования энергии.

## **3. ФОРМЫ И СПОСОБЫ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРАКТИКИ**

Форма проведения производственной практики – научно-исследовательская работа (НИР).

Способы проведения производственной практики:

-стационарная.

## **4. МЕСТО ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРАКТИКИ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ (далее – ОП)**

Производственная практика базируется на знаниях, полученных обучающимися при изучении: Механика жидкости и газа, Ядерные технологии, Метрология, стандартизация и сертификация, Ядерная физика, Физика плазмы, Конструкции ядерных реакторов, Дозиметрия и защита от ионизирующего излучения, учебная практика (ознакомительная практика), производственная практика (технологическая (проектно-технологическая) практика).

Обучающиеся, выходящие на практику, должны обладать необходимыми для прохождения практики знаниями, умениями и владениями, приобретенными при изучении дисциплин в рамках ОП:

- Перспективные методы получения и преобразования энергии;
- Импульсные реакторы и связанные лазерно-реакторные системы.

Прохождение данной практики необходимо как предшествующее для: Производственная практика: преддипломная практика, Подготовка к процедуре защите и защита выпускной квалификационной работы.

## **5. МЕСТО, ВРЕМЯ ПРОВЕДЕНИЯ, ОБЪЕМ И ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРАКТИКИ**

Производственная практика проводится в соответствии с учебным планом в течение 7 и 8 семестров в: НИЯУ МИФИ (отд. ЯФиТ); ИАТЭ НИЯУ МИФИ (отд. ЯФиТ(О)); предприятия и организации атомно-энергетического комплекса.

Общий объем производственной практики составляет 9 зачетных единиц.

Объем контактной работы по производственной практике составляет 90 часов, из них:  
6 - взаимодействие с руководителем от ВУЗа

84 - взаимодействие с руководителем от предприятия

Продолжительность практики 6 недель или 324 академических часов.

## 6. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПРИ ПРОХОЖДЕНИИ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРАКТИКИ, СООТНЕСЁННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ООП

В результате прохождения производственной практики у обучающегося формируются компетенции, и по итогам практики обучающийся должен продемонстрировать следующие результаты:

Код компетенций	Наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
УК-9	Способен принимать ответственные решения и действовать в интересах общества в целом, в том числе через участие в волонтерских движениях	З-УК-9 Знать: государственную политику, цели, задачи и виды добровольческой (волонтерской) деятельности, нормативно-правовые основы законодательства в этой области У-УК-9 Уметь: применять междисциплинарные знания и профильные практические навыки в области содействия развитию добровольчества (волонтерства) В-УК-9 Владеть: методами и способами содействия формированию добровольчества (волонтерства), навыками организации труда добровольцев (волонтеров)
ПК-1	Способен использовать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования, современные компьютерные технологии и информационные ресурсы в своей предметной области	З-ПК-1 Знать: отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования, современные компьютерные технологии и информационные ресурсы в своей предметной области У-ПК-1 Уметь: использовать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования, современные компьютерные технологии и информационные ресурсы в своей предметной области В-ПК-1 Владеть: современными компьютерными технологиями и методами использования информационных ресурсов в своей предметной области

## 7. СОДЕРЖАНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРАКТИКИ

7 семестр

№ п/п	Разделы (этапы) практики	Виды работ, осуществляемые при прохождении практики, включая самостоятельную работу обучающихся	Количество академических часов (в соответствии с учебным планом и видами работ)	Формы текущего контроля
-------	--------------------------	---	---	-------------------------

<b>1. Ознакомительный этап</b>				
<b>1</b>	<b>1.1</b>	Определение целей, задач, форм отчетности. Встреча с руководителями организации.	4	Глава отчета
	<b>1.2</b>	Лекция по правилам техники безопасности, радиационной, ядерной безопасности и мероприятиям по охране труда. Обзорная экскурсия с целью общего знакомства с организацией и ее подструктурами.	6	отсутствует
	<b>1.3</b>	Уточнение и согласование индивидуального задания на практику с лицом, ответственным от предприятия. Знакомство студента с особенностями научной и практической работы, проводимой в соответствующем подразделении, а также с особенностями приборов и установок, на которых ему придется выполнять НИР. Составление плана практики, с учетом деятельности структурного подразделения.	24	Написание раздела отчета
<b>2. Основной этап</b>				
<b>2</b>	<b>2.1</b>	Постановка задачи и разработка (совместно с руководителем) плана выполнения НИР.	12	Написание раздела отчета
<b>3</b>	<b>2.2</b>	Текущие консультации в ходе выполнения НИР с научным руководителем	20	Написание раздела отчета
<b>4</b>	<b>2.3</b>	Изучение технической документации на приборы, установки, программные коды и т.д., используемые студентом при прохождении НИР.	32	Написание раздела отчета
<b>5</b>	<b>2.4</b>	Самостоятельная работа студента, направленная на выполнение поставленной руководителем задачи.	100	Написание раздела отчета
<b>3. Заключительный этап</b>				
<b>6</b>	<b>3.1</b>	Окончательное оформление отчета по практике. Подготовка презентации	14	Завершение и оформление документов практики
<b>7</b>	<b>3.2</b>	Согласование отчета по практике с руководителем от профильной организации.	2	Завершение и оформление документов практики

8	3.3	Защита отчета и ответы на сопутствующие вопросы к отчету.	2	Зачет с оценкой
<b>Всего:</b>			<b>216 часов</b>	

### 8 семестр

№ п/п	Разделы (этапы) практики	Виды работ, осуществляемые при прохождении практики, включая самостоятельную работу обучающихся	Количество академических часов (в соответствии с учебным планом и видами работ)	Формы текущего контроля
<b>1. Ознакомительный этап</b>				
1	1.1	Корректировка целей, задач, методики проведения НИР.	2	Глава отчета
	1.2	Уточнение и согласование индивидуального задания на практику с лицом, ответственным от предприятия. Составление/корректировка плана практики, с учетом деятельности структурного подразделения.	8	отсутствует
<b>2. Основной этап</b>				
2	2.1	Текущие консультации в ходе выполнения НИР с научным руководителем.	22	Написание раздела отчета
3	2.2	Самостоятельная работа студента, направленная на выполнение поставленной руководителем задачи.	66	Написание раздела отчета
<b>3. Заключительный этап</b>				
4	3.1	Окончательное оформление отчета по практике. Подготовка презентации	6	Завершение и оформление документов практики
5	3.2	Согласование отчета по практике с руководителем от профильной организации.	2	Завершение и оформление документов практики
6	3.3	Защита отчета и ответы на сопутствующие вопросы к отчету.	2	Зачет с оценкой
<b>Всего:</b>			<b>108 часов</b>	

### 8. ФОРМЫ ОТЧЁТНОСТИ И ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРАКТИКЕ

По итогам производственной практики обучающимся составляется отчет о прохождении практики и презентация о результатах практики.

Защита отчета о прохождении производственной практики происходит в комиссии, формируемой руководителем образовательной программы.

При защите на комиссию предоставляются:

1. Презентация о результатах практики обучающегося.
2. Отчет о прохождении практики.

По итогам защиты отчета о прохождении практики выставляется зачет с оценкой.

После защиты отчета о прохождении практики оценка проставляется в ведомость, зачетную книжку и в отчет о прохождении практики.

### **8.1. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

- Итоговая аттестация по практике является интегральным показателем качества теоретических и практических знаний и навыков обучающихся по практике и складывается из оценок, полученных в ходе текущей и промежуточной аттестации.
- Текущая аттестация в семестре проводится с целью обеспечения своевременной обратной связи, для коррекции обучения, активизации самостоятельной работы обучающихся.
- Промежуточная аттестация предназначена для объективного подтверждения и оценивания достигнутых результатов обучения после завершения изучения дисциплины.
- Результаты текущей и промежуточной аттестации подводятся по шкале балльно-рейтинговой системы.

Этап рейтинговой системы / Оценочное средство	Сроки проведения	Балл	
		Минимум	Максимум
<b>Текущая аттестация</b>		<b>36 - 60% от максимума</b>	<b>60</b>
<i>Промежуточный отчет</i>	10	18	30
<i>Оформление отчета (качество оформления, включая грамотность изложения, наличие сносок и библиографии, наличие приложений к отчету)</i>	16	18	30
<b>Промежуточная аттестация</b>	-	<b>24 – (60% 40)</b>	<b>40</b>
Зачет с оценкой	-		
Защита отчета	18	<b>24</b>	<b>40</b>
<b>ИТОГО по практике</b>		<b>60</b>	<b>100</b>

### **8.2. Шкала оценки образовательных достижений**

Итоговая аттестация по практике оценивается по 100-балльной шкале и представляет сумму баллов, заработанных обучающимся при выполнении заданий в рамках текущей и промежуточной аттестации

<i>Сумма баллов</i>	<i>Оценка по 4-х балльной шкале</i>	<i>Оценка ECTS</i>	<i>Требования к уровню освоения учебной дисциплины</i>
<b>90-100</b>	5- «отлично»/ «зачтено»	<b>A</b>	Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы
<b>85-89</b>	4 - «хорошо»/ «зачтено»	<b>B</b>	Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос
<b>75-84</b>		<b>C</b>	
<b>70-74</b>		<b>D</b>	
<b>65-69</b>	3 - «удовлетворительно»/ «зачтено»	<b>E</b>	Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала
<b>60-64</b>			
<b>0-59</b>	2 - «неудовлетворительно»/ «не зачтено»	<b>F</b>	Оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится обучающимся, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине

### 8.3. Оценочные средства с указанием критериев и шкалы оценивания

#### 8.3.1 Зачет с оценкой

*Типовые вопросы при защите отчета по производственной практике:*

1. В чем заключались цели и задачи проведенного научного исследования? Чем определяется его актуальность?
2. Какие исходные данные были положены в основу проведенного научного исследования?
3. Поясните назначение разрабатываемого устройства (объекта) и принципы его работы.
4. Перечислите средства измерений, используемые в ходе выполнения индивидуального задания.

5. Какие программные продукты и информационные технологии применялись при выполнении индивидуального задания?
6. Укажите основные современные достижения в профессиональной области, связанные с темой задания.
7. Какие законы естественно-научных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования использовались при выполнении задания НИР?
8. Поясните особенности технической эксплуатации разрабатываемого устройства.
9. Укажите направления развития науки и производства, связанные с темой задания при прохождении практики.
10. Поясните способы получения и приемы анализа информации, использованные при выполнении задания.
11. Какие из методов математического моделирования применялись при проведении исследования по теме НИР?
12. Какие новые теоретические и практические знания были получены в ходе выполнения НИР?

Отчет по НИР должны быть подписаны руководителем НИР и заверены печатью предприятия (отделом кадров) (если НИР выполняется вне ИАТЭ НИЯУ МИФИ).

Объем отчета 10-25 страниц (Текст отчета печатается шрифтом Times New Roman (14 пунктов), с полями: левое – 3 см, правое – 1,5 см, верхнее – 2 см (20 мм), нижнее – 2 см (20 мм). Выравнивание текста - по ширине листа. Междустрочный интервал – полуторный.). Студентом также должен быть подготовлен доклад (приблизительно на 5 минут) с презентацией (8-12 слайдов).

Аттестация по итогам научно-исследовательской работы проводится на основании письменного отчета, доклада. По итогам аттестации выставляется оценка (отлично, хорошо, удовлетворительно).

Защита отчета по производственной практике происходит в комиссии, формируемой руководителем образовательной программы.

При защите на комиссию предоставляются:

- Доклад-презентация.
- Письменный отчет.

#### ***Критерии оценивания компетенций (результатов):***

1. качество и своевременность оформления задания;
2. активность и своевременность выполнения работы;
3. объем и содержание работы;
4. правильность, полнота и логичность построения ответа;
5. умение оперировать специальными терминами;
6. использование в ответе дополнительного материала;
7. умение иллюстрировать теоретические положения практическим материалом, приводить примеры.

#### ***Описание шкалы оценивания:***

Оценка складывается из следующих оценок:

- оценка за объем и содержание работы (оценка руководителя практики) – до 22 баллов;
- оценка за активность и своевременность выполнения работы (оценка руководителя практики) – до 2 баллов;
- оценка за объем и содержание работы (оценка комиссии) – до 8 баллов;
- оценка за качество и своевременность оформления отчета и презентации (оценка комиссии) – до 4 баллов;
- оценка представленный доклад (оценка комиссии) – до 4 баллов.

### **8.3.2 Промежуточный отчет**

### **Типовые задания (вопросы):**

В отчете обязательно должно быть отражено современное состояние научной проблемы, к которой относятся программа практики, методика исследований, описание экспериментальной установки. Основу отчета составляют сведения о конкретно выполненной студентом учебной работе в период практики. Объем отчета должен составлять не менее 10 страниц. Формат А4, шрифт 14, через 1,5 интервала с полями. К отчету могут прилагаться графики, таблицы, схемы, заполненные формы (бланки) документов.

### **Показатели и критерии оценки:**

<b>Показатели оценки</b>	<b>Критерии оценки</b>	<b>Баллы (max)</b>
1. Новизна	- актуальность проблемы и темы; - новизна и самостоятельность в постановке проблемы, в формулировании нового аспекта выбранной для анализа проблемы; - наличие авторской позиции, самостоятельность суждений.	2
2. Степень раскрытия сущности проблемы	- соответствие содержания теме и плану исследования; - полнота и глубина раскрытия основных понятий проблемы; - обоснованность способов и методов работы с материалом; - умение работать с литературой, систематизировать и структурировать материал; - умение обобщать, сопоставлять различные точки зрения по рассматриваемому вопросу, аргументировать основные положения и выводы.	15
3. Обоснованность выбора источников	- круг, полнота использования литературных источников по проблеме; - привлечение новейших работ по проблеме (журнальные публикации, материалы сборников научных трудов и т.д.).	3
4. Соблюдение требований к оформлению	- правильное оформление ссылок на используемую литературу; - грамотность и культура изложения; - владение терминологией и понятийным аппаратом проблемы; - соблюдение требований к объему реферата; - культура оформления: выделение абзацев.	5
5. Грамотность	- отсутствие орфографических и синтаксических ошибок, стилистических погрешностей; - отсутствие опечаток, сокращений слов, кроме общепринятых; - литературный стиль.	5

### **Шкала оценок:**

18 – 30 баллов – оценка «зачтено»;

0 – 17 баллов – оценка «не зачтено».

### **8.3.3 Оформление отчета**

#### **Типовые задания (вопросы):**

В отчете обязательно должно быть отражено современное состояние научной проблемы, к которой относятся программа практики, методика исследований, описание экспериментальной установки. Основу отчета составляют сведения о конкретно выполненной студентом учебной работе в период практики. Объем отчета должен составлять не менее 20 страниц. Формат А4, шрифт 14, через 1,5 интервала с полями. К отчету могут прилагаться графики, таблицы, схемы, заполненные формы (бланки) документов.

**Показатели и критерии оценки:**

Показатели оценки	Критерии оценки	Баллы (max)
1. Новизна	- актуальность проблемы и темы; - новизна и самостоятельность в постановке проблемы, в формулировании нового аспекта выбранной для анализа проблемы; - наличие авторской позиции, самостоятельность суждений.	2
2. Степень раскрытия сущности проблемы	- соответствие содержания теме и плану исследования; - полнота и глубина раскрытия основных понятий проблемы; - обоснованность способов и методов работы с материалом; - умение работать с литературой, систематизировать и структурировать материал; - умение обобщать, сопоставлять различные точки зрения по рассматриваемому вопросу, аргументировать основные положения и выводы.	15
3. Обоснованность выбора источников	- круг, полнота использования литературных источников по проблеме; - привлечение новейших работ по проблеме (журнальные публикации, материалы сборников научных трудов и т.д.).	3
4. Соблюдение требований к оформлению	- правильное оформление ссылок на используемую литературу; - грамотность и культура изложения; - владение терминологией и понятийным аппаратом проблемы; - соблюдение требований к объему реферата; - культура оформления: выделение абзацев.	5
5. Грамотность	- отсутствие орфографических и синтаксических ошибок, стилистических погрешностей; - отсутствие опечаток, сокращений слов, кроме общепринятых; - литературный стиль.	5

**Шкала оценок:**

18 – 30 баллов – оценка «зачтено»;

0 – 17 баллов – оценка «не зачтено».

**9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРАКТИКИ**

**а) основная литература:**

1. В.Е. Фортов, О.С. Попель. Энергетика в современном мире. - Изд. дом ИНТЕЛЛЕКТ. 2011г., 168с.
2. А.В. да Роза. Возобновляемые источники энергии. Физико-технические основы. - Изд.дом ИНТЕЛЛЕКТ.2012г., 2010г., 704с.
3. Б. Соренсон. Преобразование, передача и аккумулирование энергии. Изд.дом ИНТЕЛЛЕКТ.2012г., 296с.
3. Ярыгин В.И. Физические основы термоэмиссионного преобразования энергии. Часть 1 - Введение в специальность. - Учебное пособие по курсу «Перспективные методы получения и преобразования энергии». Обнинск, ИАТЭ. 2006, 104 с.
4. Ярыгин В.И. Физические основы термоэмиссионного преобразования энергии. Часть 2 - Методы исследования, техника измерений и испытаний электродных материалов. - Учебное пособие по курсу «Перспективные методы получения и преобразования энергии». Обнинск, ИАТЭ. 2006, 64 с.
5. Мелета Е.А., Ярыгин В.И., Ионкин В.И. Обзор прошлых и настоящих разработок в области термоэлектрических генераторов. Часть 1 - Основы физики и техники термоэлектрических устройств для преобразования тепловой энергии в электрическую. - Учебное пособие по курсу «Перспективные методы получения и преобразования энергии». Обнинск, ИАТЭ. 2007, 104 с.
6. Ионкин В.И., Ярыгин В.И. Роль ядерной энергетики в космических исследованиях. Опыт и достижения СССР/России. Современное состояние и перспективы развития. Учебное пособие по курсу «Перспективные методы получения и преобразования энергии». Обнинск, ИАТЭ. 2007, 80 с.
7. Виноградов Е.Г., Ярыгин В.И. Методика расчета электротеплофизических характеристик термоэмиссионного электрогенерирующего канала. Учебное пособие по курсу «Перспективные методы получения и преобразования энергии». Обнинск, ИАТЭ. 2008, 40 с.
8. Ярыгин В.И., Лазаренко Д.Г., Фарнакеев И.В. Методики определения внутренних параметров и выходных характеристик термоэмиссионных преобразователей. Часть 1 - Расчетно-экспериментальные работы. Лабораторный практикум по курсу «Перспективные методы получения и преобразования энергии». Обнинск, ИАТЭ. 2007, 48 с.
9. Ярыгин В.И., Лазаренко Д.Г., Виноградов Е.Г. Лабораторный практикум по курсу «Перспективные методы получения и преобразования энергии». Часть 2. Обнинск, ИАТЭ. 2007, 40 с.
10. Ружников В.А., Ярыгин В.И. Физико-технические основы энергетики на возобновляемых и нетрадиционных источниках энергии. - Учебное пособие по курсу «Перспективные методы получения и преобразования энергии». Обнинск, ИАТЭ. 2010, 76 с.
11. Мелета Е.А., Ярыгин В.И., Ионкин В.И. Обзор прошлых и настоящих разработок в области термоэлектрических генераторов. Часть 2 - Термоэлектрические генераторы космического применения. - Учебное пособие. Учебное пособие по курсу «Перспективные методы получения и преобразования энергии». Обнинск, ИАТЭ. 2009, 25 с.
12. Ярыгин В.И., Ружников В.А. Перспективы наземного использования термоэмиссионной технологии. - Учебное пособие по курсу «Перспективные методы получения и преобразования энергии». Обнинск, ИАТЭ. 2012, 55 с.
13. Ярыгин В.И., Ружников В.А., Синявский В.К. Космические ядерные энергетические установки: прошлое, настоящее, будущее. Часть 1. Космические ядерные энергетические установки первого поколения. - Учебное пособие по курсу «Перспективные методы получения и преобразования энергии». Обнинск, ИАТЭ. 2012, 35 с.
14. А.В. Гулевич, О.Ф.Кухарчук. Импульсные реакторы и связанные реакторно- лазерные системы. Часть 1. Импульсные реакторы периодического и аperiodического действия. Учебное пособие. Обнинск, ИАТЭ. 2007. 46с.
15. А.В. Гулевич, О.Ф. Кухарчук. Импульсные реакторы и связанные реакторно-лазерные системы. Часть2. Кинетика нейтронов в системах связанных реакторов. Учебное пособие. Обнинск, ИАТЭ. 2008. -75с.
16. А.В. Гулевич, О.Ф. Кухарчук. Численные методы анализа динамических характеристик связанных реакторных систем. Учебное пособие по курсу «Импульсные реакторы и связанные реакторно-лазерные системы. Обнинск, ИАТЭ НИЯУ МИФИ, 2010.
17. А.В. Гулевич, О.Ф. Кухарчук. Импульсные реакторы. Импульсный реактор - источник энергии

для накачки лазера. Учебное пособие по курсу «Импульсные реакторы и их применение в связанных реакторно-лазерных системах». ИАТЭ НИЯУ МИФИ, 2013.

18. А.В. Гулевич, О.Ф. Кухарчук. Кинетика нейтронов в реакторно-лазерных системах. Учебное пособие. Обнинск, ИАТЭ НИЯУ МИФИ. 2014. 72с.

19. В.И. Ярыгин, В.А. Ружников, В.В. Синявский. Космические и наземные ядерные энергетические установки прямого преобразования энергии. Монография. – НИЯУ МИФИ.- 2016. 364 с.

20. Дорофеев, А. А. Ядерные ракетные двигатели и энергетические установки. Введение в теорию, расчет и проектирование: учебное пособие / А. А. Дорофеев; под редакцией И. И. Федика. — 2-е изд. — Москва: МГТУ им. Баумана, 2013. — 342 с. — ISBN 978-5-7038-3727-6. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/106396>.

21. Мухин, К. Н. Экспериментальная ядерная физика: учебник: в 3 томах / К. Н. Мухин. — 7-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2021 — Том 2: Физика ядерных реакций — 2021. — 326 с. — ISBN 978-5-8114-0740-8. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/167764>.

22. Окунев, В. С. Основы прикладной ядерной физики и введение в физику ядерных реакторов: учебное пособие / В. С. Окунев. — 2-е изд. — Москва: МГТУ им. Баумана, 2015. — 534 с. — ISBN 978-5-7038-3967-6. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/106387>.

23. Сборник задач по курсу “Ядерная физика”: учебное пособие / И. И. Астапов, Н. С. Барбашина, А. Н. Дмитриева [и др.]. — Москва: НИЯУ МИФИ, 2019. — 64 с. — ISBN 978-5-7262-2591-3. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/175408>.

24. Карелин, В. А. Технология переработки облученного ядерного топлива: учебное пособие / В. А. Карелин, А. Н. Страшко. — Томск: ТПУ, 2018. — 89 с. — ISBN 978-5-4387-0822-3. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/113205>.

#### **б) дополнительная литература:**

1. Анатычук Л.И. Термоэлементы и термоэлектрические устройства. Справочник. Киев, изд-во «Наукова думка», 1979, 768 с.

2. Термоэмиссионные преобразователи и низкотемпературная плазма. Под редакцией Б.Я. Мойжеса и Г.Е. Пикуса. М., изд-во «Наука», 1973, 480 с.

3. Синявский В.В. Методы и средства экспериментальных исследований и реакторных испытаний термоэмиссионных электрогенерирующих сборок. Энергоатомиздат, М., 2000, 375 с.

4. Технология термоэмиссионных преобразователей. Справочник. Под редакцией Рябикова С.В., М., Атомиздат, 1974, 232 с.

5. Черепин В.Т., Васильев М.А. Методы и приборы для анализа поверхности металлов. Справочник. Киев, изд-во «Наукова думка», 1982, 400 с.

6. Крамеров А.Я., Шевелев Я.В. Инженерные расчеты ядерных реакторов. М.: Энергоатомиздат, 1984.

7. Шабалин Е.П. Импульсные реакторы на быстрых нейтронах. -М.: Атомиздат, 1976.

8. Мухин К.Н. Экспериментальная ядерная физика.Т.1. Физика атомного ядра. М.: Энергоатомиздат, 2008.

9. Белл Д., Глестон С. Теория ядерных реакторов: -Атомиздат, 1974.

10. Кипин Дж. Физические основы кинетики ядерных реакторов. М.: Атомиздат, 1967.

11. Вейнберг А., Вигнер Е. Физическая теория ядерных реакторов. - Иностранная литература, 1961.

12. Блан Д. Частицы, ядра и ядерные реакторы. - М., Мир,1986.

13. Широков Ю.М., Юдин Н.П. Ядерная физика. - М., Наука,1980.

14. Колесов В.Ф. Аперриодические импульсные реакторы. Саров: Изд. РФЯЦ-ВНИИЭФ, 1999.

15. Леваков Б.Г., Лукин А.В., Магда Э.П. и др. Импульсные ядерные реакторы РФЯЦ-

ВНИИТФ. Снежинск: Изд. РФЯЦ-ВНИИТФ, 2002.

16. Гулевич А.В., Зродников А.В., Пупко В.Я., Шиманский А.А. Применение теории возмущений в инженерных задачах ядерной энергетики. М.: Энергоатомиздат, 1993.-207с.

17. Гулевич А.В., Дьяченко П.П., Зродников А.В., Кухарчук О.Ф. Связанные реакторные системы импульсного действия. М.: Энергоатомиздат, 2003.-359с.

18. Увакин, М. А. Лабораторный практикум "Физическая теория ядерных реакторов: учебное пособие / М. А. Увакин, В. И. Савандер. — Москва : НИЯУ МИФИ, 2013. — 56 с. — ISBN 978-5-7262-1729-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/75781>.

19. Савандер, В. И. Физическая теория ядерных реакторов : учебное пособие / В. И. Савандер, М. А. Увакин. — Москва : НИЯУ МИФИ, [б. г.]. — Часть 2 : Теория возмущений и медленные нестационарные процессы — 2013. — 152 с. — ISBN 978-5-7262-1718-5. — Текст: электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/75779>.

в) ресурсы сети «Интернет»:

1. E-learning for Nuclear Newcomers [<http://www.iaea.org/NuclearPower/Infrastructure/elearning/index.html> Режим доступа: 29.05.2024].

2. Росатом - корпорация знаний [<https://www.youtube.com/user/MirnyAtom> Режим доступа: 29.05.2024].

3. Энциклопедия атома Росатом - корпорация знаний [[http://www.rosatom.ru/journalist/videogallery/enciklopediya\\_atoma/defDocument](http://www.rosatom.ru/journalist/videogallery/enciklopediya_atoma/defDocument) Режим доступа: 29.05.2024].

## **10. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ, НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЕ И НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРАКТИКИ**

Для достижения планируемых результатов при выполнении НИР используются следующие образовательные, научно-исследовательские и научно-производственные технологии:

1. Информационно-развивающие технологии:

- использование мультимедийного оборудования при проведении практики;
- использование в процессе практики систем автоматизированного проектирования;
- использование информационных технологий, программного обеспечения, информационных справочных систем.

2. Развивающие проблемно-ориентированные технологии:

- проблемные лекции и семинары;
- «работа в команде» - совместная деятельность под руководством лидера, направленная на решение общей поставленной задачи;
- «междисциплинарное обучение» - использование знаний из разных областей, группируемых и концентрируемых в контексте конкретно решаемой задачи.

3. Личностно ориентированные технологии обучения:

- консультации;
- «индивидуальное обучение»
- выстраивание для студента собственной образовательной траектории с учетом интереса и предпочтения студента;
- подготовка к выступлениям на научных семинарах, конференциях и т.д.

4. Электронные библиотечные ресурсы:

- Электронно-библиотечная система НИЯУ МИФИ, [http://libcatalog.mephi.ru/cgi/irbis64r/cgiirbis\\_64.exe?C21COM=F&I21DBN=BOOK&Z21ID=&P21DBN=BOOK](http://libcatalog.mephi.ru/cgi/irbis64r/cgiirbis_64.exe?C21COM=F&I21DBN=BOOK&Z21ID=&P21DBN=BOOK);

- ЭБС «Издательства Лань», <https://e.lanbook.com/>;

- Электронно-библиотечная система BOOK.ru, <https://.book.ru>;

- Базы данных «Электронно-библиотечная система elibrary» (ЭБС elibrary), <https://elibrary.ru>;
- Базовая версия ЭБС IPRbooks, <https://.iprbooks.ru>;
- Базы данных «Электронная библиотека технического ВУЗа» <https://.studentlibrary.ru>;
- Электронно-библиотечная система «Айбукс.ру/ibooks.ru», <https://ibooks.ru/home.php?routine=bookshelf>;
- Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ», <https://urait.ru/>.

## **11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРАКТИКЕ**

При выполнении индивидуального задания по практике используется следующее учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы:

1. Программа производственной практики (преддипломная практика).
2. Учебная и научная литература, указанная в п.9 программы практики.
3. Информационные ресурсы, указанные в п.10 программы практики.

Примерные темы НИР:

1. Расчет статических характеристик импульсного реактора БАРС-6.
2. Формирование нейтронного источника на базе урановой мишени, облучаемой протонами.
3. Влияние элементного состава и работы выхода электродов на выходные электрические характеристики ЯЭУ второго поколения.
4. Применение модели «финансово-интегрированной системы» для расчета экономических показателей системы тепловых и быстрых реакторов в сценарии развития ядерной энергетики России до 2030 года в условиях свободного рынка капитала.
5. Оптимизация метода измерения концентрации паров кадмия в *He-Cd* лазерно-активном элементе.
6. Сравнительный анализ различных концепций быстрых реакторов и топливных циклов.
7. Генерационные и люминесцентные характеристики лазерных жидкостей для прямой и комбинированной ядерной накачки.
8. Теплогидравлические исследования имитатора ТВС для модели быстрого реактора БН-1200.
9. Автономная термоэмиссионная ядерная энергетическая установка для морских газо- и нефтедобывающих платформ АИСТ-МП. Оценка технико-экономических показателей на стадии разработки инвестиционного предложения.
10. Основные характеристики медицинского реактора на быстрых нейтронах.
11. Разработка программы для расчета подгрупповых параметров нейтронных сечений.
12. Сравнительный анализ теоретических моделей реакций термоядерного синтеза  $d+t$ - $n+4He$  и  $d+3He$ - $p+4He$ .

## **12. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРАКТИКИ**

Материально-техническое обеспечение производственной практики (НИР) основывается на материально-технической базе организаций и предприятий, в которых выполняется НИР: промышленные предприятия, отраслевые и академические НИИ, лаборатории, научно-производственные объединения, а также научно-исследовательская часть ВУЗов, где возможно выполнение работ, связанных с проектированием ядерных реакторов различного назначения и перспективных ядерных энергетических установок, инновационной деятельностью в атомной отрасли, включая перспективные ядерные технологии, в том числе:

- НИЯУ МИФИ;
- ИАТЭ НИЯУ МИФИ;

- предприятия и организации атомно-энергетического комплекса.

### **13. ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ПРАКТИКИ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ**

В соответствии с методическими рекомендациями Минобрнауки РФ (утв. 8 апреля 2014 г. № АК-44/05вн) программа практики адаптируется при необходимости для лиц с ОВЗ или инвалидностью. При распределении мест прохождения практики обучающихся из числа лиц с ОВЗ и инвалидами учитываются рекомендации относительно необходимых условий и организации видов труда, содержащиеся в индивидуальной программе реабилитации инвалида (при ее наличии). Формы проведения практики лиц с ОВЗ и инвалидов устанавливаются с учетом особенностей их психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья и адаптируются в соответствии с содержанием пункта 7 программы практики.

При необходимости для прохождения практики создаются специальные рабочие места в соответствии с характером ограничений здоровья, а также с учетом характера труда и выполняемых трудовых функций.

Материалы, касающиеся прохождения практики, предоставляются в формах, адаптированных к конкретным ограничениям здоровья и восприятия информации обучающихся инвалидов и обучающихся с ОВЗ:

- для лиц с нарушениями зрения: в печатной форме увеличенным шрифтом, в форме электронного документа, в форме аудиофайла;
- для лиц с нарушениями слуха: в печатной форме, в форме электронного документа;
- для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата: в печатной форме, в форме электронного документа.

При необходимости в процессе прохождения практики с обучающимися из числа лиц с ОВЗ и инвалидами проводится дополнительная индивидуальная работа с преподавателем (индивидуальные консультации), работа с материалом, полученным в процессе прохождения практики, беседа, индивидуальная учебная работа, в том числе специальные разъяснения, процедуры и содержания практики для тех обучающихся, которые в этом заинтересованы или нуждаются.

Конкретные формы и виды контактной работы лиц с ОВЗ или инвалидностью устанавливаются преподавателем индивидуально для каждого обучающегося или при возможности для нескольких обучающихся. Выбор форм и видов контактной и самостоятельной работы лиц с ОВЗ или инвалидностью осуществляется с учетом их способностей, особенностей восприятия и готовности к прохождению практики.

Проведение практик, содержание которой связано с участием в спортивных мероприятиях, адаптируется путем определения уровня физических нагрузок и (или) заменой аналитической или иным видом деятельности обучающегося с ОВЗ и инвалида в соответствии с содержанием программы практики и индивидуальными заданиями руководителя практики.

При проведении процедуры оценивания результатов прохождения практики обучающимися инвалидами и обучающимися с ОВЗ предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями. Эти средства могут быть предоставлены ИАТЭ НИЯУ МИФИ или обучающиеся с ОВЗ или инвалидностью могут использоваться собственные технические средства.

Текущий контроль результатов обучения осуществляется преподавателем в процессе прохождения практики, а также выполнения индивидуальных работ в целях получения информации о выполнении обучающимся требуемых действий в процессе учебной деятельности; правильности выполнения требуемых действий; соответствия формы действия данному этапу усвоения учебного материала, что позволяет своевременно выявить затруднения и отставание обучающихся с ОВЗ и инвалидов и внести коррективы в процесс проведения практики. При необходимости предусматривается увеличение времени на подготовку или выполнение индивидуальных заданий. При необходимости, инвалидам и лицам с ОВЗ

предоставляется дополнительное время для подготовки отчёта по практике, предусматривается увеличение времени на составление отчёта, а также предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на защите отчёта, собеседований и т.д. Предусматривается возможность проведения промежуточной аттестации в несколько этапов.

Дополнительное учебно-методическое и информационное обеспечение, необходимое для прохождения практики:

- библиотечный фонд помимо учебной литературы включает справочно-библиографические и периодические издания в соответствии с перечнем указанным в программе практики;

- обеспечивается доступ к ним обучающихся с ОВЗ и инвалидов с использованием специальных технических средств.

Материально-техническая база, необходимая для проведения практики, предоставляется организациями, в которых осуществляется прохождение практики. Материально-техническое обеспечение специализированной аудитории может включать: стационарные мультимедийные средства, компьютер с лицензионным программным обеспечением, офисное оборудование для оперативного размножения иллюстративного и раздаточного материала. Помещения для проведения практики могут быть оснащены специальным оборудованием и учебными местами с техническими средствами обучения для обучающихся с ОВЗ и инвалидов с разными видами ограничений здоровья:

- с нарушениями зрения: мультимедийное оборудование с возможностью просмотра удаленных объектов (например, слайда на экране); других технических средств приема-передачи учебной информации в доступных формах для обучающихся с нарушениями зрения;

- с нарушениями слуха: акустический усилитель и колонки; мультимедийный проектор; телевизор; учебная доска; мультимедийная система; другие технические средства приема-передачи учебной информации в доступных формах для обучающихся с нарушениями слуха;

- с нарушениями опорно-двигательного аппарата: компьютерная техника со программным обеспечением; других технических средств приема-передачи учебной информации в доступных формах для обучающихся с нарушениями опорно-двигательного аппарата.

### **Программу составил:**

Р.В. Фомин, к.т.н., доцент ОЯФиТ(О)

### **Рецензент (ы):**

А.М. Терехова, старший преподаватель ОЯФиТ(О)