

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Линник Оксана Владимировна

Должность: Руководитель СФТИ НИЯУ МИФИ

Дата подписания: 12.10.2023 14:45:02

Уникальный программный ключ:

d85fa2f259a0913da90082999858917564201811

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ

Снежинский физико-технический институт -

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения
высшего образования

**«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
(СФТИ НИЯУ МИФИ)**

Кафедра «Ядерной физики и спецтехнологий»



УТВЕРЖДАЮ

Зам. руководителя по учебной
и научно-методической работе

_____ П.О. Румянцев

« ____ » _____ 2022 г.

ПРОГРАММА государственного экзамена

Направление подготовки: 14.03.02 «Ядерная физика и технологии»

Профиль подготовки: «Физика атомного ядра и частиц»

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

Снежинск
2022 г.

Программа государственного экзамена (ГЭ) составлена в соответствии с рабочим учебным планом бакалавриата по направлению подготовки 14.03.02 «Ядерные физика и технологии» (профиль подготовки: «Физика атомного ядра и частиц»).

Даны общие рекомендации по организации и проведению итогового государственного экзамена, приведен примерный перечень вопросов математических и естественнонаучных дисциплин, вопросов профессионального цикла дисциплин.

Составители: Андреев С.А., к.ф-м.н., доцент кафедры ЯФиСТ;
 Хмельницкий Д.В., к.ф-м.н., доцент кафедры ЯФиСТ

Утверждено на заседании кафедры
«Ядерной физики и спецтехнологий» «__» _____ 2022 г.

Заведующий кафедрой
«Ядерной физики и спецтехнологий» _____ Журавлев А.П.

Одобрено учебно-методическим советом
СФТИ НИЯУ МИФИ «__» _____ 2021 г.

Председатель УМС,
зам. руководителя СФТИ НИЯУ МИФИ
по учебной и научно-методической
работе

_____ П.О. Румянцев

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	4
1. Общие положения	4
2. Подготовка и проведение ГЭ	5
3. Рекомендации по методике ответа на экзаменационные вопросы	8
4. Примерные вопросы государственного экзамена	9
5. Учебно-методические материалы по дисциплинам итогового государственного экзамена	12

Введение

Программа государственного экзамена предназначена для подготовки студентов к сдаче государственного экзамена, позволяющего выявить и оценить теоретическую подготовку студентов к решению профессиональных задач, их готовность к основным видам профессиональной деятельности.

Комплексный государственный экзамен включает ключевые и практически значимые вопросы по дисциплинам математического и естественнонаучного цикла, профессионального цикла подготовки, предусмотренные рабочим учебным планом с учётом требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования, а также образовательного стандарта высшего образования НИЯУ МИФИ (далее – ОС ВО НИЯУ МИФИ) по данному направлению подготовки.

Текст программы содержит вполне конкретные, точно сформулированные вопросы, ответы на которые обеспечивают возможность адекватной оценки знаний и профессиональной подготовки будущих специалистов.

Предполагается, что в каждом конкретном случае комплекс верных ответов на экзаменационные вопросы будет отвечать квалификационным требованиям. Важным фактором является умение экзаменуемого оперировать в своем ответе ссылками на соответствующие положения учебной и научной литературы и показать собственную точку зрения.

1. Общие положения

В соответствии с ОС ВО НИЯУ МИФИ по направлению подготовки 14.03.02 «Ядерные физика и технологии» (утвержден Ученым советом университета 31.05.2018 г., протокол №18/03; актуализирован Ученым советом университета 22.09.2020 г., протокол №20/08) и Положением СМК-ПЛ-8.2-02 «Положение об итоговой государственной аттестации выпускников НИЯУ МИФИ» (версия 4.2 от 01.09.2017 г.) государственный экзамен (далее – ГЭ) по направлению (профилю подготовки) включен в состав итоговой государственной аттестации выпускников СФТИ НИЯУ МИФИ наряду с защитой выпускной квалификационной работы.

Целью ГЭ, как одной из форм итоговой государственной аттестации, итоговой государственной аттестации является установление уровня подготовки выпускника НИЯУ МИФИ к выполнению профессиональных задач и соответствия его подготовки требованиям ОС ВО НИЯУ МИФИ и основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки 14.03.02 «Ядерные физика и технологии», разработанной НИЯУ МИФИ в соответствии с требованиями ОС ВО НИЯУ МИФИ.

Включение в образовательный процесс бакалавров направления подготовки 14.03.02 «Ядерные физика и технологии» государственного экзамена направлено на проверку знаний и умений студентов, являющихся основой формирования у обучающихся следующих компетенций:

- УК-1 «способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач»;

- УК-2 «способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений»;
- ОПК-1 «способен использовать базовые знания естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования»;
- ПК-1 «способен использовать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования, современные компьютерные технологии и информационные ресурсы в своей предметной области»;
- ПК-3 «способен проводить физические эксперименты по заданной методике, составлять описания проводимых исследований, отчетов, анализу результатов и подготовке научных публикаций»;
- ПК-7 «способен к монтажу, наладке, настройке, регулировке, испытанию и сдаче в эксплуатацию оборудования и программных средств»;
- ПК-8 «способен к оценке ядерной и радиационной безопасности и контролю за соблюдением экологической безопасности»;
- ПК-19.1 «способен разрабатывать способы применения ядерно-энергетических установок, электронных, нейтронных и протонных пучков, методов экспериментальной физики в решении технических, технологических и медицинских проблем»;
- УКЕ-1 «способен использовать знания естественнонаучных дисциплин, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в поставленных задачах».

Уровень теоретической подготовки выпускника определяется объемом теоретических знаний, степенью их взаимосвязанности, умением интерпретировать их элементы (принципы, законы, категории, понятия и др.) и обосновывать применение этих знаний в практической области.

Конкретный состав учебных дисциплин, охватываемых ГЭ, определяется выпускающей кафедрой Ядерной физики и спецтехнологий, исходя из требований ОС ВО НИЯУ МИФИ к содержанию и уровню подготовки выпускников, и указывается в «Программе ГЭ».

2. Подготовка и проведение ГЭ

Порядок проведения государственных аттестационных испытаний, требования к выпускным квалификационным работам, а также критерии оценки знаний доводятся до сведения обучающихся не позднее, чем за 6 месяцев до начала итоговой государственной аттестации. Обучающиеся обеспечиваются программами государственных экзаменов, им создаются необходимые для подготовки условия, проводятся консультации.

Программа ГЭ является обязательным элементом организации и проведения ГЭ, включающая: перечень теоретических разделов, отражающих основное содержание дисциплин; учебники, учебные пособия и другие источники информации, рекомендуемые при подготовке к ГЭ. Программа ГЭ составляется выпускающей кафедрой и доводится до сведения выпускников не позднее, чем за один месяц до проведения ГЭ.

Государственный экзамен проводится в устной или письменной форме с использованием фонда оценочных средств, составленного в полном соответствии с учебной программой ГЭ и утверждается руководителем СФТИ НИЯУ МИФИ после обсуждения на заседании совета СФТИ НИЯУ МИФИ.

ГЭ принимается специальной Государственной экзаменационной комиссией (ГЭК) по приму ГЭ.

Основными функциями государственной экзаменационной комиссии являются:

- комплексная оценка уровня подготовки выпускника и определение соответствия подготовки выпускника требованиям ОС ВО НИЯУ МИФИ;
- выявление умений и навыков применения теоретических знаний для решения конкретных научных, технических, экономических и социальных задач в области своего направления подготовки;
- принятие решения о присвоении квалификации (степени) по результатам итоговой государственной аттестации и выдаче выпускнику соответствующего документа об образовании и о квалификации, образца, устанавливаемого Министерством образования и науки Российской Федерации;
- разработка рекомендаций, направленных на совершенствование подготовки обучающихся, на основании результатов работы государственной экзаменационной комиссии.

Государственная экзаменационная комиссия состоит из председателя, членов комиссии и секретаря.

Председателем ГЭК утверждается, лицо, не работающее в НИЯУ МИФИ, имеющее ученую степень доктора наук и (или) ученое звание профессора, либо являющееся ведущим специалистом – представителем работодателей или их объединений в соответствующей области профессиональной деятельности. При необходимости председатель государственной экзаменационной комиссии должен отвечать требованиям, предъявляемым к специалистам, связанным с работами по закрытой тематике.

ГЭК формируется из лиц, приглашаемых из сторонних организаций: специалистов предприятий, учреждений и организаций – потребителей кадров данного профиля, профессорско-преподавательского состава и научных работников СФТИ НИЯУ МИФИ, а также ведущих преподавателей и научных работников других образовательных организаций.

Численный состав ГЭК не может быть меньше 5 человек, из которых не более 50% являются представителями СФТИ НИЯУ МИФИ и/или иных образовательных организаций.

Работа ГЭК проводится в сроки, предусмотренные учебным планом основной образовательной программы по направлению подготовки 14.03.02 «Ядерная физика и технологии».

Сдача ГЭ проводится на открытом заседании государственной экзаменационной комиссии с участием не менее двух третей состава комиссии.

К ИГЭ допускаются лица, завершившие полный курс обучения по соответствующей основной профессиональной образовательной программе и успешно прошедшие все предшествующие аттестационные испытания, предусмотренные учебным планом.

До начала ГЭ в ГЭК ГЭ представляются следующие учебные документы:

- учебные карточки студентов, допущенных к ГЭ, со сведениями о выполнении ими учебного плана;
- экзаменационная ведомость со списком студентов, допущенных к ГЭ.

Средством для определения экзаменационного задания на ГЭ является экзаменационный билет, который по своему содержанию и структуре соответствует требованиям утвержденной Программы государственного экзамена.

При подготовке к ответу студентами могут быть использованы справочные материалы, предоставленные выпускающей кафедрой.

Содержание экзаменационных билетов для ГЭ разрабатывается выпускающей кафедрой, подписывается ее заведующим и утверждается заместителем руководителя института по учебной и научно-методической работе. Оно может представлять собой:

- перечень частных вопросов, относящихся к теоретическим разделам учебных дисциплин, включенных в Программу ГЭ;
- перечень комплексных вопросов, каждый из которых относится к теоретическим разделам нескольких учебных дисциплин, включенных в Программу ГЭ;
- один системный вопрос, относящийся к теоретическим разделам всех учебных дисциплин, включенных в Программу ГЭ;
- одну практическую задачу, например, по программированию.

Объектом экспертной оценки результатов сдачи ГЭ являются ответы экзаменуемого на вопросы экзаменационного билета и на вопросы экспертов - членов ГЭК ГЭ.

Результаты сдачи государственных экзаменов и защиты выпускной квалификационной работы определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно», а также дублируются оценками по стобалльной и европейской (ECTS) системе оценки качества обучения студентов, принятой в НИЯУ МИФИ.

При определении оценки работы, а также знаний, выявленных при сдаче государственных экзаменов, принимается во внимание уровень теоретической, научной и практической подготовки выпускника.

Решение по оценке результатов ГЭ членами комиссии принимается на закрытом заседании простым большинством голосов членов комиссии, участвующих в заседании, при обязательном присутствии председателя комиссии. При равном числе голосов председатель комиссии обладает правом решающего голоса. Оценка объявляется в день проведения экзамена после оформления в установленном порядке протоколов заседаний ГЭК ГЭ и заполнения зачетной книжки студентов.

Продолжительность ГЭ не должна превышать 6 часов в день.

Все заседания ГЭК ГЭ оформляются протоколом. В протокол вносятся оценки знаний, выявленных на ГЭ, а также заданные экзаменуемому вопросы, особые мнения и т. п. Протоколы подписываются председателем и членами ГЭК ГЭ, участвующими в заседании. Протоколы заседаний ИГЭ хранятся в делах института.

Выпускник, проходивший обучение по ОС ВО НИЯУ МИФИ и получивший при сдаче государственного экзамена неудовлетворительную оценку, а также не прошедший итоговые аттестационные испытания без уважительной причины, вправе пройти государственную итоговую аттестацию повторно не ранее чем через 10 месяцев и позднее чем через пять лет после прохождения государственной итоговой аттестации впервые.

Студенты, не явившиеся на сдачу экзамена по уважительной причине, допускаются к повторной сдаче экзамена лишь по распоряжению руководителя института в сроки, определяемые выпускающей кафедрой, но не позднее, чем за месяц до защиты дипломного проекта (работы) в ГЭК.

Лица, получившие на повторном экзамене «неудовлетворительную» оценку к защите дипломного проекта (работы) не допускаются и отчисляются из СФТИ НИЯУ МИФИ, им выдается справка об обучении.

3. Рекомендации по методике ответа на экзаменационные вопросы

Цель председателя и членов ГЭК при проведении экзамена заключается в объективной оценке теоретико-прикладных знаний, навыков и умений экзаменуемых.

При подготовке ответов на экзаменационные вопросы студенту рекомендуется воспользоваться следующей методикой:

1. Обоснование роли и места вопроса (темы) в изучаемой дисциплине

Студенту необходимо аргументировать значимость данного вопроса или темы в изучаемой дисциплине, продемонстрировав тем самым, что он достаточно ориентирован в её структуре и логике. Следует также указать на взаимосвязь данного вопроса (темы) с другими вопросами (темами) изучаемого курса.

2. Указание нормативно-правовой базы, относящейся к теме

В данной части ответа (при необходимости) следует назвать нормативно-правовые источники (законы, постановления, указы и др.) в их хронологической последовательности. Знание юридической базы студентом представляет его ответ с выгодной стороны и является обязательным.

3. Определение понятийного категориального аппарата

Для выполнения этого пункта рекомендаций требуется вначале дать определения основных категорий и понятий, которые встречаются в трактовке экзаменационного вопроса. Затем привести критерии, по которым данная категория отличается от ряда аналогичных (в первую очередь, функциональные).

4. Приведение видов, состава и классификации исследуемых категорий

Данная рекомендация должна выполняться исходя из современных научных представлений об исследуемых категориях.

5. Приведение формул и примеров

Содержательность студенческого ответа должна быть поддержана приведением необходимых по теме формул и соответствующих примеров с применением формул. Грамотное использование этого пункта рекомендаций наглядно демонстрирует прочность знаний экзаменуемых. Приветствуется использование

общепринятых символических обозначений, но возможно и использование собственной символики для обозначения показателей.

6. Обозначение проблемной постановки вопроса

В тех случаях, когда вопрос носит проблемный характер, следует пояснить, в чём состоит конфликт и сложность поднимаемого вопроса. Под проблемой в самом общем плане понимается несоответствие действительного состояния системы желаемому, т.е. как есть и как должно быть. Ответ студента, умеющего квалифицированно осуществлять проблемную постановку вопроса, оценивается более высоко.

7. Изложение истории вопроса и возможности дальнейшего развития темы

В данном пункте, если позволяет тема, рекомендуется несколько расширить рамки вопроса с тем, чтобы продемонстрировать комиссии не только знание данного вопроса, но и свое профессиональное перспективное мышление по излагаемому вопросу. Точка зрения студента может не совпадать с общепринятыми представлениями о способах решения проблемы, но главным критерием в этом случае служит достаточно четкая логика рассуждений и надежность аргументации. Приветствуется также оригинальность и свежесть высказываемых идей.

Последовательность ответа по указанным пунктам может изменяться в зависимости от специфики и внутренней логики излагаемого вопроса. Изложение может также содержать и другие пункты, имеющие прямое отношение к изучаемой тематике. Общим требованием к ответу служит его конкретность, полнота и логичность изложения.

4. Примерные вопросы государственного экзамена

В основу программы государственного экзамена положены следующие дисциплины:

- 1) Дисциплины естественнонаучного модуля: «Физика»;
- 2) Общие дисциплины профессионального модуля: «Введение в ядерную физику», «Физика лазеров»;
- 3) Специальные дисциплины профессионального модуля: «Нейтронная физика», «Экспериментальные методы физики».

Раздел 1. Физика:

- 1) Кинематика. Преобразование Галилея
- 2) Силы в природе. Законы Ньютона
- 3) Импульс и механическая энергия. Работа и мощность. Законы сохранения
- 4) Механика твердого тела. Момент импульса и закон его сохранения.
- 5) Механика жидкости и газа.
- 6) Идеальный газ. Уравнение состояния идеального газа.
- 7) Распределения Максвелла и Больцмана.

- 8) Первое начало термодинамики. Теплоемкость газа. Уравнение Пуассона
- 9) Второе начало термодинамики. Цикл Карно. Энтропия.
- 10) Фазовые равновесия и превращения. Уравнение Клайперона Клаузиуса.
- 11) Основные понятия и законы электростатики
- 12) Проводники и диэлектрики в электрическом поле
- 13) Постоянный электрический ток
- 14) Магнитное поле в вакууме и в веществе. Магнетики
- 15) Электромагнитное поле. Уравнения Максвелла.
- 16) Механические и электромагнитные колебания и волны
- 17) Законы геометрической оптики. Принцип Ферма. Линза
- 18) Интерференция света и способы ее наблюдения
- 19) Дифракция света. Дифракционная решетка.
- 20) Поляризация и дисперсия света.

Раздел 2. Введение в ядерную физику:

- 1) Свойства стабильных ядер
- 2) Радиоактивность
- 3) Взаимодействие заряженных частиц с веществом
- 4) Взаимодействие гамма-квантов с веществом
- 5) Основные закономерности ядерных реакций
- 6) Деление ядер
- 7) Реакции синтеза

Раздел 3. Физика лазеров:

- 1) Фурье оптика. Пространственная фильтрация светового излучения.
- 2) Физические основы голографии. Динамическая голография и обращение волнового фронта.
- 3) Основные характеристики электромагнитного излучения и источников электромагнитного излучения: плотность энергии и мощности, яркость, поток излучения, сила света, световой поток. Излучение абсолютно черного тела. Фотоны.
- 4) Три фундаментальных процесса взаимодействия светового излучения с веществом (анализ Эйнштейна). Инверсная населенность. Оптические усилители и генераторы.
- 5) Открытые резонаторы, добротность резонатора, устойчивые и неустойчивые резонаторы. Модовый состав излучения лазера, методы воздействия на модовый состав излучения лазера.
- 6) Режимы работы квантовых генераторов: свободная генерация, моноимпульсный режим, режим синхронизации мод.
- 7) Основы зонной теории кристаллов. Электроны проводимости и дырки.

- 8) Полупроводниковые лазеры. Методы создания инверсной населенности. Инжекционные полупроводниковые лазеры на гетеропереходах.
- 9) 9. Основы теории оптических волокон: лучевые инварианты, классификация лучей в планарных и цилиндрических волноводах. Модовый состав излучения в оптических волноводах, многомодовые и одномодовые оптоволокна.
- 10) Оптоволоконные лазеры и усилители. Накачка лазерными диодами.
- 11) Нелинейные оптические явления: генерация высших гармоник, параметрическое усиление, самофокусировка.

Раздел 4. Нейтронная физика:

- 1) Физические свойства нейтрона. Функции распределения нейтронов и сечения взаимодействия нейтронов с ядрами
- 2) Виды взаимодействия нейтронов с ядрами.
- 3) Упругое рассеяние нейтронов. Кинематика упругого рассеяния
- 4) Физические основы получения нейтронов в ядерных реакциях
- 5) Уравнение переноса нейтронов. Диффузия нейтронов
- 6) Стационарный перенос нейтронов. Диффузионное приближение
- 7) Нестационарный перенос нейтронов. Нестационарное диффузионное приближение
- 8) Замедление нейтронов

Раздел 5. Экспериментальные методы физики:

- 1) Детекторы ионизирующего излучения. Типы детекторов, их основные характеристики.
- 2) Ионизационные камеры. Устройство, принцип работы, основные типы и характеристики.
- 3) Сцинтилляторы и их основные характеристики. Механизм высвечивания, время высвечивания, конверсионная эффективность. Типы сцинтилляторов.
- 4) Однокристалльный сцинтилляционный спектрометр γ -квантов.
- 5) Методы подавления нейтронного фона в сцинтилляционных детекторах.
- 6) Планирование ядерно-физических экспериментов. Обоснование погрешности и выбора схемы измерений.
- 7) Методы обработки результатов измерений в ядерно-физических экспериментах. Определение погрешности в ядерно-физических измерениях.
- 8) Парный спектрометр γ -квантов. Спектрометр с защитой антисовпадениями.
- 9) Методы спектрометрии заряженных частиц
- 10) Методы спектрометрии рентгеновского излучения
- 11) Методы регистрации импульсного нейтронного излучения.

5. Учебно-методические материалы по дисциплинам итогового государственного экзамена

Раздел 1. Физика:

- 1) Калашников, Н.П. Основы физики [Текст] / Н.П. Калашников, М.А. Смондырев. – Москва: Лаборатория знаний. Т. 1. – [Б. м.], 2017. – 542 с. – (Учебник для высшей школы). – ISBN 978-5-00101-004-3 (ЭБС НИЯУ МИФИ).
- 2) Калашников, Н.П. Основы физики [Текст] / Н.П. Калашников, М.А. Смондырев. – Москва: Лаборатория знаний. Т. 2. – [Б. м.], 2017. – 606 с. – (Учебник для высшей школы). – ISBN 978-5-00101-005-0 (ЭБС НИЯУ МИФИ).
- 3) Курс общей физики [Текст]: учебное пособие для студентов технических вузов: в 3-х т. / Савельев И.В. - [Б. м.]: [б. и.]. Т. 1: Механика. Молекулярная физика: Учебное пособие / Савельев И.В. – 14-е изд., стер. – [Б. м.]: Лань, 2018. – 436 с. – ISBN 978-5-8114-0630-2 (ЭБС «Лань»).
- 4) Курс общей физики [Текст]: учебное пособие для студентов технических вузов по техническим (550000) и технологическим (650000) направлениям: в 3-х т. / Савельев И.В. – [Б. м.]: [б. и.]. Т. 2: Электричество и магнетизм. Волны. Оптика: Учебное пособие: Учебное пособие / Савельев И. В. – 14-е изд., стер. – [Б. м.]: Лань, 2018. – 500 с.). – ISBN 978-5-8114-0631-9 (ЭБС «Лань»).
- 5) Спирин Г.Г. Курс общей физики. Комплект в 3-х томах. 2-е изд. Учебник для бакалавров / Спирин Г.Г., Бондарев Б.В., Калашников Н.П. – М.: Юрайт, 2013.
- 6) Оселедчик Ю.С., Самойленко П.И., Точилина Т.Н. Физика. Модульный курс. – М.: Издательство Юрайт, 2014. – 526 с.

Раздел 2. Введение в ядерную физику:

- 1) Калашников, Н.П. Основы физики [Текст] / Н.П. Калашников, М.А. Смондырев. – Москва: Лаборатория знаний. Т. 2. – [Б. м.], 2017. – 606 с. – (Учебник для высшей школы). – ISBN 978-5-00101-005-0 (ЭБС НИЯУ МИФИ).
- 2) Курс физики [Текст]: учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по техн. и технолог. направлениям и специальностям / Савельев И.В. – [Б. м.]: [б. и.]. Т. 3: Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц: Учебное пособие: Учебное пособие / Савельев И. В. – 6-е изд., стер. – [Б. м.]: Лань, 2018. – 308 с.). – ISBN 978-5-8114-0687-6 (ЭБС «Лань»).
- 3) Экспериментальная ядерная физика – Санкт-Петербург: Лань. Т. 1: Физика атомного ядра / К.Н. Мухин. – 8-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2021. – 384 с. – ISBN 978-5-8114-7208-. (ЭБС «Лань»).
- 4) Экспериментальная ядерная физика [Текст]: [в 3 томах]: учебник / Мухин К.Н. – [Б. м.]: [б. и.]. Т. 2: Физика ядерных реакций / Мухин К.Н. – 7-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2009. – 326 с.). – ISBN 978-5-8114-0740-8 (ЭБС «Лань»).

- 5) Экспериментальная ядерная физика. В 3 томах. – Санкт-Петербург: Лань, 2021. Т. 2: Физика элементарных частиц / К.Н. Мухин. – 7-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2021. – 416 с. – ISBN 978-5-8114-7643-5 (ЭБС «Лань»).

Раздел 3. Физика лазеров:

- 1) Курс физики [Текст]: учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по техн. и технолог. направлениям и специальностям / Савельев И.В. – [Б. м.]: [б. и.]. Т. 3: Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц: Учебное пособие: Учебное пособие / Савельев И. В. – 6-е изд., стер. – [Б. м.]: Лань, 2018. – 308 с.). – ISBN 978-5-8114-0687-6 (ЭБС «Лань»).
- 2) Кириллов, Г.А. Пособие по физике лазеров [Текст] / Г.А. Кириллов, Н.Г. Захаров; Российский федеральный ядерный центр – Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной физики. – 2-е изд., стереотип. – Саров: ФГУП РФЯЦ-ВНИИЭФ, 2020. – 235. – ISBN 978-5-9515-0453-1 (ЭБС НИЯУ МИФИ).
- 3) Айхлер, Ю. Лазеры. Исполнение, управление, применение [Текст] / Ю. Айхлер, Г.И. Айхлер; пер. с нем. – Москва: Техносфера, 2012. – 495 с. – (Мир физики и техники). – ISBN 978-5-94836-309-7 (ЭБС НИЯУ МИФИ).
- 4) Фортов, В.Е. Лекции по физике экстремальных состояний вещества [Текст] / В.Е. Фортов. – Москва: Издательский дом МЭИ, 2013. – 234 с. – (Высшая школа физики. Вып.1). – ISBN 978-5-383-00875-1 (ЭБС НИЯУ МИФИ).
- 5) Фортов, В.Е. Физика высоких плотностей энергий [Текст] / В.Е. Фортов. – Москва: Физматлит, 2012. – 710 с. – ISBN 978-5-9221-1468-4 (ЭБС НИЯУ МИФИ).
- 6) Звелто, О. Принципы лазеров [Текст] / О. Звелто; пер. с англ. – изд. 4. – Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2008. – 719 с. – (Учебные пособия для вузов. Специальная литература). – ISBN 978-5-8114-0844-3 (ЭБС НИЯУ МИФИ).
- 7) Салех, Б. Оптика и фотоника. Принципы и применения [Текст]: в 2-х т. / Б. Салех, М. Тейх; пер. с англ. – Долгопрудный: Интеллект. Т.1. – [Б. м.], 2012. – 759 с. – ISBN 978-5-91559-038-9 (ЭБС НИЯУ МИФИ).
- 8) Салех, Б. Оптика и фотоника. Принципы и применения [Текст]: в 2-х т. / Б. Салех, М. Тейх; пер. с англ. - Долгопрудный: Интеллект. Т.2 . – [Б. м.], 2012. – 780 с. – ISBN 978-5-91559-135-5 (ЭБС НИЯУ МИФИ).

Раздел 4. Нейтронная физика:

- 1) Лукин А.В. Основы нейтронной физики. Снежинск: СФТИ НИЯУ МИФИ, 2015.
- 2) Задачи по физике нейтронов и импульсных ядерных реакторов. Сост. А.В. Лукин. – Снежинск: СФТИ НИЯУ МИФИ, 2015. – 36 с.
- 3) Кадилин, В.В. Прикладная нейтронная физика [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов / В.В. Кадилин, Е.В. Рябева, В.Т. Самосадный. – Москва: НИЯУ МИФИ, 2011. – ISBN 978-5-7262-1515-0 (ЭБС НИЯУ МИФИ).

- 4) Шапиро, Ф.Л. Собрание трудов: Физика нейтронов [Текст] / Ф.Л. Шапиро. – 2-е изд., репр. и доп. – Москва: Наука, 2015. – 414 с. – ISBN 978-5-02-039085-0. (ЭБС НИЯУ МИФИ).
- 5) Рябева, Е.В. Прикладная нейтронная физика [Текст]: учеб. пособие / Е.В. Рябева, Д.И. Юрков. – Москва: Буки Веди. Часть 1: Источники нейтронов. – [Б. м.], 2021. – 196. – ISBN 978-5-4465-3225-4 (ЭБС НИЯУ МИФИ).
- 6) Стогов, Ю.В. Основы нейтронной физики [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов / Ю.В. Стогов. – Москва: МИФИ, 2008. – ISBN 978-5-7262-1020-9. (ЭБС НИЯУ МИФИ).

Раздел 5. Экспериментальные методы физики:

- 1) В.Д. Ларцев. Погрешности и методы обработки результатов измерений. Снежинск: СФТИ НИЯУ МИФИ, 2015. – 127 с., 8 табл., 47 ил.
- 2) Низаметдинов, Ш.У. Анализ данных [Текст]: учебное пособие для вузов / Ш.У. Низаметдинов, В.П. Румянцев. – Москва: НИЯУ МИФИ, 2012. – 285 с. – (Учебная книга инженера-физика). – ISBN 978-5-7262-1687-4 (ЭБС НИЯУ МИФИ).
- 3) Пергамент, М.И. Методы исследований в экспериментальной физике [Текст]: учебное пособие для вузов / М.И. Пергамент. – Долгопрудный: Интеллект, 2010. – 300 с. – (Физтехковский учебник). – ISBN 978-5-91559-026-6 (ЭБС НИЯУ МИФИ).
- 4) Экспериментальная ядерная физика – Санкт-Петербург: Лань. Т. 1: Физика атомного ядра / К.Н. Мухин. – 8-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2021. – 384 с. – ISBN 978-5-8114-7208-. (ЭБС «Лань»).
- 5) Экспериментальная ядерная физика [Текст]: [в 3 томах]: учебник / Мухин К.Н. – [Б. м.]: [б. и.]. Т. 2: Физика ядерных реакций / Мухин К.Н. – 7-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2009. – 326 с.). – ISBN 978-5-8114-0740-8 (ЭБС «Лань»).
- 6) Экспериментальная ядерная физика. В 3 томах. – Санкт-Петербург: Лань, 2021. Т. 2: Физика элементарных частиц / К.Н. Мухин. – 7-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2021. – 416 с. – ISBN 978-5-8114-7643-5 (ЭБС «Лань»).

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ВО НИЯУ МИФИ по направлению подготовки 14.03.02 «Ядерная физика и технологии» (утвержден Ученым советом университета 31.05.2018 г.,

Авторы: к.ф.-м.н., доцент Хмельницкий Д.В.; Андреев С.А., к.ф.-м.н., доцент

Рецензенты: к.ф.-м.н., Гилев О.Н.

_____ д.т.н., профессор Журавлев А.П

_____ к.ф.-м.н., доцент Иванов А.Ф.

_____ к.х.н., доцент Колмогорцев А.М.

_____ д.ф.-м.н., профессор Лукин А.В.