Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

ИНСТИТУТ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ

НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР НЕВОД

ОДОБРЕНО УМС ИЯФИТ

Протокол № 01/08/24-573.1

от 30.08.2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ЯДЕРНАЯ ФИЗИКА (NUCLEAR PHYSICS)

Направление подготовки (специальность)
[1] 14.04.02 Ядерные физика и технологии
[2] 14.04.01 Ядерная энергетика и теплофизика

Семестр	**Трудоемкость, кред.**	**Общий объем курса, час.**	**Лекции, час.**	**Практич. занятия, час.**	**Лаборат. работы, час.**	**В форме практической подготовки, час.**	**СРС, час.**	**КСР, час.**	**Форма(ы) контроля, экз./зач./КР/КП**
1	4	144	32	32	0		44	0	Э
Итого	4	144	32	32	0	0	44	0	

АННОТАЦИЯ

Программа курса «Ядерная физика» содержит лекции и практические занятия и состоит из 2 разделов: «Основные представления ядерной физики. Основные статические характеристики атомных ядер. Ядерные силы. Модели атомных ядер» и «Взаимодействие частиц и излучения с веществом. Ядерные реакции и радиоактивность. Деление ядер и термоядерный синтез». Курс знакомит студентов с ключевыми понятиями в области ядерной физики, к которым относятся: основные закономерности взаимодействия различных видов корпускулярного излучения с веществом с целью выбора метода для его эффективной регистрации и оценки проникающей способности, закономерности строения микрообъектов на уровне ядер и частиц, методы исследования различных характеристик микрообъектов.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная цель освоения учебной дисциплины «Ядерная физика» – дать будущему исследователю знания о ключевых понятиях в области ядерной физики, к которым относятся: основные закономерности взаимодействия различных видов корпускулярного излучения с веществом с целью выбора метода для его эффективной регистрации и оценки проникающей способности, закономерности строения микрообъектов на уровне ядер и частиц, методы исследования различных характеристик микрообъектов.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Учебная дисциплина «Ядерная физика» относится к Общенаучному циклу ООП. Данная дисциплина является основой для усвоения других дисциплин Профессионального цикла. Для успешного освоения положений данной дисциплины студент должен:

- знать: иностранный язык в объеме, необходимом для получения информации профессионального содержания из зарубежных источников; понятия и методы математического анализа: дифференциальное исчисление, интегральное исчисление и функции многих переменных; аналитическую геометрию; линейную алгебру; векторный и тензорный анализ; теорию функций комплексного переменного; обыкновенные дифференциальные уравнения; теорию вероятности и математическую статистику; общую физику: механику, молекулярную физику, электричество и магнетизм, волны и оптику; основные положения квантовой механики и атомной физики.
- уметь: использовать математические методы в физических приложениях; решать алгебраические уравнения и системы дифференциальных уравнений, применительно к реальным процессам; применять методы решения задач анализа и расчета характеристик механических, электромагнитных и атомных систем;
- владеть: методами математического анализа; методами решения задач анализа и расчета характеристик физических систем; основными методами работы на ПЭВМ в том числе методами работы с прикладными программными продуктами; математическим описанием микрообъектов в рамках атомной физики и квантовой механики; математическими методами анализа явлений.

Данная дисциплина является основополагающей для последующего освоения следующих дисциплин и практик: экспериментальная ядерная физика, физика элементарных частиц, экспериментальные методы физики высоких и сверхвысоких энергий, физика

космических лучей, неускорительная физика высоких энергий, автоматизация физического эксперимента, физика мюонов космических лучей, основы ядерных технологий и др.

3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Универсальные и(или) общепрофессиональные компетенции:

Код и наименование компетенции	**Код и наименование индикатора достижения компетенции**
ОПК-1 [1] – Способен формулировать цели и задачи исследования, выбирать критерии оценки, выявлять приоритеты решения задач	З-ОПК-1 [1] – Знать: цели и задачи научных исследований по направлению деятельности, базовые принципы и методы их организации; основные источники научной информации и требования к представлению информационных матери-алов У-ОПК-1 [1] – Уметь: составлять общий план работы по заданной теме, предлагать методы исследования и способы обработки результатов, проводить исследования по согласованному с руководителем плану, представлять полученные результаты В-ОПК-1 [1] – Владеть: систематическими знаниями по направлению деятельности; углубленными знаниями по выбранной направленности подготовки, базовыми навыками проведения научно- исследовательских работ по предложенной теме.
ОПК-1 [2] – Способен формулировать цели и задачи исследования, выбирать критерии оценки, выявлять приоритеты решения задач	З-ОПК-1 [2] – Знать типичные задачи, возникающие в ходе профессиональной деятельности; основные методы решения задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности У-ОПК-1 [2] – Уметь анализировать задачи, возникающие в ходе профессиональной деятельности; выявлять характерные особенности анализируемых процессов и явлений; определять сущность проблемы и пути ее решения; составлять алгоритм решения поставленной задачи В-ОПК-1 [2] – Владеть методами решения типовых задач
ОПК-2 [2] – Способен применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы	З-ОПК-2 [2] – Знать современные методы исследования; принятые критерии оценки в данной области профессиональной деятельности У-ОПК-2 [2] – Уметь применять известные методы исследования в зависимости от конкретных целей и задач; представлять результаты проделанной работы В-ОПК-2 [2] – Владеть базовыми методами проведения исследования
ОПК-2 [1] – Способен применять современные методы исследования, оценивать и	З-ОПК-2 [1] – Знать: современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы;

представлять результаты выполненной работы	У-ОПК-2 [1] – Уметь: применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы В-ОПК-2 [1] – Владеть: навыками применения современных методов исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы
ОПК-3 [1] – Способен оформлять результаты научно-исследовательской деятельности в виде статей, докладов, научных отчетов и презентаций с использованием систем компьютерной верстки и пакетов офисных программ	З-ОПК-3 [1] – Знать: основы оформления результатов научно- исследовательской деятельно-сти в виде статей, докладов, научных отчетов и презентаций с использова-нием систем компьютерной верстки и пакетов офисных программ. У-ОПК-3 [1] – Уметь: оформлять результаты научно-исследовательской деятельности в виде статей, докладов, научных отче-тов и презентаций с использованием систем компьютерной верстки и па-кетов офисных программ. В-ОПК-3 [1] – Владеть: навыками оформления результатов научно- исследовательской деятельно-сти в виде статей, докладов, научных отчетов и презентаций с использова-нием систем компьютерной верстки и пакетов офисных программ.
ОПК-3 [2] – Способен оформлять результаты научно-исследовательской деятельности в виде статей, докладов, научных отчетов и презентаций с использованием систем компьютерной верстки и пакетов офисных программ	З-ОПК-3 [2] – Знать основные требования, предъявляемые к оформлению результатов научно- исследовательской деятельности; особенности различных форм представления результатов научно- У-ОПК-3 [2] – Уметь использовать системы компьютерной верстки и пакеты офисных программ для оформления результатов научно- исследовательской деятельности; оформлять результаты научно-исследовательской деятельности согласно существующим требованиям; представлять результаты научно-исследовательской деятельности в форме устного доклада с презентацией основных результатов работы; вести аргументированную дискуссию В-ОПК-3 [2] – Владеть навыками оформления научно-технических отчетов; навыками оформления результатов научно-исследовательской работы в виде научных докладов и статей; навыками оформления и представления презентаций и научных докладов

Профессиональные компетенции в соответствии с задачами и объектами (областями знаний) профессиональной деятельности:

Задача профессиональной деятельности (ЗПД)	**Объект или область знания**	**Код и наименование профессиональной компетенции; Основание (профессиональный стандарт-ПС, анализ опыта)**	**Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции**
научно-исследовательский			

проведение научных исследований поставленных проблем; формулировка новых задач, возникающих в ходе научных исследований; работа с научной литературой с использованием новых информационных технологий, слежение за научной периодикой; разработка методов и приборов для регистрации ионизирующих и электромагнитных излучений; выбор технических средств, подготовка оборудования, работа на экспериментальных физических установках; выбор необходимых методов исследования; анализ получаемой физической информации с использованием современной вычислительной техники	элементарные частицы, космические лучи, ускорительные эксперименты, астрофизика, математические модели для теоретического и экспериментального исследований явлений и закономерностей в области физики высоких энергий, космических лучей, ускорительных экспериментов, астрофизики	ПК-3 [1] - Способен оценивать перспективы развития атомной отрасли, использовать ее современные достижения и передовые технологии в научно-исследовательской деятельности *Основание:* Профессиональный стандарт: 24.078, 40.008	З-ПК-3[1] - Знать достижения научно-технического прогресса ; У-ПК-3[1] - Уметь применять полученные знания к решению практических задач.; В-ПК-3[1] - владеть методами моделирования физических процессов.
проведение научных исследований поставленных проблем; формулировка новых задач, возникающих в ходе научных исследований; работа с научной литературой с использованием новых информационных технологий, слежение за научной периодикой; разработка методов и приборов для регистрации ионизирующих и электромагнитных излучений; выбор технических средств, подготовка	элементарные частицы, космические лучи, ускорительные эксперименты, астрофизика, математические модели для теоретического и экспериментального исследований явлений и закономерностей в области физики высоких энергий, космических лучей, ускорительных экспериментов, астрофизики	ПК-4 [1] - Способен самостоятельно выполнять экспериментальные и теоретические исследования для решения научных и производственных задач *Основание:* Профессиональный стандарт: 24.078, 40.011	З-ПК-4[1] - Знать: цели и задачи проводимых исследований; основные методы и средства проведения экспериментальных и теоретических исследований; методы и средства математической обработки результатов экспериментальных данных ; У-ПК-4[1] - Уметь: применять методы проведения экспериментов; использовать

оборудования, работа на экспериментальных физических установках; выбор необходимых методов исследования; анализ получаемой физической информации с использованием современной вычислительной техники			математические методы обработки результатов исследований и их обобщения; оформлять результаты научно-исследовательских работ; В-ПК-4[1] - Владеть: навыками самостоятельного выполнения экспериментальных и теоретических исследования для решения научных и производственных задач
исследования неравновесных физических процессов, распространения и взаимодействия излучения с объектами живой и неживой природы, ядерно-физических установок, обеспечения ядерной и радиационной безопасности, безопасности ядерных материалов и физической защиты ядерных объектов, систем контроля и автоматизированного управления ядерно-физическими установками.	ядерные реакторы и энергетические установки, теплогидравлические и нейтронно-физические процессы в активных зонах ядерных реакторов, тепловые измерения и контроль, теплоносители и материалы ядерных реакторов, ядерный топливный цикл, системы обеспечения безопасности ядерных энергетических установок, системы управления ядерно-физическими установками, программные комплексы и математические модели для теоретического и экспериментального исследования явлений и закономерностей в области теплофизики и энергетики, перспективные методы	ПК-7 [2] - способен использовать и оценивать современные достижения науки и техники для решения профессиональных задач в научно-исследовательской деятельности *Основание:* Профессиональный стандарт: 24.028	З-ПК-7[2] - знать новые методы совершенствования действующих технологических процессов; ; У-ПК-7[2] - уметь анализировать информационные документы с результатами научных исследований;; В-ПК-7[2] - владеть современными пакетами прикладных компьютерных программ

	преобразования энергии		
исследования неравновесных физических процессов, распространения и взаимодействия излучения с объектами живой и неживой природы, ядерно-физических установок, обеспечения ядерной и радиационной безопасности, безопасности ядерных материалов и физической защиты ядерных объектов, систем контроля и автоматизированного управления ядерно-физическими установками.	ядерные реакторы и энергетические установки, теплогидравлические и нейтронно-физические процессы в активных зонах ядерных реакторов, тепловые измерения и контроль, теплоносители и материалы ядерных реакторов, ядерный топливный цикл, системы обеспечения безопасности ядерных энергетических установок, системы управления ядерно-физическими установками, программные комплексы и математические модели для теоретического и экспериментального исследования явлений и закономерностей в области теплофизики и энергетики, перспективные методы преобразования энергии	ПК-8 [2] - способен владеть расчетно-теоретическими и экспериментальными методами исследования физических процессов, выполнять экспериментальные исследования и проводить обработку, анализ и обобщение полученных результатов *Основание:* Профессиональный стандарт: 24.028	З-ПК-8[2] - знать типовые методики и номенклатуру выполнения измерений и расчетов процессов; ; У-ПК-8[2] - уметь обрабатывать результаты измерений и анализировать результаты расчетов;; В-ПК-8[2] - владеть методами исследования физических процессов
проектный			
формирование целей проекта (программы), задач, критериев и показателей достижения целей, построение структуры их взаимосвязей, выявление приоритетов решения задач с учетом всех аспектов деятельности; разработка обобщенных вариантов решения проблемы, анализ этих	современная электронная схемотехника, электронные системы ядерных и физических установок, системы автоматизированного управления ядерно-физическими установками, разработка и технологии применения приборов	ПК-5 [1] - Способен проводить расчет и проектирование физических установок и приборов с использованием современных информационных технологий *Основание:* Профессиональный стандарт: 40.008, 40.011	З-ПК-5[1] - Знать основные физические законы и стандартные прикладные пакеты используемые при моделировании физических процессов и установок ; У-ПК-5[1] - Уметь применять стандартные прикладные пакеты

вариантов, прогнозирование последствий, нахождение компромиссных решений в условиях многокритериальности, неопределенности, планирование реализации проекта, использование информационных технологий при разработке новых установок, материалов и изделий; разработка проектов технических условий, стандартов и технических описаний новых установок, материалов и изделий	и установок для проведения исследований, разработка ядерно-физических установок, обеспечение ядерной и радиационной безопасности, систем контроля и автоматизированного управления ядерно-физическими установками, экологический мониторинг окружающей среды, обеспечение безопасности ядерных объектов		используемые при моделировании физических процессов и установок; В-ПК-5[1] - Владеть стандартными прикладными пакетами используемыми при моделировании физических процессов и установок
формирование целей проекта (программы), задач, критериев и показателей достижения целей, построение структуры их взаимосвязей, выявление приоритетов решения задач с учетом всех аспектов деятельности; разработка обобщенных вариантов решения проблемы, анализ этих вариантов, прогнозирование последствий, нахождение компромиссных решений в условиях многокритериальности, неопределенности, планирование реализации проекта, использование информационных технологий при разработке новых установок, материалов и изделий; разработка проектов технических	современная электронная схемотехника, электронные системы ядерных и физических установок, системы автоматизированного управления ядерно-физическими установками, разработка и технологии применения приборов и установок для проведения исследований, разработка ядерно-физических установок, обеспечение ядерной и радиационной безопасности, систем контроля и автоматизированного управления ядерно-физическими установками, экологический мониторинг окружающей среды,	ПК-6 [1] - Способен оценивать риск и определять меры безопасности для новых установок и технологий, составлять и анализировать сценарии потенциально возможных аварий, разрабатывать методы уменьшения риска их возникновения *Основание:* Профессиональный стандарт: 24.078, 40.008	З-ПК-6[1] - Знать основные нормативные документы по регулированию рисков возникающих в процессе эксплуатации новых установок и технологий, составлять и анализировать сценарии потенциально возможных аварий, разрабатывать методы уменьшения риска их возникновения ; У-ПК-6[1] - Уметь оценивать риск и определять меры безопасности для новых установок и технологий, составлять и анализировать сценарии потенциально возможных аварий,

условий, стандартов и технических описаний новых установок, материалов и изделий	обеспечение безопасности ядерных объектов		разрабатывать методы уменьшения риска их возникновения; В-ПК-6[1] - Владеть методами оценки рисков и определять меры безопасности для новых установок и технологий, составлять и анализировать сценарии потенциально возможных аварий, разрабатывать методы уменьшения риска их возникновения
производственно-технологический			
применение ядерно-физических методик в решении технологических проблем; использование результатов проводимых исследований и разработок в технологических и производственных целях; реализация цепочки: исследование, развитие, технология, производство	современная электронная схемотехника, электронные системы ядерных и физических установок, системы автоматизированного управления ядерно-физическими установками, разработка и технологии применения приборов и установок для проведения исследований	ПК-10 [1] - Способен решать инженерно-физические и экономические задачи с помощью пакетов прикладных программ *Основание:* Профессиональный стандарт: 24.028, 40.008	З-ПК-10[1] - Знать основные пакеты прикладных программ для решения инженерно-физических и экономических задач ; У-ПК-10[1] - Уметь осуществлять подбор прикладных программ для решения конкретных инженерно-физических и экономических задач; В-ПК-10[1] - Владеть навыками работы с прикладными программами для решения инженерно-физических и экономических задач
инновационный			
применение результатов научных	системы автоматизированного	ПК-13 [1] - Способен проектировать,	З-ПК-13[1] - Знать математические

исследований в инновационной деятельности; разработка новых методов инженерно-технологической деятельности; участие в формулировке новых задач и разработке новых методических подходов в научно-инновационных исследованиях; обработка и анализ полученных данных с помощью современных информационных технологий; разработка планов и программ организации инновационной деятельности на предприятии, координация работы персонала для комплексного решения инновационных проблем	управления ядерно-физическими установками, разработка и технологии применения приборов и установок для проведения исследований	создавать и внедрять новые продукты и системы и применять теоретические знания в реальной инженерной практике *Основание:* Профессиональный стандарт: 40.008, 40.011	методы и компьютерные технологии, необходимые для проектирования и разработки программного обеспечения для инженерного анализа инновационных продуктов. ; У-ПК-13[1] - Уметь разрабатывать и тестировать программное обеспечение для инженерного анализа инновационных продуктов.; В-ПК-13[1] - владеть навыками разработки и тестирования программного обеспечения для инженерного анализа инновационных продуктов.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Разделы учебной дисциплины, их объем, сроки изучения и формы контроля:

№ п.п	Наименование раздела учебной дисциплины	Недели	Лекции/ Практ. (семинары)/ Лабораторные работы, час.	Обязат. текущий контроль (форма*, неделя)	Максимальный балл за раздел**	Аттестация раздела (форма*, неделя)	Индикаторы освоения компетенции
	1 Семестр						
1	Характеристики атомных ядер. Ядерные силы. Модели атомных ядер.	1-8	16/16/0	к.р-8 (25)	25	КИ-8	З-ОПК-1, У-ОПК-1, В-ОПК-1, З-ОПК-1, У-ОПК-1, В-ОПК-1, З-ОПК-2, У-ОПК-2,

							В-ОПК-2, З-ОПК-2, У-ОПК-2, В-ОПК-2, З-ОПК-3, У-ОПК-3, В-ОПК-3, З-ОПК-3, У-ОПК-3, В-ОПК-3, З-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, З-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4, З-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5, З-ПК-6, У-ПК-6, В-ПК-6, З-ПК-7, У-ПК-7, В-ПК-7, З-ПК-8, У-ПК-8, В-ПК-8, З-ПК-10, У-ПК-10, В-ПК-10, З-ПК-13, У-ПК-13, В-ПК-13
2	Взаимодействие частиц и излучения с веществом. Ядерные реакции и радиоактивность. Деление ядер и термоядерный синтез.	9-16	16/16/0	к.р-16 (25)	25	КИ-16	З-ОПК-1, У-ОПК-1, В-ОПК-1, З-ОПК-1, У-ОПК-1, В-ОПК-1, З-ОПК-2, У-ОПК-2, В-ОПК-2, З-ОПК-2, У-ОПК-2, В-ОПК-2, З-ОПК-3, У-ОПК-3, В-ОПК-3, З-ОПК-3, У-ОПК-3, В-ОПК-3,

							З-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, З-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4, З-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5, З-ПК-6, У-ПК-6, В-ПК-6, З-ПК-7, У-ПК-7, В-ПК-7, З-ПК-8, У-ПК-8, В-ПК-8, З-ПК-10, У-ПК-10, В-ПК-10, З-ПК-13, У-ПК-13, В-ПК-13
	Итого за 1 Семестр		32/32/0		50		
	Контрольные мероприятия за 1 Семестр				50	Э	З-ОПК-1, У-ОПК-1, В-ОПК-1, З-ОПК-1, У-ОПК-1, В-ОПК-1, З-ОПК-2, У-ОПК-2, В-ОПК-2, З-ОПК-2, У-ОПК-2, В-ОПК-2, З-ОПК-3, У-ОПК-3, В-ОПК-3, З-ОПК-3, У-ОПК-3, В-ОПК-3, З-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, З-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4, З-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5,

							З-ПК-6, У-ПК-6, В-ПК-6, З-ПК-7, У-ПК-7, В-ПК-7, З-ПК-8, У-ПК-8, В-ПК-8, З-ПК-10, У-ПК-10, В-ПК-10, З-ПК-13, У-ПК-13, В-ПК-13

* – сокращенное наименование формы контроля

** – сумма максимальных баллов должна быть равна 100 за семестр, включая зачет и (или) экзамен

Сокращение наименований форм текущего контроля и аттестации разделов:

Обозначение	**Полное наименование**
к.р	Контрольная работа
КИ	Контроль по итогам
Э	Экзамен

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недели	**Темы занятий / Содержание**	**Лек., час.**	**Пр./сем., час.**	**Лаб., час.**
	1 Семестр	32	32	0
1-8	**Характеристики атомных ядер. Ядерные силы. Модели атомных ядер.**	16	16	0
1	**Основные представления ядерной физики.** Закономерности квантовой механики. Единицы измерения. Масштабы величин в ядерной физике. Релятивистские формулы для свободных частиц.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
2	**Основные представления ядерной физики.** Виды взаимодействий в природе. Константы взаимодействия. Стандартная модель элементарных частиц.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
3	**Основные статические характеристики атомных ядер.** Основные статические характеристики атомных ядер. Единицы измерения масс. Методы измерения масс ядер. Массовое число. Изотопы. Энергия связи ядра.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
4	**Основные статические характеристики атомных ядер.** Удельная энергия связи. Спин и магнитный момент ядер. Изотопический спин. Электрические и магнитные моменты нуклонов и ядер.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0

5	**Ядерные силы.** Ядерные силы. Свойства ядерных сил. Центральные и тензорные силы. Мезонная теория ядерных сил. Обменный потенциал и насыщение. Адронные процессы при сверхвысоких энергиях.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
6	**Модели атомных ядер.** Модели атомных ядер. Капельная модель ядра. Формула для вычисления энергии связи ядер. Область применения модели.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
7	**Модели атомных ядер.** Модель Ферми-газа. Оболочечная модель ядра. Вычисление спина и четности для основного состояния ядер.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
8	**Модели атомных ядер.** Обобщенная модель. Вращательные уровни. Деформированные ядра.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
9-16	**Взаимодействие частиц и излучения с веществом. Ядерные реакции и радиоактивность. Деление ядер и термоядерный синтез.**	16	16	0
9	**Взаимодействие частиц и излучения с веществом.** Взаимодействие заряженных частиц с веществом. Ионизационные потери энергии заряженных частиц. Дельта электроны. Многократное рассеяние заряженных частиц. Тормозное излучение. Потери энергии на тормозное излучение. Критическая энергия и радиационная единица длины.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
10	**Взаимодействие частиц и излучения с веществом.** Черенковское излучение и его характеристики. Применение для регистрации частиц. Переходное излучение. Циклотронное и синхротронное излучения.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
11	**Взаимодействие частиц и излучения с веществом.** Взаимодействие гамма квантов с веществом. Фотоэффект. Комптон-эффект. Рождение электрон-позитронных пар частиц. Сечение рождения пар. Поглощение гамма квантов в веществе.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
12	**Ядерные реакции и радиоактивность.** Ядерные реакции. Законы сохранения. Механизмы и модели ядерных реакций. Модель составного ядра. Взаимодействие нейтронов низких энергий с ядрами. Формула Брейта-Вигнера. Нуклон-нуклонные взаимодействия.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
13	**Ядерные реакции и радиоактивность.** Прямые ядерные реакции. Фотоядерные реакции. Внутренняя конверсия. Фотоядерные реакции, Мультипольные переходы и правила отбора для гамма-излучения. Резонансное взаимодействие фотонов с ядрами. Гигантский резонанс.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
14	**Ядерные реакции и радиоактивность.** Радиоактивность. Ядерные распады. Законы радиоактивного распада. Трансурановые элементы.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		

	Альфа-распад.	0	0	0
15	**Ядерные реакции и радиоактивность.** Бета-распад. Несохранение пространственной четности. Гамма-излучение ядер. Эффект Мёссбауэра.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
16	**Деление ядер и термоядерный синтез.** Деление ядер. Спонтанное и вынужденное деление. Массовое и угловое распределение осколков. Испускаемые частицы. Ядерная энергетика. Термоядерный синтез.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0

Сокращенные наименования онлайн опций:

Обозначение	**Полное наименование**
ЭК	Электронный курс
ПМ	Полнотекстовый материал
ПЛ	Полнотекстовые лекции
ВМ	Видео-материалы
АМ	Аудио-материалы
Прз	Презентации
Т	Тесты
ЭСМ	Электронные справочные материалы
ИС	Интерактивный сайт

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Преподавание дисциплины основано на традиционной технологии: чтение лекций, проведение семинаров по каждой теме и контрольные работы в качестве тестирования степени усвоения материала, выборочный контроль; экзамен.

6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения представлена в следующей таблице:

Компетенция	**Индикаторы освоения**	**Аттестационное мероприятие (КП 1)**
ОПК-1	З-ОПК-1	Э, КИ-8, КИ-16, к.р-8, к.р-16
	У-ОПК-1	Э, КИ-8, КИ-16, к.р-8, к.р-16
	В-ОПК-1	Э, КИ-8, КИ-16, к.р-8, к.р-16
ОПК-2	З-ОПК-2	Э, КИ-8, КИ-16, к.р-8, к.р-16
	У-ОПК-2	Э, КИ-8, КИ-16, к.р-8, к.р-16
	В-ОПК-2	Э, КИ-8, КИ-16, к.р-8, к.р-16
ОПК-3	З-ОПК-3	Э, КИ-8, КИ-16, к.р-8, к.р-16
	У-ОПК-3	Э, КИ-8, КИ-16, к.р-8, к.р-16
	В-ОПК-3	Э, КИ-8, КИ-16, к.р-8, к.р-16

ПК-10	З-ПК-10	Э, КИ-8, КИ-16, к.р-8, к.р-16
	У-ПК-10	Э, КИ-8, КИ-16, к.р-8, к.р-16
	В-ПК-10	Э, КИ-8, КИ-16, к.р-8, к.р-16
ПК-13	З-ПК-13	Э, КИ-8, КИ-16, к.р-8, к.р-16
	У-ПК-13	Э, КИ-8, КИ-16, к.р-8, к.р-16
	В-ПК-13	Э, КИ-8, КИ-16, к.р-8, к.р-16
ПК-3	З-ПК-3	Э, КИ-8, КИ-16, к.р-8, к.р-16
	У-ПК-3	Э, КИ-8, КИ-16, к.р-8, к.р-16
	В-ПК-3	Э, КИ-8, КИ-16, к.р-8, к.р-16
ПК-4	З-ПК-4	Э, КИ-8, КИ-16, к.р-8, к.р-16
	У-ПК-4	Э, КИ-8, КИ-16, к.р-8, к.р-16
	В-ПК-4	Э, КИ-8, КИ-16, к.р-8, к.р-16
ПК-5	З-ПК-5	Э, КИ-8, КИ-16, к.р-8, к.р-16
	У-ПК-5	Э, КИ-8, КИ-16, к.р-8, к.р-16
	В-ПК-5	Э, КИ-8, КИ-16, к.р-8, к.р-16
ПК-6	З-ПК-6	Э, КИ-8, КИ-16, к.р-8, к.р-16
	У-ПК-6	Э, КИ-8, КИ-16, к.р-8, к.р-16
	В-ПК-6	Э, КИ-8, КИ-16, к.р-8, к.р-16
ОПК-1	З-ОПК-1	Э, КИ-8, КИ-16, к.р-8, к.р-16
	У-ОПК-1	Э, КИ-8, КИ-16, к.р-8, к.р-16
	В-ОПК-1	Э, КИ-8, КИ-16, к.р-8, к.р-16
ОПК-2	З-ОПК-2	Э, КИ-8, КИ-16, к.р-8, к.р-16
	У-ОПК-2	Э, КИ-8, КИ-16, к.р-8, к.р-16
	В-ОПК-2	Э, КИ-8, КИ-16, к.р-8, к.р-16
ОПК-3	З-ОПК-3	Э, КИ-8, КИ-16, к.р-8, к.р-16
	У-ОПК-3	Э, КИ-8, КИ-16, к.р-8, к.р-16
	В-ОПК-3	Э, КИ-8, КИ-16, к.р-8, к.р-16
ПК-7	З-ПК-7	Э, КИ-8, КИ-16, к.р-8, к.р-16
	У-ПК-7	Э, КИ-8, КИ-16, к.р-8, к.р-16
	В-ПК-7	Э, КИ-8, КИ-16, к.р-8, к.р-16
ПК-8	З-ПК-8	Э, КИ-8, КИ-16, к.р-8, к.р-16
	У-ПК-8	Э, КИ-8, КИ-16, к.р-8, к.р-16
	В-ПК-8	Э, КИ-8, КИ-16, к.р-8, к.р-16

Шкалы оценки образовательных достижений

Шкала каждого контрольного мероприятия лежит в пределах от 0 до установленного максимального балла включительно. Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего и промежуточного контроля.

Итоговая оценка выставляется в соответствии со следующей шкалой:

<table>
<tr><th>Сумма баллов</th><th>Оценка по 4-х балльной шкале</th><th>Отметка о зачете</th><th>Оценка ECTS</th></tr>
<tr><td>90-100</td><td>5 – «отлично»</td><td rowspan="6">«зачтено»</td><td>A</td></tr>
<tr><td>85-89</td><td rowspan="3">4 – «хорошо»</td><td>B</td></tr>
<tr><td>75-84</td><td>C</td></tr>
<tr><td>70-74</td><td rowspan="2">D</td></tr>
<tr><td>65-69</td><td>3 – «удовлетворительно»</td></tr>
</table>

60-64			E
ниже 60	2 – «*неудовлетворительно*»	*«не зачтено»*	F

Оценка «отлично» соответствует глубокому и прочному освоению материала программы обучающимся, который последовательно, четко и логически стройно излагает свои ответы, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответах материалы монографической литературы.

Оценка «хорошо» соответствует твердым знаниям материала обучающимся, который грамотно и, по существу, излагает свои ответы, не допуская существенных неточностей.

Оценка «удовлетворительно» соответствует базовому уровню освоения материала обучающимся, при котором освоен основной материал, но не усвоены его детали, в ответах присутствуют неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности.

Отметка «зачтено» соответствует, как минимум, базовому уровню освоения материала программы, при котором обучающийся владеет необходимыми знаниями, умениями и навыками, умеет применять теоретические положения для решения типовых практических задач.

Оценку «неудовлетворительно» / отметку «не зачтено» получает обучающийся, который не знает значительной части материала программы, допускает в ответах существенные ошибки, не выполнил все обязательные задания, предусмотренные программой. Как правило, такие обучающиеся не могут продолжить обучение без дополнительных занятий.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. ЭИ Я 79 Nuclear English : учебное пособие, Ярыгина Т.Б., Москва: НИЯУ МИФИ, 2024

2. ЭИ Б 42 Атомная и ядерная физика: радиоактивность и ионизирующие излучения : учебник для вузов, Бекман И. Н., Москва: Юрайт, 2025

3. ЭИ С 14 Ядерная физика : учебник для вузов, Сазонов А. Б., Москва: Юрайт, 2025

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. ЭИ Т16 Fundamentals of Nuclear Physics : , Takigawa, Noboru. , Washiyama, Kouhei. , Tokyo: Springer Japan, 2017

2. ЭИ Р93 Problem book for the course Nuclear Physics : Educational edition, Barbashina N.S. [и др.], Moscow: National Research Nuclear University MEPhI, 2020

3. 53 К17 Основы физики Т.3 Упражнения и задачи, Калашников Н.П., Москва: Лаборатория знаний, 2019

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

Специальное программное обеспечение не требуется

LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

1. ScienceDirect is a leading full-text scientific database offering journal articles and book chapters (http://www.sciencedirect.com/science/journals/)

2. Nature Publishing Group (NPG) (http://www.nature.com/)

3. Springer. Providing researchers with access to millions of scientific documents from journals, books (http://link.springer.com/)

4. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU. (http://elibrary.ru/)

5. Электронная библиотека НИЯУ МИФИ (www.library.mephi.ru)

https://online.mephi.ru/

http://library.mephi.ru/

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Специальное материально-техническое обеспечение не требуется

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ

В силу большого объема изучаемого материала и ограниченного количества занятий работа студента над заданиями во многом должна быть самостоятельной. Допускается использование любой литературы и Интернет-ресурсов. Одобряется обращаться к преподавателю за консультациями.

Рабочей программой дисциплины «Ядерная физика» предусмотрена самостоятельная работа студентов. Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- изучение отдельных разделов тем дисциплины по материалам лекции и рекомендованной литературе;
- подготовку к практическим занятиям;
- работу с Интернет-источниками;
- подготовку к различным формам контроля.

Программой дисциплины предусмотрено решение задач в рамках Домашних заданий.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение настоящей дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе.

По каждой из тем для самостоятельного изучения, приведенных в рабочей программе данной дисциплины следует сначала прочитать рекомендованную литературу и при

необходимости составить краткий конспект основных положений, терминов, сведений, требующих запоминания и являющихся основополагающими в этой теме и для освоения последующих разделов курса.

Для расширения знаний по дисциплине рекомендуется использовать Интернет-ресурсы: проводить поиск в различных системах и использовать материалы сайтов, рекомендованных преподавателем на лекционных занятиях.

Материалы, используемые при контроле знаний студентов

1. Контрольный опрос по домашнему заданию.
2. Проверка и приём домашних заданий на 16-й неделе.
3. Проведение контрольных работ по каждому разделу курса.
3. Устный опрос на семинаре.

10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

Цель курса – познакомить с идеями и методами ядерной физики; выработать у студентов навыки научно-исследовательского подхода к решению практических задач по ядерной физике, возникающих в процессе проведения ядерно-физического эксперимента.

Многие из магистрантов закончили региональные университеты, в которых уровень преподавания атомно-ядерной физики в рамках Курса общей физики сильно отличается от стандарта НИЯУ МИФИ. Поэтому необходимо особое внимание уделить вводным разделам, посвященным понятиям квантовой механики и атомной физики. В связи с этим необходимо сделать упор на изложении материала в приложении к задачам классического курса «Ядерной физики». Лекции должны сопровождаться наглядным иллюстративным материалом, в частности, с использованием компьютерных презентаций. Следует уделить особое внимание практическим расчетам, выполняемым самими студентами при работе над текущими заданиями. Допускается использование студентами справочных материалов, необходимых для проведения численных расчетов. Формулировку практических заданий следует выполнять подробно, а так же допускать использование интернет-ресурсов при работе над заданиями.

Автор(ы):

Дмитриева Анна Николаевна, к.ф.-м.н.

Яшин Игорь Иванович, д.ф.-м.н., профессор