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

ТАШКЕНТСКИЙ ФИЛИАЛ НИЯУ МИФИ (ТФ НИЯУ МИФИ)

ОДОБРЕНО

УМС ТФ НИЯУ МИФИ

Протокол № 1 от 04.02.2026 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

МОДЕЛИРОВАНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ УСТАНОВОК И ЭКСПЕРИМЕНТОВ

Направление подготовки (специальность) [1] 14.04.02 Ядерные физика и технологии

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**
3	2	72	32	16	0		24	0	З
Итого	2	72	32	16	0	16	24	0	

АННОТАЦИЯ

В процессе освоения учебной дисциплины «Моделирование физических установок и экспериментов» проводится изучение основных методов и приемов моделирования методом Монте-Карло экспериментов ядерной физики и физики частиц с использованием библиотеки GEANT4, приобретение навыков и умений в области методики коллективного программирования.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Цели освоения дисциплины «Моделирование физических установок и экспериментов»:

1. Изучение:

• методов моделирования основных типов распределений;

• основных приемов моделирования методом Монте-Карло экспериментов ядерной физики и физики частиц;

• использования библиотеки GEANT4.

2. Выработка умений и навыков:

• моделирования свойств элементарных частиц;

• моделирования свойств и проявлений сильных, слабых и электромагнитных взаимодействий в микромире;

• коллективного программирования;

• работы со специальной научной литературой.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Учебная дисциплина «Моделирование физических установок и экспериментов» входит в программу подготовки магистров по направлению 14.04.02 «Ядерная физика и технологии».

Для изучения дисциплины студент должен обладать знаниями, полученными при изучении курсов «Основы программирования», «Экспериментальная ядерная физика», «Методы обработки результатов измерений», «Основы фундаментальных взаимодействий».

3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Универсальные и(или) общепрофессиональные компетенции:

Код и наименование компетенции	**Код и наименование индикатора достижения компетенции**
УК-3 [1] – Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели	З-УК-3 [1] – Знать: методики формирования команд; методы эффективного руководства коллективами; основные теории лидерства и стили руководства У-УК-3 [1] – Уметь: разрабатывать план групповых и организационных коммуникаций при подготовке и выполнении проекта; сформулировать задачи членам команды для достижения поставленной цели; разрабатывать командную стратегию; применять

	эффективные стили руководства командой для достижения поставленной цели В-УК-3 [1] – Владеть: умением анализировать, проектировать и организовывать межличностные, групповые и организационные коммуникации в команде для достижения поставленной цели; методами организации и управления коллективом
УК-4 [1] – Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия	З-УК-4 [1] – Знать: правила и закономерности личной и деловой устной и письменной коммуникации; современные коммуникативные технологии на русском и иностранном языках; существующие профессиональные сообщества для профессионального взаимодействия У-УК-4 [1] – Уметь: применять на практике коммуникативные технологии, методы и способы делового общения для академического и профессионального взаимодействия В-УК-4 [1] – Владеть: методикой межличностного делового общения на русском и иностранном языках, с применением профессиональных языковых форм, средств и современных коммуникативных технологий
УК-6 [1] – Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки	З-УК-6 [1] – Знать: методики самооценки, самоконтроля и саморазвития с использованием подходов здоровьесбережения У-УК-6 [1] – Уметь: решать задачи собственного личностного и профессионального развития, определять и реализовывать приоритеты совершенствования собственной деятельности; применять методики самооценки и самоконтроля; применять методики, позволяющие улучшить и сохранить здоровье в процессе жизнедеятельности В-УК-6 [1] – Владеть: технологиями и навыками управления своей познавательной деятельностью и ее совершенствования на основе самооценки, самоконтроля и принципов самообразования в течение всей жизни, в том числе с использованием здоровьесберегающих подходов и методик

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 в	атомное ядро, элементарные частицы	ПК-38.1 [1] - Способен к научным	З-ПК-38.1[1] - Знать методы исследований

области физики элементарных частиц, экспериментальной ядерной физики и космофизики, самостоятельное решение поставленной задачи с выбором необходимых средств, готовность к самостоятельной формулировке задач;	и плазма, конденсированное состояние вещества, лазеры и их применения, ядерные реакторы, материалы ядерных реакторов, ядерные материалы и системы обеспечения их безопасности, ускорители заряженных частиц, современная электронная схемотехника, электронные системы ядерных и физических установок, системы автоматизированного управления ядерно-физическими установками;	исследованиям в области физики элементарных частиц, экспериментальной ядерной физики и космофизики, к самостоятельному решению поставленной задачи с выбором необходимых средств, готовность к самостоятельной формулировке задач; *Основание:* Профессиональный стандарт: 40.011	в области физики элементарных частиц, экспериментальной ядерной физики и космофизики; У-ПК-38.1[1] - Уметь самостоятельно решать задачи, связанные с исследованиями в области физики элементарных частиц, экспериментальной ядерной физики и космофизики, с выбором необходимых средств, а так же самостоятельно формулировать задачи;; В-ПК-38.1[1] - Владеть методами исследований в области физики элементарных частиц, экспериментальной ядерной физики и космофизики
применение детекторов и установок в области физики элементарных частиц, их разработка и оптимизация;	атомное ядро, элементарные частицы и плазма, конденсированное состояние вещества, лазеры и их применения, ядерные реакторы, материалы ядерных реакторов, ядерные материалы и системы обеспечения их безопасности, ускорители заряженных частиц, современная электронная схемотехника, электронные системы ядерных и физических установок, системы	ПК-38.2 [1] - Способен работать с детекторами и установками в области физики элементарных частиц, над их разработкой и оптимизацией; *Основание:* Профессиональный стандарт: 40.011	З-ПК-38.2[1] - Знать методы работы с детекторами и установками в области физики элементарных частиц, а так же методы их разработки и оптимизации;; У-ПК-38.2[1] - Уметь применять детекторы и установки в области физики элементарных частиц, а так же разрабатывать их и оптимизировать;; В-ПК-38.2[1] - Владеть методами

	автоматизированного управления ядерно-физическими установками;		работы с детекторами и установками в области физики элементарных частиц, а так же методами их разработки и оптимизации;
физический анализ процессов взаимодействия элементарных частиц, их эффектов в ранней и современной Вселенной;	атомное ядро, элементарные частицы и плазма, конденсированное состояние вещества, лазеры и их применения, ядерные реакторы, материалы ядерных реакторов, ядерные материалы и системы обеспечения их безопасности, ускорители заряженных частиц, современная электронная схемотехника, электронные системы ядерных и физических установок, системы автоматизированного управления ядерно-физическими установками;	ПК-38.3 [1] - Способен к физическому анализу процессов взаимодействия элементарных частиц, их эффектов в ранней и современной Вселенной; *Основание:* Профессиональный стандарт: 40.011	З-ПК-38.3[1] - Знать методы физического анализа процессов взаимодействия элементарных частиц, их эффектов в ранней и современной Вселенной;; У-ПК-38.3[1] - Уметь выполнять физический анализ процессов взаимодействия элементарных частиц, их эффектов в ранней и современной Вселенной;; В-ПК-38.3[1] - Владеть методами физического анализа процессов взаимодействия элементарных частиц, их эффектов в ранней и современной Вселенной;
применение программного обеспечения и его разработка для численных предсказаний (моделирования), обработки и анализа экспериментальных данных в области физики элементарных частиц, экспериментальной	математические модели для теоретического и экспериментального исследований явлений и закономерностей в области физики; ядра, частиц, плазмы, конденсированного состояния вещества, ядерных реакторов, распространения и взаимодействия излучения с объектами	ПК-38.4 [1] - Способен к работе с программным обеспечением и его разработке для численных предсказаний (моделирования), обработки и анализа экспериментальных данных в области физики элементарных частиц, экспериментальной	З-ПК-38.4[1] - Знать методы работы с программным обеспечением и его разработки для численных предсказаний (моделирования), обработки и анализа экспериментальных данных в области физики элементарных частиц,

ядерной физики и космофизики;	живой и неживой природы,	ядерной физики и космофизики; *Основание:* Профессиональный стандарт: 40.011	экспериментальной ядерной физики и космофизики;; У-ПК-38.4[1] - Уметь применять программное обеспечение и выполнять его разработку для численных предсказаний (моделирования), обработки и анализа экспериментальных данных в области физики элементарных частиц, экспериментальной ядерной физики и космофизики;; В-ПК-38.4[1] - Владеть методами работы с программным обеспечением и его разработки для численных предсказаний (моделирования), обработки и анализа экспериментальных данных в области физики элементарных частиц, экспериментальной ядерной физики и космофизики;
производственно-технологический			
решение инженерно-физических и экономических задач с помощью пакетов прикладных программ;	атомное ядро, элементарные частицы и плазма, конденсированное состояние вещества, лазеры и их применения, ядерные реакторы, материалы ядерных реакторов, ядерные материалы и системы обеспечения их безопасности,	ПК-38.10 [1] - Способен применять современное программное обеспечение при выполнении расчётных, проектно-конструкторских работ и обработке результатов в области профессиональной деятельности, базовые	З-ПК-38.10[1] - Знать современное программное обеспечение для выполнения расчётных, проектно-конструкторских работ и обработки результатов в области профессиональной деятельности,

	ускорители заряженных частиц, современная электронная схемотехника, электронные системы ядерных и физических установок, системы автоматизированного управления ядерно-физическими установками;	языки программирования при разработке прикладного программного обеспечения *Основание:* Профессиональный стандарт: 40.011	базовые языки программирования для разработки прикладного программного обеспечения; У-ПК-38.10[1] - Уметь применять современное программное обеспечение при выполнении расчётных, проектно-конструкторских работ и обработке результатов в области профессиональной деятельности, базовые языки программирования при разработке прикладного программного обеспечения; В-ПК-38.10[1] - Владеть современным программным обеспечением для выполнения расчётных, проектно-конструкторских работ и обработки результатов в области профессиональной деятельности, базовыми языками программирования для разработки прикладного программного обеспечения
решение инженерно-физических и экономических задач с помощью пакетов прикладных программ;	атомное ядро, элементарные частицы и плазма, конденсированное состояние вещества, лазеры и их применения, ядерные реакторы, материалы	ПК-10 [1] - Способен решать инженерно-физические и экономические задачи с помощью пакетов прикладных программ *Основание:*	З-ПК-10[1] - Знать основные пакеты прикладных программ для решения инженерно-физических и экономических задач ;

	ядерных реакторов, ядерные материалы и системы обеспечения их безопасности, ускорители заряженных частиц, современная электронная схемотехника, электронные системы ядерных и физических установок, системы автоматизированного управления ядерно-физическими установками;	Профессиональный стандарт: 40.011	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
проектный			
проведение расчетов и проектирование физических установок и приборов с использованием современных информационных технологий;	математические модели для теоретического и экспериментального исследований явлений и закономерностей в области физики; ядра, частиц, плазмы, конденсированного состояния вещества, ядерных реакторов, распространения и взаимодействия излучения с объектами живой и неживой природы,	ПК-38.5 [1] - Способен проводить проектирование детекторов и установок, а также на концептуальном уровне самих экспериментов в области физики высоких энергий, космофизики и астрофизики; *Основание:* Профессиональный стандарт: 40.011	З-ПК-38.5[1] - Знать методы проектирования детекторов и установок, а также на концептуальном уровне самих экспериментов в области физики высоких энергий, космофизики и астрофизики;; У-ПК-38.5[1] - Уметь проводить проектирование детекторов и установок, а также на концептуальном уровне самих экспериментов в области физики высоких энергий, космофизики и астрофизики;; В-ПК-38.5[1] - Владеть методами проектирования детекторов и установок, а также на концептуальном уровне самих экспериментов в области физики высоких энергий, космофизики и

			астрофизики;
проведение расчетов и проектирование физических установок и приборов с использованием современных информационных технологий;	математические модели для теоретического и экспериментального исследований явлений и закономерностей в области физики; ядра, частиц, плазмы, конденсированного состояния вещества, ядерных реакторов, распространения и взаимодействия излучения с объектами живой и неживой природы,	ПК-5 [1] - Способен проводить расчет и проектирование физических установок и приборов с использованием современных информационных технологий *Основание:* Профессиональный стандарт: 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 используемые при моделировании физических процессов и установок; В-ПК-5[1] - Владеть стандартными прикладными пакетами используемыми при моделировании физических процессов и установок
экспертный			
оценка соответствия предлагаемого решения достигнутому мировому уровню;	разработка и технологии применения приборов и установок для анализа веществ, радиационное воздействие ионизирующих излучений на человека и окружающую среду, радиационные технологии в медицине;	ПК-38.7 [1] - Способен провести общую проверку предлагаемому решению, гипотезе в области экспериментальной ядерной физики и космофизики; *Основание:* Профессиональный стандарт: 40.011	З-ПК-38.7[1] - Знать методы проверки предлагаемых решений, гипотез в области экспериментальной ядерной физики и космофизики;; У-ПК-38.7[1] - Уметь проводить общую проверку предлагаемого решения, гипотезы в области экспериментальной ядерной физики и космофизики;; В-ПК-38.7[1] - Владеть методами проверки предлагаемых решений, гипотез в

			области экспериментальной ядерной физики и космофизики;
педагогический			
использование учебно-методической литературы, лабораторного оборудования и программного обеспечения для проведения лекций, практических и лабораторных занятий;	атомное ядро, элементарные частицы и плазма, конденсированное состояние вещества, лазеры и их применения, ядерные реакторы, материалы ядерных реакторов, ядерные материалы и системы обеспечения их безопасности, ускорители заряженных частиц, современная электронная схемотехника, электронные системы ядерных и физических установок, системы автоматизированного управления ядерно-физическими установками;	ПК-8 [1] - Способен использовать учебно-методическую литературу, лабораторное оборудование и программное обеспечение для проведения лекций, практических и лабораторных занятий *Основание:* Профессиональный стандарт: 40.011	З-ПК-8[1] - Знать перечень реферативных баз данных по учебно-методической литературе ; У-ПК-8[1] - Уметь использовать лабораторное оборудование и программное обеспечение для проведения лекций, практических и лабораторных занятий; В-ПК-8[1] - Владеть методиками проведения лекций, практических и лабораторных занятий
инновационный			
проектирование, создание и внедрение новых продуктов и систем, применение теоретических знания в реальной инженерной практике;	разработка и технологии применения приборов и установок для анализа веществ, радиационное воздействие ионизирующих излучений на человека и окружающую среду, радиационные технологии в медицине;	ПК-13 [1] - Способен проектировать, создавать и внедрять новые продукты и системы и применять теоретические знания в реальной инженерной практике *Основание:* Профессиональный стандарт: 40.011	З-ПК-13[1] - Знать математические 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
	3 Семестр						
1	Часть 1	1-8	16/8/0		25	КИ-8	З-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5, З-ПК-8, У-ПК-8, В-ПК-8, З-ПК-10, У-ПК-10, В-ПК-10, З-ПК-38.1, У-ПК-38.1, В-ПК-38.1, З-ПК-38.10, У-ПК-38.10, В-ПК-38.10, З-ПК-38.2, У-ПК-38.2, В-ПК-38.2, З-ПК-38.3, У-ПК-38.3, В-ПК-38.3, З-ПК-38.4, У-ПК-38.4, В-ПК-38.4, З-ПК-38.5, У-ПК-38.5, В-ПК-38.5, З-ПК-38.7, У-ПК-38.7, В-ПК-38.7, З-ПК-13, У-ПК-13,

							В-ПК-13, З-УК-3, У-УК-3, В-УК-3, З-УК-4, У-УК-4, В-УК-4, З-УК-6, У-УК-6, В-УК-6
2	Часть 2	9-16	16/8/0		25	КИ-16	З-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5, З-ПК-8, У-ПК-8, В-ПК-8, З-ПК-10, У-ПК-10, В-ПК-10, З-ПК-38.1, У-ПК-38.1, В-ПК-38.1, З-ПК-38.10, У-ПК-38.10, В-ПК-38.10, З-ПК-38.2, У-ПК-38.2, В-ПК-38.2, З-ПК-38.3, У-ПК-38.3, В-ПК-38.3, З-ПК-38.4, У-ПК-38.4, В-ПК-38.4, З-ПК-38.5, У-ПК-38.5, В-ПК-38.5, З-ПК-38.7, У-ПК-38.7, В-ПК-38.7, З-ПК-13, У-ПК-13, В-ПК-13, З-УК-3, У-УК-3, В-УК-3, З-УК-4, У-УК-4, В-УК-4, З-УК-6, У-УК-6, В-УК-6

	Итого за 3 Семестр		32/16/0		50		
	Контрольные мероприятия за 3 Семестр				50	З	З-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5, З-ПК-8, У-ПК-8, В-ПК-8, З-ПК-10, У-ПК-10, В-ПК-10, З-ПК-38.1, У-ПК-38.1, В-ПК-38.1, З-ПК-38.10, У-ПК-38.10, В-ПК-38.10, З-ПК-38.2, У-ПК-38.2, В-ПК-38.2, З-ПК-38.3, У-ПК-38.3, В-ПК-38.3, З-ПК-38.4, У-ПК-38.4, В-ПК-38.4, З-ПК-38.5, У-ПК-38.5, В-ПК-38.5, З-ПК-38.7, У-ПК-38.7, В-ПК-38.7, З-ПК-13, У-ПК-13, В-ПК-13, З-УК-3, У-УК-3, В-УК-3, З-УК-4, У-УК-4, В-УК-4, З-УК-6, У-УК-6, В-УК-6

* – 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**
КИ	Контроль по итогам
З	Зачет

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недели	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем., час.	Лаб., час.
	3 Семестр	32	16	0
1-8	**Часть 1**	16	8	0
1	**Общая схема моделирования. Обобщенная структура программы.** Общая схема моделирования. Обобщенная структура программы.	Всего аудиторных часов		
		4	0	0
		Онлайн		
		0	0	0
2	**Характеристика библиотеки GEANT4, основные термины и понятия.** Характеристика библиотеки GEANT4, основные термины и понятия.	Всего аудиторных часов		
		4	0	0
		Онлайн		
		0	0	0
3	**Физические процессы и перенос частиц.** Физические процессы и перенос частиц.	Всего аудиторных часов		
		4	0	0
		Онлайн		
		0	0	0
4	**Правила создания простейшей программы.** Правила создания простейшей программы.	Всего аудиторных часов		
		4	0	0
		Онлайн		
		0	0	0
5	**Определение набора материалов установки.** Определение набора материалов установки.	Всего аудиторных часов		
		0	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
6	**Простейшие формы частей установки.** Простейшие формы частей установки.	Всего аудиторных часов		
		0	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
7	**Сложные формы частей установки.** Сложные формы частей установки.	Всего аудиторных часов		
		0	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
8	**Особенности отладки геометрии.** Особенности отладки геометрии.	Всего аудиторных часов		
		0	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
9-16	**Часть 2**	16	8	0
9	**Интерфейс пользователя.** Интерфейс пользователя.	Всего аудиторных часов		
		2	0	0
		Онлайн		
		0	0	0
10	**Графический интерфейс.** Графический интерфейс.	Всего аудиторных часов		
		4	0	0
		Онлайн		
		0	0	0
11	**Обзор типичных ошибок в написании программ.**	Всего аудиторных часов		

	Обзор типичных ошибок в написании программ.	2	0	0
		Онлайн		
		0	0	0
12	**Оптимизация программ.** Оптимизация программ.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
13	**Типы физических процессов и частиц.** Типы физических процессов и частиц.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
14	**Реализация электромагнитных и ядерных процессов.** Реализация электромагнитных и ядерных процессов.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
15	**Распад частиц.** Распад частиц.	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

ТЕМЫ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

Недели	**Темы занятий / Содержание**
	3 Семестр
	1. Моделирование распределения Пуассона. 1. Моделирование распределения Пуассона.
	2. Моделирование общего распределения. 2. Моделирование общего распределения.
	3. Моделирование распределения Гаусса. 3. Моделирование распределения Гаусса.
	4. Моделирование Комптон-эффекта. 4. Моделирование Комптон-эффекта.
	5. Моделирование гамма-спектрометра. 5. Моделирование гамма-спектрометра.

ТЕМЫ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

Недели	**Темы занятий / Содержание**

	3 Семестр
	1. Моделирование дискретных случайных величин. 1. Моделирование дискретных случайных величин.
	2. Моделирование непрерывных случайных величин. 2. Моделирование непрерывных случайных величин.
	3. Метод суперпозиции. 3. Метод суперпозиции.
	4. Метод исключения. 4. Метод исключения.
	5. Замена переменных. 5. Замена переменных.
	6. Многомерные распределения 6. Многомерные распределения
	7. Длина пробега в неоднородной среде. 7. Длина пробега в неоднородной среде.
	8. Общая схема моделирования. 8. Общая схема моделирования.

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Курс состоит из трёх разных форм обучения: лекции, семинары и лабораторные работы. Лекции проводятся с использованием современных технологий, в т.ч. мультимедийных. На семинарских занятиях студенты решают типичные задачи по моделированию, проводится разбор практических задач. Предусмотрено обучение «в сотрудничестве» и групповая работа студентов, а также семинары-практикумы, индивидуальные и групповые консультации.

Возможно дистанционное общение со студентами.

Помимо лекций и самостоятельной работы предусмотрено использование систем проверки и контроля знаний.

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)**
ПК-10	З-ПК-10	З, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-10	З, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-10	З, КИ-8, КИ-16
ПК-38.1	З-ПК-38.1	З, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-38.1	З, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-38.1	З, КИ-8, КИ-16
ПК-38.10	З-ПК-38.10	З, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-38.10	З, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-38.10	З, КИ-8, КИ-16
ПК-38.2	З-ПК-38.2	З, КИ-8, КИ-16

	У-ПК-38.2	З, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-38.2	З, КИ-8, КИ-16
ПК-38.3	З-ПК-38.3	З, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-38.3	З, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-38.3	З, КИ-8, КИ-16
ПК-38.4	З-ПК-38.4	З, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-38.4	З, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-38.4	З, КИ-8, КИ-16
ПК-38.5	З-ПК-38.5	З, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-38.5	З, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-38.5	З, КИ-8, КИ-16
ПК-38.7	З-ПК-38.7	З, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-38.7	З, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-38.7	З, КИ-8, КИ-16
ПК-13	З-ПК-13	З, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-13	З, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-13	З, КИ-8, КИ-16
ПК-5	З-ПК-5	З, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-5	З, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-5	З, КИ-8, КИ-16
ПК-8	З-ПК-8	З, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-8	З, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-8	З, КИ-8, КИ-16
УК-3	З-УК-3	З, КИ-8, КИ-16
	У-УК-3	З, КИ-8, КИ-16
	В-УК-3	З, КИ-8, КИ-16
УК-4	З-УК-4	З, КИ-8, КИ-16
	У-УК-4	З, КИ-8, КИ-16
	В-УК-4	З, КИ-8, КИ-16
УК-6	З-УК-6	З, КИ-8, КИ-16
	У-УК-6	З, КИ-8, КИ-16
	В-УК-6	З, КИ-8, КИ-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="7">«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 rowspan="2">3 – «удовлетворительно»</td></tr>
<tr><td>60-64</td><td>E</td></tr>
</table>

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 К 89 Высшая математика. Математическое программирование : учебное пособие, Сакович В. А., Холод Н. И., Кузнецов А. В. , Санкт-Петербург: Лань, 2022

2. 539.1 М92 Экспериментальная ядерная физика Т. 1 Физика атомного ядра, Мухин К.Н., : Лань, 2008

3. 539.1 М92 Экспериментальная ядерная физика Т. 2 Физика ядерных реакций, Мухин К.Н., : Лань, 2008

4. 539.1 М92 Экспериментальная ядерная физика Т. 3 Физика элементарных частиц, Мухин К.Н., : Лань, 2008

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 53 J22 Statistical methods in experimental physics : , James F., New Jersey [and oth.]: World scientific, 2012

2. 519 Е72 Курс статистического моделирования : Учеб.пособие для вузов, Ермаков С.М., Михайлов Г.А., М.: Наука, 1976

3. 519 Е72 Метод Монте-Карло и смежные вопросы : , Ермаков С.М., М.: Наука, 1975

4. 519.2 Е72 Метод Монте-Карло и смежные вопросы : , Ермаков С.М., М.: Наука, 1971

5. 004 Б26 Фортран для профессионалов Ч.1 , Бартеньев О.В., М.: Диалог-МИФИ, 2000

6. 519 С54 Численные методы Монте-Карло : , Соболь И.М., Москва: Наука, 1973

7. 004 П44 Язык Си++ : Учеб. пособие для вузов, Подбельский В.В., М.: Финансы и статистика, 2004

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

Специальное программное обеспечение не требуется

LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

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

Студентам необходимо восстановить в памяти и самостоятельно освоить ряд разделов, чтобы:

1. Уметь составлять программы моделирования случайных величин.
2. Знать структуру библиотеки GEANT4.
3. Понимать основную терминологию.
4. Уметь составлять программы моделирования простых физических установок.

Следует обратить особое внимание на следующие разделы дисциплины:

1. Описание геометрии установки.
2. Выбор реализации физических процессов.
3. Отладка программы.

В ходе овладения дисциплиной студент должен подготовить и представить программу моделирования установки АРИНА, которая использовалась при проведении космического эксперимента.

10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

1. Необходимо обращать внимание студентов на то, что изучение курса имеет базовое значение для специалистов в области ядерной физики и космофизики.

2. Особое внимание следует обратить на знание студентами основных приемов и методов проверки гипотез и оценки параметров распределений.

3. Важнейшим аспектом курса является знание методов моделирования случайных величин, подчиняющихся заданным распределениям.

4. Важнейшим итогом курса должно стать умение студента самостоятельно разработать программу расчета основных характеристик физической установки и оценки ожидаемых результатов эксперимента.

Автор(ы):

Юркин Юрий Тихонович, к.ф.-м.н., с.н.с.