

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

ИНСТИТУТ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ

КАФЕДРА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ И КОСМОФИЗИКИ

ОДОБРЕНО УМС ИЯФИТ

Протокол № 01/08/24-573.1

от 30.08.2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

СОВРЕМЕННЫЕ ЯЗЫКИ ПРОГРАММИРОВАНИЯ И ОСНОВЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ
ДЕТЕКТОРНЫХ СИСТЕМ ИХ ПРИМЕНЕНИЕ В ЯДЕРНО- И КОСМОФИЗИЧЕСКИХ
ЭКСПЕРИМЕНТАХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПАКЕТА ПРОГРАММ GEANT4

Направление подготовки
(специальность)

[1] 14.03.02 Ядерные физика и технологии
[2] 22.03.01 Материаловедение и технологии
материалов
[3] 14.03.01 Ядерная энергетика и теплофизика

Семестр	Трудоемкость, кред.	Общий объем курса, час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	В форме практической подготовки/ В	СРС, час.	КСР, час.	Форма(ы) контроля, экс./зач./КР/КП
6	4	144	15	30	0		48	15	Э
Итого	4	144	15	30	0	0	48	15	

АННОТАЦИЯ

Изучаются основные методы и приемы программирования для решения задач моделирования процессов в физике частиц, приобретаются навыки и умение в области методики коллективного программирования, проводится ознакомление с теоретическими основами и стандартными пакетами моделирования.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Цели освоения дисциплины:

1. Изучение:

- применения объектно-ориентированного программирования;
- методов моделирования событий;
- общую схему моделирования процессов.

2. Выработка умений и навыков:

- составить программу, включающую алгоритм, реализованный в форме нескольких функций;
- составить программу, использующую стандартную библиотеку;
- моделировать события, включающие процессы в физике частиц высоких энергий.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Для изучения дисциплины студент должен обладать знаниями, полученными при изучении курсов «Основы программирования», «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-1 [1, 2, 3] – Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	З-УК-1 [1, 2, 3] – Знать: методики сбора и обработки информации; актуальные российские и зарубежные источники информации в сфере профессиональной деятельности; метод системного анализа У-УК-1 [1, 2, 3] – Уметь: применять методики поиска, сбора и обработки информации; осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников В-УК-1 [1, 2, 3] – Владеть: методами поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации; методикой системного подхода для решения поставленных задач

УК-3 [1, 2, 3] – Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде	3-УК-3 [1, 2, 3] – Знать: основные приемы и нормы социального взаимодействия; основные понятия и методы конфликтологии, технологии межличностной и групповой коммуникации в деловом взаимодействии У-УК-3 [1, 2, 3] – Уметь: устанавливать и поддерживать контакты, обеспечивающие успешную работу в коллективе; применять основные методы и нормы социального взаимодействия для реализации своей роли и взаимодействия внутри команды В-УК-3 [1, 2, 3] – Владеть: простейшими методами и приемами социального взаимодействия и работы в команде
УК-6 [1, 2, 3] – Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни	3-УК-6 [1, 2, 3] – Знать: основные приемы эффективного управления собственным временем; основные методики самоконтроля, саморазвития и самообразования на протяжении всей жизни У-УК-6 [1, 2, 3] – Уметь: эффективно планировать и контролировать собственное время; использовать методы саморегуляции, саморазвития и самообучения В-УК-6 [1, 2, 3] – Владеть: методами управления собственным временем; технологиями приобретения, использования и обновления социо-культурных и профессиональных знаний, умений, и навыков; методиками саморазвития и самообразования в течение всей жизни

4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

Направления/цели воспитания	Задачи воспитания (код)	Воспитательный потенциал дисциплин
Духовно-нравственное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование этического мышления и профессиональной ответственности ученого (В2)	1. Использование воспитательного потенциала базовых гуманитарных дисциплин. 2. Разработка новых инновационных курсов гуманитарной и междисциплинарной направленности.
Духовно-нравственное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование личностно-центрированного подхода в профессиональной коммуникации, когнитивно-поведенческих и практико-ориентированных навыков, основанных на общероссийских традиционных ценностях (В3)	1. Использование воспитательного потенциала базовых гуманитарных дисциплин. 2. Разработка новых инновационных курсов гуманитарной и междисциплинарной направленности.
Профессиональное и трудовое воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование глубокого понимания социальной роли	1.Использование воспитательного потенциала дисциплин естественнонаучного и общепрофессионального модуля для:

	профессии, позитивной и активной установки на ценности избранной специальности, ответственного отношения к профессиональной деятельности, труду (B14)	- формирования позитивного отношения к профессии инженера (конструктора, технолога), понимания ее социальной значимости и роли в обществе, стремления следовать нормам профессиональной этики посредством контекстного обучения, решения практико-ориентированных ситуационных задач. - формирования устойчивого интереса к профессиональной деятельности, способности критически, самостоятельно мыслить, понимать значимость профессии посредством осознанного выбора тематики проектов, выполнения проектов с последующей публичной презентацией результатов, в том числе обоснованием их социальной и практической значимости; - формирования навыков командной работы, в том числе реализации различных проектных ролей (лидер, исполнитель, аналитик и пр.) посредством выполнения совместных проектов. 2.Использование воспитательного потенциала дисциплины «Экономика и управление в промышленности на основе инновационных подходов к управлению конкурентоспособностью», «Юридические основы профессиональной деятельности» для: - формирования навыков системного видения роли и значимости выбранной профессии в социально-экономических отношениях через контекстное обучение
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование научного мировоззрения, культуры поиска нестандартных научно-технических/практических решений, критического отношения к исследованиям лженаучного толка (B19)	1.Использование воспитательного потенциала дисциплин/практик «Научно-исследовательская работа», «Проектная практика», «Научный семинар» для: - формирования понимания основных принципов и способов научного познания мира, развития исследовательских качеств студентов посредством их вовлечения в исследовательские проекты по областям научных

		исследований. 2.Использование воспитательного потенциала дисциплин "История науки и инженерии", "Критическое мышление и основы научной коммуникации", "Введение в специальность", "Научно-исследовательская работа", "Научный семинар" для: - формирования способности отделять настоящие научные исследования от лженаучных посредством проведения со студентами занятий и регулярных бесед; - формирования критического мышления, умения рассматривать различные исследования с экспертной позиции посредством обсуждения со студентами современных исследований, исторических предпосылок появления тех или иных открытий и теорий.
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование способности и стремления следовать в профессии нормам поведения, обеспечивающим нравственный характер трудовой деятельности и неслужебного поведения (B21)	1.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для развития навыков коммуникации, командной работы и лидерства, творческого инженерного мышления, стремления следовать в профессиональной деятельности нормам поведения, обеспечивающим нравственный характер трудовой деятельности и неслужебного поведения, ответственности за принятые решения через подготовку групповых курсовых работ и практических заданий, решение кейсов, прохождение практик и подготовку ВКР. 2.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для: - формирования производственного коллективизма в ходе совместного решения как модельных, так и практических задач, а также путем подкрепление рационально-технологических навыков взаимодействия в проектной деятельности эмоциональным эффектом успешного

		взаимодействия, ощущением роста общей эффективности при распределении проектных задач в соответствии с сильными компетентностными и эмоциональными свойствами членов проектной группы.
--	--	--

5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

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

№ п.п	Наименование раздела учебной дисциплины	Недели	Лекции/ Практи. (семинары) / Лабораторные работы, час.	Обязат. текущий контроль (форма*, неделя)	Максимальный балл за раздел**	Аттестация раздела (форма*, неделя)	Индикаторы освоения компетенции
	<i>6 Семестр</i>						
1	Часть 1	1-8	8/16/0		25	КИ-8	3-УК-1, У-УК-1, В-УК-1, 3-УК-3, У-УК-3, В-УК-3, 3-УК-6, У-УК-6, В-УК-6
2	Часть 2	9-15	7/14/0		25	КИ-15	3-УК-1, У-УК-1, В-УК-1, 3-УК-3, У-УК-3, В-УК-3, 3-УК-6, У-УК-6, В-УК-6
	<i>Итого за 6 Семестр</i>		15/30/0		50		
	Контрольные мероприятия за 6 Семестр				50	Э	3-УК-1, У-УК-1, В-УК-1, 3-УК-3, У-УК-3, В-УК-3, 3-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
Э	Экзамен

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недели	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем., час.	Лаб., час.
	<i>6 Семестр</i>	15	30	0
1-8	Часть 1	8	16	0
1	Общая схема моделирования. Обобщенная структура программы. Общая схема моделирования. Обобщенная структура программы.	Всего аудиторных часов		
		1	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
2	Характеристика библиотеки GEANT4, основные термины и понятия. Характеристика библиотеки GEANT4, основные термины и понятия.	Всего аудиторных часов		
		1	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
3	Физические процессы и перенос частиц. Физические процессы и перенос частиц.	Всего аудиторных часов		
		1	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
4	Правила создания простейшей программы. Правила создания простейшей программы.	Всего аудиторных часов		
		1	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
5	Определение набора материалов установки. Определение набора материалов установки.	Всего аудиторных часов		
		1	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
6	Простейшие формы частей установки. Простейшие формы частей установки.	Всего аудиторных часов		
		1	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
7	Сложные формы частей установки. Сложные формы частей установки.	Всего аудиторных часов		
		1	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
8	Особенности отладки геометрии. Особенности отладки геометрии.	Всего аудиторных часов		
		1	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
9-15	Часть 2	7	14	0

9	Интерфейс пользователя. Интерфейс пользователя.	Всего аудиторных часов		
		1	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
10	Графический интерфейс. Графический интерфейс.	Всего аудиторных часов		
		1	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
11	Обзор типичных ошибок в написании программ. Обзор типичных ошибок в написании программ.	Всего аудиторных часов		
		1	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
12	Оптимизация программ. Оптимизация программ.	Всего аудиторных часов		
		1	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
13	Типы физических процессов и частиц. Типы физических процессов и частиц.	Всего аудиторных часов		
		1	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
14	Реализация электромагнитных и ядерных процессов. Реализация электромагнитных и ядерных процессов.	Всего аудиторных часов		
		1	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
15	Распад частиц. Распад частиц.	Всего аудиторных часов		
		1	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
	<i>6 Семестр</i>
	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
	<i>6 Семестр</i>
	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.

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Курс состоит из разных форм обучения: активных и интерактивных. Занятия проводятся с использованием современных технологий, в т.ч. мультимедийных., LMS, электронных ресурсов. На семинарских занятиях студенты решают типичные задачи, разрабатывают программы с использованием стандартных пакетов. Предусмотрено обучение «в сотрудничестве» и групповая работа студентов, а также семинары-практикумы, индивидуальные и групповые консультации, самостоятельная работа.

7. 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)
УК-1	З-УК-1	Э, КИ-8, КИ-15
	У-УК-1	Э, КИ-8, КИ-15
	В-УК-1	Э, КИ-8, КИ-15

УК-3	З-УК-3	Э, КИ-8, КИ-15
	У-УК-3	Э, КИ-8, КИ-15
	В-УК-3	Э, КИ-8, КИ-15
УК-6	З-УК-6	Э, КИ-8, КИ-15
	У-УК-6	Э, КИ-8, КИ-15
	В-УК-6	Э, КИ-8, КИ-15

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:

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

8. 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 : , Соболев 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/>

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Специальное материально-техническое обеспечение не требуется

10. 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.

11. 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.