

ИНСТИТУТ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИХ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ  
КАФЕДРА ПРИКЛАДНОЙ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ

ОДОБРЕНО УМС ИФТИС

Протокол № 1

от 31.08.2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**ПАКЕТ GEANT4 ДЛЯ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ЯДЕРНОФИЗИЧЕСКИХ  
УСТРОЙСТВ**

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/ В СРС, час.	КСР, час.	Форма(ы) контроля, экз./зач./КР/КП
2	2	72	0	30	0	27	15	3 КП
Итого	2	72	0	30	0	27	15	

## АННОТАЦИЯ

Данный курс предназначен для изучения основ пакета Geant4. В данном курсе студенты повышают свои практические навыки языка СИ++ и математического моделирования для применения в разработке систем ядро физического комплекса.

### 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучения пакета Geant4 предназначенного для моделирования взаимодействия излучения с веществом

### 2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Для изучения дисциплины необходимы компетенции, сформированные у обучающихся в результате освоения физико-математических дисциплин. Дисциплина является предшествующей для успешного прохождения производственных практик и написания ВКР.

### 3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Универсальные и(или) общепрофессиональные компетенции:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
УКЦ-2 [1] – Способен к самообучению, самоактуализации и саморазвитию с использованием различных цифровых технологий в условиях их непрерывного совершенствования	3-УКЦ-2 [1] – Знать основные цифровые платформы, технологи и интернет ресурсы используемые при онлайн обучении У-УКЦ-2 [1] – Уметь использовать различные цифровые технологии для организации обучения В-УКЦ-2 [1] – Владеть навыками самообучения, самоактуализации и саморазвития с использованием различных цифровых технологий

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			
Выполнять экспериментальные и теоретические исследования для	Результаты теоретических и экспериментальных исследований в	ПК-4 [1] - Способен самостоятельно выполнять экспериментальные и	3-ПК-4[1] - Знать: цели и задачи проводимых исследований;

<p>решения научных и производственных задач</p>	<p>области ядерного, электрофизического и киберфизического приборостроения</p>	<p>теоретические исследования для решения научных и производственных задач</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 29.004</p>	<p>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 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</p>
<p>Осуществлять разработку алгоритмов передачи и анализа информации, получаемой от ядерно-физической, киберфизической и электрофизической аппаратуры</p>	<p>алгоритмы передачи и получаемая информация от ядерно-физической, киберфизической и электрофизической аппаратуры</p>	<p>ПК-17.2 [1] - Способен разрабатывать алгоритмы передачи и анализа информации, получаемой от ядерно-физической, киберфизической и электрофизической аппаратуры</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.078</p>	<p>З-ПК-17.2[1] - Знать метрологию, методы моделирования и анализа результатов измерения. Знать современные пакеты программ для обработки информации.; У-ПК-17.2[1] - Уметь анализировать полученную информацию и правильно применять методы анализа.; В-ПК-17.2[1] - Владеть</p>

			современными пакетами программ для моделирования, обработки и анализа информации
Применять знания по ядерной физики, спектрометрии, дозиметрии радиометрии ядерного излучения в профессиональной деятельности	Знания в области ядерной физики, спектрометрии, дозиметрии радиометрии ядерного излучения	ПК-17.4 [1] - Способен использовать специальные знания по ядерной физики, спектрометрии, дозиметрии радиометрии ядерного излучения в профессиональной деятельности  <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.078	3-ПК-17.4[1] - Знать ядерно-физические процессы протекающие при взаимодействии ядерного излучения с веществом. ; У-ПК-17.4[1] - Уметь измерять процессы протекающие при взаимодействии ядерного излучения с веществом; В-ПК-17.4[1] - Владеть техниками измерения и получения информации от ядерно-физических приборов и устройств
производственно-технологический			
Решать инженерно-физические и экономические задачи с помощью пакетов прикладных программ	пакет прикладных программ для решения инженерно-физических и экономических задач	ПК-10 [1] - Способен решать инженерно-физические и экономические задачи с помощью пакетов прикладных программ  <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 29.004	3-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

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

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

№ п.п	Наименование раздела учебной дисциплины	Недели	Лекции/ Практик. (семинары) / Лабораторные работы, час.	Обязат. текущий контроль (форма*, неделя)	Максимальный балл за раздел**	Аттестация раздела (форма*, неделя)	Индикаторы освоения компетенции
	<i>2 Семестр</i>						
1	Первый раздел	1-8	0/16/0		30	РГЗ-8	3-ПК-4, У-ПК-4, 3-ПК-10, 3-ПК-17.2, 3-ПК-17.4, 3-УКЦ-2
2	Второй раздел	9-15	0/14/0		40	РГЗ-15	В-ПК-4, У-ПК-10, В-ПК-10, У-ПК-17.2, У-ПК-17.4, У-УКЦ-2
	<i>Итого за 2 Семестр</i>		0/30/0		70		
	<b>Контрольные мероприятия за 2 Семестр</b>				30	3, КП	3-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4, 3-ПК-10, У-ПК-10,

							В- ПК- 10, 3-ПК- 17.2, У- ПК- 17.2, В- ПК- 17.2, 3-ПК- 17.4, У- ПК- 17.4, В- ПК- 17.4, 3- УКЦ- 2, У- УКЦ- 2, В- УКЦ- 2, 3-ПК- 4, У- ПК-4, В- ПК-4, 3-ПК- 10, У- ПК- 10, В- ПК- 10, 3-ПК- 17.2, У- ПК- 17.2, В- ПК- 17.2, 3-ПК- 17.4,
--	--	--	--	--	--	--	---

							У-ПК-17.4, В-ПК-17.4, З-УКЦ-2, У-УКЦ-2, В-УКЦ-2
--	--	--	--	--	--	--	---

\* – 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
РГЗ	Расчетно-графическое задание
З	Зачет
КП	Курсовой проект

### КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недели	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем., час.	Лаб., час.
	<i>2 Семестр</i>	0	30	0
<b>1-8</b>	<b>Первый раздел</b>	0	16	0
1 - 2	<b>Тема 1. Введение в Geant4.</b> Структура приложения реализованного с использованием Geant4. Смаке. Дополнительные средства для работы с пакетом Geant4.	Всего аудиторных часов		
		0	5	0
		Онлайн		
		0	0	0
3 - 6	<b>Тема 2. Построение комплексной геометрии</b> Формы. Базовые формы. Логические формы. Логические объемы. Расположение, смещение и поворот объектов.	Всего аудиторных часов		
		0	5	0
		Онлайн		
		0	0	0
7 - 8	<b>Тема 3. Материалы, элементы и изотопы</b> Способы построения материалов в Geant4. Использование базы NIST	Всего аудиторных часов		
		0	6	0
		Онлайн		
		0	0	0
<b>9-15</b>	<b>Второй раздел</b>	0	14	0
9 - 10	<b>Тема 4. Построение первичных источников</b> Построение первичных источников. Моноэнергетические источники. Использование спектров в качестве первичного	Всего аудиторных часов		
		0	4	0
		Онлайн		

	источника. Объемные источники	0	0	0
11 - 12	<b>Тема 5. Анализ жизненного цикла события</b> Запуски, события, треки и шаги. Анализ жизненного цикла частицы через исходных код.	Всего аудиторных часов		
		0	5	0
		Онлайн		
13 - 15	<b>Тема 6. Встраивание пользовательских команд</b> Встраивание пользовательских команд. Встраивание команд в геометрию и обработку событий.	Всего аудиторных часов		
		0	5	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 ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

Недели	Темы занятий / Содержание
	<i>2 Семестр</i>
1 - 2	<b>Введение в Geant4.</b> Структура приложения реализованного с использованием Geant4. Cmake. Дополнительные средства для работы с пакетом Geant4.
3 - 6	<b>Построение комплексной геометрии</b> Формы. Базовые формы. Логические формы. Логические объемы. Расположение, смещение и поворот объектов.
7 - 8	<b>Материалы, элементы и изотопы</b> Способы построения материалов в Geant4. Использование базы NIST
9 - 10	<b>Построение первичных источников</b> Построение первичных источников. Моноэнергетические источники. Использование спектров в качестве первичного источника. Объемные источники
11 - 12	<b>Анализ жизненного цикла события</b> Запуски, события, треки и шаги. Анализ жизненного цикла частицы через исходных код.
13 - 15	<b>Встраивание пользовательских команд</b> Встраивание пользовательских команд. Встраивание команд в геометрию и обработку событий.

## 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Информационно – коммуникационная технология, Проектная технология, Технология проблемного обучения

## 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, КП, РГЗ-8
	У-ПК-10	З, КП, РГЗ-15
	В-ПК-10	З, КП, РГЗ-15
ПК-17.2	З-ПК-17.2	З, КП, РГЗ-8
	У-ПК-17.2	З, КП, РГЗ-15
	В-ПК-17.2	З, КП
ПК-17.4	З-ПК-17.4	З, КП, РГЗ-8
	У-ПК-17.4	З, КП, РГЗ-15
	В-ПК-17.4	З, КП
ПК-4	З-ПК-4	З, КП, РГЗ-8
	У-ПК-4	З, КП, РГЗ-8
	В-ПК-4	З, КП, РГЗ-15
УКЦ-2	З-УКЦ-2	З, КП, РГЗ-8
	У-УКЦ-2	З, КП, РГЗ-15
	В-УКЦ-2	З, КП

### 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 – «отлично»	А	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 – «хорошо»	В	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает
75-84		С	

70-74		D	материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
65-69	3 – «удовлетворительно»	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 – «неудовлетворительно»	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.

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

### ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 004 Б12 Алгоритмизация задач и структурирование программ : практическое пособие по программированию на языке Object Pascal в среде Delphi по программе учебного курса "Информатика" для бакалавриата, Москва: НИЯУ МИФИ, 2013
2. ЭИ К 64 Алгоритмы и программы. Язык С++ : учебное пособие, Санкт-Петербург: Лань, 2021
3. 004 К36 Язык программирования С : , Б. Керниган, Д. Ритчи, Москва [и др.]: Вильямс, 2013
4. 004 Д27 Как программировать на С++ : , Х. М. Дейтел, П. Дж. Дейтел, Москва: Бином, 2008

### ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 004 Ш57 С++. Базовый курс : , Москва: Вильямс, 2014
2. 004 С83 Язык программирования С++ : , Б. Страуструп, Москва: Бином-Пресс, 2007

### ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

Специальное программное обеспечение не требуется

### LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

<https://online.mephi.ru/>

## **8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Специальное материально-техническое обеспечение не требуется

## **9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ**

### **1. Общие положения**

1.1. Цель методических рекомендаций - обеспечить студенту оптимальную организацию процесса изучения дисциплины, а также выполнения различных форм самостоятельной работы.

1.2. При реализации программы дисциплины используются образовательные технологии в форме практических занятий и самостоятельной работы с использованием Internet-ресурсов, методических разработок, учебной, научно-популярной и научной литературы.

1.3. Приступая к изучению дисциплины студенту необходимо ознакомиться с целями и задачами дисциплины, содержанием рабочей программы дисциплины, рекомендуемыми литературными источниками, методическими разработками по данной дисциплине, имеющимися на образовательном портале и сайте кафедры.

1.4. Изучение дисциплины требует систематического и последовательного накопления знаний, следовательно, пропуски отдельных тем не позволяют глубоко освоить предмет. Поэтому студентам, пропустившим занятия, необходимо самостоятельно проработать тему.

### **2. Рекомендации по подготовке к практическим занятиям.**

2.1. Практические занятия служат для закрепления изученного теоретического материала. Подготовка к практическому занятию включает в себя текущую работу над учебными материалами с использованием конспектов и рекомендуемой основной и дополнительной литературы.

2.2. При подготовке к практическим занятиям следует проработать теоретический материал по рекомендованным литературным источникам, относящийся к данному практическому занятию.

2.3. В ходе практических занятий давать конкретные, четкие ответы по существу вопросов, доводить каждую задачу до окончательного решения, демонстрировать понимание проведенных расчетов (анализов, ситуаций), в случае затруднений обращаться к преподавателю.

### **3. Самостоятельная работа обучающихся**

3.1. Самостоятельная работа предполагает формирование и усвоение теоретического материала на базе изучения и систематизации материалов учебников, официальных государственных документов, законов, нормативно-справочных материалов с использованием информационно-поисковых систем, компьютерной сети Интернет.

3.2. Качество освоения учебной дисциплины находится в прямой зависимости от способности студента самостоятельно и творчески учиться.

3.3. Обучающимся следует руководствоваться графиком самостоятельной работы, определенным рабочим планом дисциплины и выполнять все плановые задания, выдаваемые преподавателем для самостоятельной работы, и представлять их в установленный срок.

### **4. Рекомендации по подготовке и сдаче аттестации по дисциплине.**

4.1. Аттестация по дисциплине основана на балльно-рейтинговой системе, которая включает текущий контроль успеваемости, рубежный контроль в семестре и промежуточную аттестацию по итогам освоения дисциплины.

4.2. Текущий контроль подразумевает проверку готовности студентов к занятиям, для чего могут быть использованы различные проверочные задания. Прохождение контрольных рубежей проводится в середине и в конце семестра и может осуществляться в виде контрольных работ, письменных опросов и т.д. Этап промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины в целом подразумевает сдачу зачета и самостоятельную подготовку к нему, а также курсового проекта. При подготовке к промежуточной аттестации необходимо по рекомендованным литературным источникам проработать и внимательно изучить теоретический материал, соответствующий вопросам, выносимым на аттестацию.

4.3. Темы курсового проекта выдает преподаватель. Курсовой проект выполняется студентами самостоятельно и сдается в конце курса.

## **10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ**

### **1. Общие положения**

1.1. При реализации программы дисциплины используются образовательные технологии в форме практических занятий и самостоятельной работы с использованием Internet-ресурсов, методических разработок, учебной, научно-популярной и научной литературы.

#### **1.2. На первом занятии преподаватель:**

- знакомит студентов с целями и задачами преподаваемой дисциплины, определяет ее место в образовательной программе, обозначает междисциплинарные связи;
- уточняет планы практических (семинарских) занятий в соответствии с рабочей программой дисциплины, с учетом контингента и уровня подготовки студентов;
- рекомендует основную и дополнительную литературу для успешного освоения дисциплины;
- доводит до сведения студентов систему оценки знаний.

### **2. Рекомендации по подготовке и преподаванию дисциплины**

#### **2.1. Рекомендации по подготовке и проведению практических (семинарских) занятий:**

2.1.1. Цель практических (семинарских) занятий - предоставление возможностей для углубленного изучения теории, овладения практическими навыками и выработки самостоятельного творческого мышления у студентов. На каждом таком занятии обучающиеся решают практические задачи и демонстрируют результаты выполнения домашнего задания, выданного на предыдущем занятии.

2.1.2. Для максимального усвоения дисциплины рекомендуется выполнение расчетно-графических работ студентов по материалам лекций и практических работ. Подборка заданий осуществляется на основе изученного теоретического материала.

#### **2.2. Рекомендации по организации руководства самостоятельной работой студентов**

2.2.1. Самостоятельная работа предполагает формирование и усвоение теоретического материала на базе изучения и систематизации материалов учебников, официальных государственных документов, законов, нормативно-справочных материалов с использованием информационно-поисковых систем, компьютерной сети Интернет.

2.2.2. В ходе руководства самостоятельной работой студентов преподаватель приобщает их к научному творчеству, поиску и решению актуальных современных проблем.

#### **2.3. Рекомендации по осуществлению контроля знаний обучаемых**

2.3.1. По дисциплине действует балльно-рейтинговая система, которая включает текущий контроль успеваемости и промежуточную аттестацию по итогам освоения дисциплины.

2.3.2. По дисциплине предусмотрены следующие виды аттестации: текущий контроль, рубежный контроль и промежуточная аттестация.

2.3.3. Текущий контроль подразумевает проверку готовности студентов к семинарским и практическим занятиям, могут быть использованы различные проверочные задания.

2.3.4. Прохождение контрольных рубежей по итогам освоения дисциплины проводится в середине и в конце семестра.

2.3.5. Этап промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины в целом подразумевает приём зачета и самостоятельную подготовку к нему.

2.3.6. Темы курсового проекта выдает преподаватель. Курсовой проект выполняется студентами самостоятельно, и преподаватель принимает сдачу курсового проекта в конце семестра.

Автор(ы):

Ибрагимов Ренат Фаридович