




ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ
ПРИЕМ 2020 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

ПРОГРАММНЫЕ СРЕДЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПОЛЕЙ ИОНИЗИРУЮЩИХ ИЗЛУЧЕНИЙ

Направление подготовки/ специальность	14.04.02 Ядерные физика и технологии		
Образовательная программа (направленность (профиль))	Ядерная и радиационная безопасность		
Специализация	Ядерная и радиационная безопасность		
Уровень образования	высшее образование – магистратура		
Курс	1	семестр	2
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	3		

Заведующий кафедрой - руководитель отделения ЯТЦ		А.Г. Горюнов
Руководитель ООП		В.С. Яковлева
Преподаватель		А.Г. Горюнов

2020 г.

1. Роль дисциплины «Программные среды моделирования полей ионизирующих излучений» в формировании компетенций выпускника:

Элемент образовательной программы (дисциплина, практика, ГИА)	Семестр	Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенций)	
				Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
Программные среды моделирования полей ионизирующих излучений	2	ОПК(У)-2	Способен применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы	И.ОПК(У)-2.1	Применяет современные методы исследования процессов, факторов и характеристик в соответствующих областях знаний, оценивает погрешности и неопределенности результатов	ОПК(У)-2.1В1	Владеет навыками применения современных методов измерения, расчета, анализа или моделирования величин и характеристик в соответствующих областях знаний, оценки погрешностей и неопределенности результатов
						ОПК(У)-2.1У1	Умеет применять современные методы измерения, расчета, анализа или моделирования величин и характеристик в соответствующих областях знаний, оценивать и представлять результаты выполненной работы
						ОПК(У)-2.1З1	Знает современные методы измерения, расчета, анализа или моделирования величин и характеристик в соответствующих областях знаний, оценки и представления результатов выполненной работы
		ПК(У)-1	Способность к созданию теоретических и математических моделей в области ядерной физики и технологий	И.ПК(У)-1.1	Создает теоретические, физические и математические модели, описывающие процессы и механизмы переноса излучений, ядерных материалов, радиоактивных веществ, и применяет их для решения задач в области ядерной и радиационной безопасности	ПК(У)-1.1В8	Владеет навыками создания физических моделей и проведения расчетов характеристик полей излучения с использованием современных языков программирования, численных методов, операционных систем, программных сред.
						ПК(У)-1.1У8	Умеет создавать физические модели и проводить расчеты характеристик полей излучения с использованием современных языков программирования, численных методов, операционных систем, программных сред.

Элемент образовательной программы (дисциплина, практика, ГИА)	Семестр	Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенций)	
				Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
		ПК(У)-2	Готовность применять методы исследования и расчета процессов, происходящих в современных физических установках и устройствах в области ядерной физики и технологий	И.ПК(У)-2.7	Рассчитывает перенос излучения через вещество и отклик детектора с использованием пакетов специальных прикладных программ	ПК(У)-1.138	Знает характеристики полей излучений, современные языки программирования, численные методы, операционные системы и программные среды.
						ПК(У)-2.7В1	Владеет методами расчета транспорта частиц через вещество и отклика детектора с использованием пакетов специальных прикладных программ.
						ПК(У)-2.7У1	Умеет использовать современные методы для расчета характеристик полей излучения и анализа физических процессов в веществе детектора с использованием пакетов программ моделирования
						ПК(У)-2.731	Знает методы расчета характеристик полей излучения и физических процессов в веществе детектора с учетом: геометрии системы; используемых материалов; описания первичных частиц; отслеживания частиц, проходящих через материалы и внешние электромагнитные поля; физики взаимодействия; отклика детектора; генерации данных о событиях; хранения событий и треков; визуализации детектора и траекторий частиц

2. Показатели и методы оценивания

Планируемые результаты обучения по дисциплине		Код индикатора достижения контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование раздела дисциплины	Методы оценивания (оценочные мероприятия)
Код	Наименование			
РД 1	Способен рассчитывать характеристики поля от излучений различного типа по заданным параметрам источника, обрабатывать и анализировать полученные результаты.	И.ОПК(У)-2.1 И.ПК(У)-1.1	Раздел 1. Современные программные среды для моделирования физических процессов и анализа	Самостоятельная работа, выполнение ИДЗ
РД 2	Способен моделировать транспорт частиц с различной энергией через вещество с однородной и многослойной структурой, обрабатывать и анализировать полученные результаты.	И.ОПК(У)-2.1 И.ПК(У)-1.1	Раздел 1. Современные программные среды для моделирования физических процессов и анализа Раздел 2. Моделирование и анализ распределений полей ионизирующих излучений	Самостоятельная работа, контрольная работа, выполнение ИДЗ
РД 3	Способен моделировать детекторы частиц, обрабатывать и анализировать полученные результаты.	И.ОПК-2.1 И.ПК(У)-2.7	Раздел 1. Современные программные среды для моделирования физических процессов и анализа Раздел 2. Моделирование и анализ распределений полей ионизирующих излучений	Выполнение ИДЗ, контрольная работа

3. Шкала оценивания

Порядок организации оценивания результатов обучения в университете регламентируется отдельным локальным нормативным актом – «Система оценивания результатов обучения в Томском политехническом университете (Система оценивания)» (в действующей редакции). Используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов обучения. Итоговая оценка (традиционная и литерная) по видам учебной деятельности (изучение дисциплин, УИРС, НИРС, курсовое проектирование, практики) определяется суммой баллов по результатам текущего контроля и промежуточной аттестации (итоговая рейтинговая оценка - максимум 100 баллов).

Распределение основных и дополнительных баллов за оценочные мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации устанавливается календарным рейтинг-планом дисциплины.

Рекомендуемая шкала для отдельных оценочных мероприятий входного и текущего контроля

% выполнения задания	Соответствие традиционной оценке	Определение оценки
90%÷100%	«Отлично»	Отличное понимание предмета, всесторонние знания, отличные умения и владение опытом практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, их качество оценено количеством баллов, близким к максимальному
70% - 89%	«Хорошо»	Достаточно полное понимание предмета, хорошие знания, умения и опыт практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, качество ни одного из них не оценено минимальным количеством баллов
55% - 69%	«Удовл.»	Приемлемое понимание предмета, удовлетворительные знания, умения и опыт практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, качество некоторых из них оценено минимальным количеством баллов
0% - 54%	«Неудовл.»	Результаты обучения не соответствуют минимально достаточным требованиям

Шкала для оценочных мероприятий экзамена

% выполнения заданий экзамена	Экзамен, балл	Соответствие традиционной оценке	Определение оценки
90%÷100%	18 ÷ 20	«Отлично»	Отличное понимание предмета, всесторонние знания, отличные умения и владение опытом практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, их качество оценено количеством баллов, близким к максимальному
70% - 89%	14 ÷ 17	«Хорошо»	Достаточно полное понимание предмета, хорошие знания, умения и опыт практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, качество ни одного из них не оценено минимальным количеством баллов
55% - 69%	11 ÷ 13	«Удовл.»	Приемлемое понимание предмета, удовлетворительные знания, умения и опыт практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, качество некоторых из них оценено минимальным количеством баллов
0% - 54%	0 ÷ 10	«Неудовл.»	Результаты обучения не соответствуют минимально достаточным требованиям

4. Перечень типовых заданий

	Оценочные мероприятия	Примеры типовых контрольных заданий
1.	Индивидуальное домашнее задание (ИДЗ)	<p>Задание 1: Ознакомление со средой моделирования GEANT4</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Ознакомиться с базовыми командами ОС Linux. 2. В домашнем каталоге создайте подкаталог (в качестве имени используйте вашу фамилию), и перейдите в него. Все дальнейшие операции проводите в этом каталоге. 3. Повторите все действия указанные в главе “Работа с компилятором g++” 4. Напишите программу, которая выводит на экран таблицу умножения. 5. Перейдите в каталог <code>~/examples/novice/N02/</code> и проведите набор моделирований на основе примера <code>novice/N02</code>: <ul style="list-style-type: none"> • поменяйте содержимое файла <code>vis.mac</code> в примере на то, что указано в предыдущей главе (стр. 25); • проведите запуски программы моделирования для различных значений энергии E первичной частицы (электрон “e-”) и проанализируйте вывод на экран (объем выводимой информации достаточно велик, поэтому сделайте перенаправление вывода в файл) и содержимое получаемого VRML-файла; • повторите тоже самое для мюона (“mu-”) и позитрона (“e+”) и сделайте выводы о проникающей и ионизирующей способности мюона по сравнению с электроном и позитроном. Объясните наблюдаемые эффекты. • Проведите серию моделирований с низкоэнергетичными электронами и позитронами (E). • Просмотрите сгенерированные выходные файлы, отметьте, в каких процессах участвуют частицы в зависимости от начальной энергии первичной частицы и сделайте выводы. <p>Задание 3: Моделирование сцинтилляционного детектора</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Просмотрите текст программы моделирования (<code>~/hep/lx</code>) – большинство информации по работе программы в этой лабораторной работе содержится в виде комментариев к исходному коду. 2. Сделайте визуализацию геометрии и треков, для этого предварительно уменьшите световыход сцинтиллятора до значения 10 фотонов/МэВ для более наглядного отображения световых фотонов (иначе их образуется слишком много и нельзя рассмотреть отдельные). 3. Задайте форму сцинтиллятора в виде усеченного конуса (с помощью класса <i>G4Cons</i>). Как это повлияло на генерируемые спектры?

	Оценочные мероприятия	Примеры типовых контрольных заданий
		<ol style="list-style-type: none"> 4. Исследуйте зависимость временного разрешения от типа отражающей поверхности между сцинтиллятором и оболочкой: зеркальная, матовая (равномерное рассеяние). 5. Как отличаются спектры количества образованных фотонов и фотонов дошедших до окна фотоумножителя? Почему? 6. Просмотрите текст программы моделирования (~her/IX). В этой программе энергия и тип частиц задаётся путём правки листинга программы. 7. Сделайте визуализацию геометрии и треков. 8. Измените код программы так, чтобы направление пучка электронов было перпендикулярно оси симметрии детектора. 9. Задайте значение магнитного поля. Скомпилируйте программу и визуализируйте полученную картину. 10. Подберите значение магнитного поля так, чтобы пучок электронов попадал на детектор. 11. Измените код программы так, чтобы одновременно вылетали пучки электронов и позитронов. Визуализируйте полученную картину. 12. Измените направление пучков так, чтобы они попадали на детектор. Полученный спектр просмотрите в Excel. <p style="text-align: center;"><i>Начальные данные для расчета индивидуальны для каждого студента.</i></p>
2.	Контрольная работа	<p>Вопросы для контрольной работы №1</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Метод Монте-Карло в теории переноса излучения. 2. Описание распада частиц. <p>Задание для контрольной работы №2</p> <p>Откомпилировать пример N. Вывести в файл полное энергосодержание частицы (электрона) в калориметре и построить гистограмму с помощью ROOT. RMS этой гистограммы можно считать разрешением калориметрического детектора по энергии (более точно фитировать гистограмму распределением Гаусса).</p> <p>Определить:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Как меняется разрешение при увеличении количества пассивного вещества в калориметре? 2. Как меняется разрешение при увеличении энергии частицы? <p style="text-align: center;"><i>Начальные данные для расчета индивидуальны для каждого студента.</i></p>

	Оценочные мероприятия	Примеры типовых контрольных заданий
3.	Самостоятельная работа	<p>Задание для самостоятельной работы №1</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Моделирование γ-спектра ^{137}Cs. γ-линия ^{137}Cs имеет значение энергии 661 кэВ. Чтобы смоделировать γ- спектр ^{137}Cs откройте в каталоге ~/hep/lab2 управляющий файл “run.mac”. 2. Задаём в качестве источника частиц γ - кванты с энергией 661 кэВ и увеличиваем количество событий до 10^6. 3. Компилируем программу lab2 и и запускаем её вместе с run.mac. 4. После выполнения программы появится выходной файл “spectrum.csv”, содержащий два столбца цифр: первый – значение энергии, второй – число отсчётов в данном канале. Всего используется 2000 каналов. 5. Переименуйте “spectrum.csv” в “spectrum_Cs_gamma.csv”. Откройте файл “spectrum_Cs_gamma.csv” в Excel. Из каких основных частей состоит полученный спектр? 6. Повторите ту же процедуру для g-изотопа ^{40}K. Энергия γ-квантов равна 1461 кэВ. <p>Задание для самостоятельной работы №2</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Загрузите к себе в рабочую директорию файл test.root. 2. Напишите скрипт, считывающий из файла гистограмму, и определите параметры распределения, отфитировав ее суммой гауссиана и полиномом 1-ой степени. 3. Создайте отображение гистограммы и функции фита.
4.	Экзамен	<p>Вопросы на экзамен:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Современные программные средства моделирования процессов взаимодействия и транспорта ионизирующего излучения через вещество. 2. Метод Монте-Карло в теории переноса излучения. 3. Имитационное моделирование. 4. Объектно-ориентированное моделирование. 5. Структура программы GEANT4. 6. Описание геометрии эксперимента. 7. Классы, описывающие материалы. 8. Иерархия физических объемов. Задание формы объема. 9. Описание физических процессов и частиц. 10. Генераторы первичных частиц. 11. Описание немонотонного энергетического источника частиц. 12. Компиляция и запуск. Интерфейс пользователя GEANT4. 13. Описание детектирующего объема.

	Оценочные мероприятия	Примеры типовых контрольных заданий
		<p>14. Оцифровка сигнала.</p> <p>15. Визуализация в GEANT4.</p> <p>16. Категории частиц. Трекинг частиц.</p> <p>17. Категории процессов. Дискретные и непрерывные процессы.</p> <p>18. Описание отдельного процесса. Класс описания набора процессов.</p> <p>19. Описание распада частиц.</p> <p>20. Стандартный набор электромагнитных процессов.</p> <p>21. Набор электромагнитных процессов при низких энергиях.</p> <p>22. Многократное рассеяние. Ионизация.</p> <p>23. Оптические процессы.</p> <p>24. Микродозиметрия.</p> <p>25. Построение модели сцинтилляционного детектора.</p> <p>26. Описание однородного магнитного поля.</p> <p>27. Описание однородного электрического поля.</p> <p>28. Описание сложных полей.</p> <p>29. Геометрия с повторяющимися элементами.</p> <p>30. Анализ и представление результатов моделирования Root.</p> <p>Примеры задач на экзамен:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Получить истинные спектры ^{137}Cs, ^{40}K. Энергии γ-квантов равны 661 кэВ и 1461 кэВ, соответственно. Построить спектры в Excel. 2. Получить истинные спектры ^{60}Co. Энергии γ-квантов равны 1,1732 и 1,3325, соответственно. Построить спектры в Excel. 3. Определить эффективности регистрации γ-квантов ^{137}Cs и ^{40}K сцинтилляционным детектором NaI. Энергии γ-квантов равны 661 кэВ и 1461 кэВ, соответственно. 4. Определить влияния плотности материала сцинтиллятора на эффективность регистрации γ-квантов ^{137}Cs ($E_\gamma = 661$ кэВ): NaI(Tl); BaF₂; PbWO₄; антрацен. Построить в Excel на основе полученных спектров зависимость эффективности детектирования γ-квантов от плотности вещества сцинтиллятора. Плотность BaF₂ – 4,89 г/см³, NaI – 3,667 г/см³, PbWO₄ – 8,28 г/см³. 5. Определить влияния плотности материала сцинтиллятора на эффективность регистрации γ-квантов ^{140}K ($E_\gamma = 1461$ кэВ): NaI(Tl); BaF₂; антрацен. Построить в Excel на основе полученных спектров зависимость эффективности детектирования γ-квантов от плотности вещества

	Оценочные мероприятия	Примеры типовых контрольных заданий
		<p>сцинтиллятора. Плотность антрацена – 1,283 г/см³, BaF₂ – 4,89 г/см³, NaI – 3,667 г/см³.</p> <ol style="list-style-type: none"> 6. Получить истинный спектр ¹³⁷Cs (E_γ = 661 кэВ), и с учетом АФЛ. Как изменился вид спектра излучения с учётом АФЛ по сравнению с истинным спектром? Почему нужно использовать именно Гауссово распределение для учёта АФЛ? 7. Определить спектры β-электронов от источника ¹³⁷Cs (E_β = 512 кэВ) при прохождении пучка электронов через различные толщи поглотителя: 0,3 мм, 0,5 мм, 1 мм, 3 мм. Построить в Excel на одном графике полученные спектры. Как изменяется вид спектра электронов с увеличением толщины поглотителя? Почему? 8. Определить спектры β-электронов от источника ⁹⁰Sr (E_β = 545 кэВ) при прохождении пучка электронов через различные толщи поглотителя: 0,5 мм, 1 мм, 2 мм, 3 мм. Построить в Excel на одном графике полученные спектры. Как изменяется вид спектра электронов с увеличением толщины поглотителя? Почему? 9. Задать моноэнергетический источник излучения: частицы с энергиями 1270 кэВ и 511 кэВ, в случайных направлениях. Сделать визуализацию геометрии и треков частиц. Задать форму сцинтиллятора в виде усеченного конуса. Как это повлияло на генерируемые спектры? 10. Из источника вылетели частицы с энергиями 1270 и 511 кэВ, в случайных направлениях. Получить зависимость временного разрешения от типа отражающей поверхности между сцинтиллятором и оболочкой: зеркальная, матовая (равномерное рассеяние). Как отличаются спектры количества образованных фотонов и фотонов дошедших до окна фотоумножителя? Почему? 11. Задано направление и энергия частиц (~her/11). Сделать визуализацию геометрии и треков частиц. Изменить код программы так, чтобы направление пучка электронов было перпендикулярно оси симметрии детектора. 12. Задано направление и энергия частиц (~her/11). Сделать визуализацию геометрии и треков частиц. Изменить код программы так, чтобы направление пучка электронов было перпендикулярно оси симметрии детектора. 13. Задано направление и энергия частиц (~her/11). Задать значение магнитного поля. Визуализировать полученную картину. Подобрать значение магнитного поля так, чтобы пучок электронов попадал на детектор. 14. Задано направление и энергия частиц (~her/11). Изменить код программы так, чтобы одновременно вылетали пучки электронов и позитронов. Визуализировать полученную картину. Изменить направление пучков так, чтобы они попадали на детектор. Полученный спектр построить в Excel.

	Оценочные мероприятия	Примеры типовых контрольных заданий

5. Методические указания по процедуре оценивания

	Оценочные мероприятия	Процедура проведения оценочного мероприятия и необходимые методические указания
1.	Самостоятельная работа	Выполняется в аудиторное время, 15–20 мин каждая самостоятельная. Задание студент выполняет на ПК. Максимальное количество баллов за выполнение оценочного мероприятия – 5 баллов. Минимально возможное количество баллов за выполнение данного задания составляет 2,5 баллов.
2.	Контрольная работа	Оценочное мероприятие проводится по окончании изучения тематики раздела дисциплины. Выполняется в аудиторное время, в течение 30 мин. Проводится в письменной форме или на ПК. Максимальное количество баллов – 10 баллов. Минимально возможный балл (проходной балл) – 5,5 балла.
3.	Индивидуальное домашнее задание	Часть задач решается в аудиторное время, а часть во время самостоятельной работы студента. Защита задания проводится во время практического занятия, при этом студент должен решить одну задачу из списка задач. Максимальное количество баллов – 5 баллов. Минимально возможный балл – 2,5 балла.
4.	Экзамен	В рамках изучаемых разделов дисциплины осуществляется текущее оценивание степени освоения студентами изученного материала. Допуск по итогу текущего контроля рассчитывается на основе суммы баллов, набранных за все виды оценочных мероприятий. Для допуска к экзамену студенту необходимо набрать 55 баллов и более по всем видам запланированных оценочных мероприятий.

Оценочные мероприятия		Процедура проведения оценочного мероприятия и необходимые методические указания				
		Экзамен проводится с помощью компьютерного и письменного итогового тестирования по всем разделам изучаемой дисциплины. В течение 1 аудиторного часа необходимо сформулировать ответы на 3 теоретических вопроса и решить одну задачу на ПК. Критерии оценивания экзамена:				
		Критерий	3-5 балла	1-3 балла	0 баллов	Итого
		1. Выполнение задания	Правильный ответ на вопрос задания	Частично правильный ответ на вопрос	Не правильный ответ на вопрос	20 баллов
		Максимальный балл за экзамен 20 баллов. Итоговая оценка за семестр рассчитывается на основе полученной суммы баллов в результате текущего контроля, и баллов, набранных при заключительном контроле знаний на экзамене.				

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН ДИСЦИПЛИНЫ
2020/2021 учебный год

ОЦЕНКИ			Дисциплина Программные среды моделирования полей ионизирующих излучений по направлению 14.04.02 Ядерные физика и технологии	Лекции	16	час.
«Отлично»	A	90 - 100 баллов		Практ. занятия	16	час.
«Хорошо»	B	80 – 89 баллов		Всего ауд. работа	32	час.
	C	70 – 79 баллов		CPC	76	час.
«Удовл.»	D	65 – 69 баллов		ИТОГО	108	час.
	E	55 – 64 баллов			3	зе.
Зачтено	P	55 - 100 баллов				
Неудовлетвори тельно / незачтено	F	0 - 54 баллов				

Результаты обучения по дисциплине:

РД 1	Способен рассчитывать характеристики поля от излучений различного типа по заданным параметрам источника, обрабатывать и анализировать полученные результаты.
РД 2	Способен моделировать транспорт частиц с различной энергией через вещество с однородной и многослойной структурой, обрабатывать и анализировать полученные результаты.
РД 3	Способен моделировать детекторы частиц, обрабатывать и анализировать полученные результаты.

Оценочные мероприятия:
 Для дисциплин с формой контроля - экзамен

Оценочные мероприятия		Кол- во	Баллы
Текущий контроль:			80
ТК1	Защита индивидуального домашнего задания	5	50
ТК2	Контрольная работа	2	20
ТК3	Самостоятельная работа	2	10
Промежуточная аттестация:			20
ПА1	Экзамен	1	20
ИТОГО			100

Неделя	Дата начала недели	Результат обучения по дисциплине	Учебная деятельность	Кол-во часов		Оценочное мероприятие	Кол-во баллов	Информационное обеспечение		
				Ауд.	Сам.			Учебная литература	Интернет-ресурсы	Видео-ресурсы
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	08.02.2021	РД1	Лекция 1. Обзор программных средств моделирования полей ионизирующих излучений. Метод Монте-Карло	2				ОСН1-3 ДОП1		
			Выполнение мероприятий в рамках самостоятельной работы студента: изучение материала по пройденной теме		4			ОСН1-3 ДОП1,2	ЭР 1,2	
2	15.02.2021	РД1 РД2	Практическое занятие 1. Метод Монте-Карло, генерация случайных и квазислучайных чисел	2		ТК3	5	ОСН1-3 ДОП1,2		
			Выполнение мероприятий в рамках самостоятельной работы студента: изучение материала по пройденной теме		4			ОСН1-3 ДОП1,2	ЭР 1	
3	22.02.2021	РД1 РД2	Лекция 2. Пакет программ GEANT4. Основные термины и определения	2				ОСН 2 ДОП1		
			Выполнение мероприятий в рамках самостоятельной работы студента: изучение материала по пройденной теме		4			ОСН 2 ДОП1	ЭР 1	
4	01.03.2021	РД1 РД2	Практическое занятие 2. Ознакомление со средой моделирования в GEANT4	2		ТК1	10	ОСН1-3 ДОП1-3		
			Выполнение мероприятий в рамках самостоятельной работы студента: изучение материала по пройденной теме, выполнение ИДЗ		4			ОСН1-3 ДОП1-3	ЭР 1	
5	08.03.2021	РД1 РД2 РД3	Лекция 3. Построение модели установки, физика частиц и интерфейс пользователя GEANT4	2				ОСН1-5 ДОП1		
			Выполнение мероприятий в рамках самостоятельной работы студента: изучение материала по пройденной теме		4			ОСН1-5 ДОП1-4	ЭР 1	
6	15.03.2021	РД1 РД2 РД3	Практическое занятие 3. Моделирование элементарного детектора	2		ТК1	10	ОСН1-5 ДОП1-4		
			Выполнение мероприятий в рамках самостоятельной работы студента: изучение материала по пройденной теме, выполнение ИДЗ		4			ОСН1-5 ДОП1-4	ЭР 1	
7	22.03.2021	РД1 РД2 РД3	Лекция 4. Чувствительный объем детектора, сохранение и визуализация результатов моделирования	2		ТК2	10	ОСН1-5 ДОП1		
			Выполнение мероприятий в рамках самостоятельной работы студента: изучение материала по пройденной теме		4			ОСН1-5 ДОП1,4	ЭР 1	
8	29.03.2021	РД1 РД2 РД3	Практическое занятие 4. Моделирование энергетических спектров частиц	2		ТК3	5	ОСН1-4 ДОП1,4		
			Выполнение мероприятий в рамках самостоятельной работы студента: изучение материала по пройденной теме		4			ОСН1-4 ДОП1,4	ЭР 1	
9	05.04.2021		Конференц-неделя 1							
			Выполнение мероприятий в рамках самостоятельной работы студента: Выполнение ИДЗ		6			ОСН1-5 ДОП1-4	ЭР 1	
			Всего по контрольной точке (аттестации) 1	16	38		40			
10	12.04.2021	РД1 РД2 РД3	Лекция 5. Моделирование частиц. Трекинг частиц	2				ОСН1-4 ДОП1		
			Выполнение мероприятий в рамках самостоятельной работы студента: изучение материала по пройденной теме		4			ОСН1-4 ДОП1,4	ЭР 1	
11	19.04.2021	РД1 РД2 РД3	Практическое занятие 5. Моделирование сцинтилляционного детектора	2		ТК1	10	ОСН1-5 ДОП3,4		
			Выполнение мероприятий в рамках самостоятельной работы студента: изучение материала по пройденной теме, выполнение ИДЗ		4			ОСН1-5 ДОП3,4	ЭР 1	
12	26.04.2021	РД1 РД2 РД3	Лекция 6. Моделирование физических процессов в веществе: поглощение, рассеяние, флуоресценция и др.	2				ОСН1-5 ДОП1,4		
			Выполнение мероприятий в рамках самостоятельной работы студента: изучение материала по пройденной теме		4			ОСН1-5 ДОП1-4	ЭР 1	
13	03.05.2021	РД1 РД2	Практическое занятие 6. Моделирование сэмпинг калориметра	2		ТК1	10	ОСН1-4 ДОП3,4		

Неделя	Дата начала недели	Результат обучения по дисциплине	Учебная деятельность	Кол-во часов		Оценочное мероприятие	Кол-во баллов	Информационное обеспечение		
				Ауд.	Сам.			Учебная литература	Интернет-ресурсы	Видео-ресурсы
		РДЗ								
			Выполнение мероприятий в рамках самостоятельной работы студента: изучение материала по пройденной теме, выполнение ИДЗ		4			ОСН1-4 ДОП3,4	ЭР 1	
14	10.05. 2021	РД1	Лекция 7. Моделирование физических процессов в детекторе: ионизационные и радиационные потери	2				ОСН1-5 ДОП3,4		
		РД2	Выполнение мероприятий в рамках самостоятельной работы студента: изучение материала по пройденной теме		4			ОСН1-5 ДОП3,4	ЭР 1	
		РД3								
15	17.05. 2021	РД1	Практическое занятие 7. Моделирование пространственных распределения полей ионизирующих излучений	2		ТК1	10	ОСН1-5 ДОП3,4		
		РД2								
		РД3	Выполнение мероприятий в рамках самостоятельной работы студента: изучение материала по пройденной теме, выполнение ИДЗ		4			ОСН1-5 ДОП3,4	ЭР 1	
16	24.05. 2021	РД1	Лекция 8. Средства обработки, представления и анализа результатов моделирования Root	2				ОСН1-2 ДОП1		
		РД2	Выполнение мероприятий в рамках самостоятельной работы студента: изучение материала по пройденной теме		4			ОСН1-2 ДОП1	ЭР1,2	
		РД3								
17	31.05. 2021	РД1	Практическое занятие 8. Средства обработки, представления и анализ результатов моделирования Root	2		ТК2	10	ОСН1-2 ДОП1		
		РД2								
		РД3	Выполнение мероприятий в рамках самостоятельной работы студента: изучение материала по пройденной теме		4			ОСН1-2 ДОП1	ЭР1,2	
18	07.06. 2021		Конференц-неделя 2.							
			Выполнение мероприятий в рамках самостоятельной работы студента: Выполнение ИДЗ		6			ОСН1-5 ДОП1-4	ЭР 1,2	
			Всего по контрольной точке (аттестации) 2	16	38		40			
			Экзамен			ПА1	20			
			Общий объем работы по дисциплине	32	76		100			

Информационное обеспечение:

№ (код)	Основная учебная литература (ОСН)
ОСН 1	Леонтьев В.В. Задачи раздела «Информационные методы в физике высоких энергий»: Описание задач практикумов / В. В. Леонтьев, И. И. Белотелов. – Москва: Университетская книга, 2011. – 48 с.
ОСН 2	Леонтьев В.В. Задачи раздела «Информационные методы в физике высоких энергий», часть 2.: Описание задач практикумов / Леонтьев В.В., Орлов И.А. – Москва: Университетская книга, 2013. – 49 с.
ОСН 3	Михайлов Г. А. Численное статистическое моделирование. Методы Монте-Карло: учебное пособие для вузов / Г. А. Михайлов, А. В. Войтишек. – Москва: Академия, 2006. – 368 с.
ОСН 4	Е. Бюклинг, К. Каянти, Кинематика элементарных частиц. – Москва: Мир, 1975. – 339 с.
ОСН 5	Группен К. Детекторы элементарных частиц: справочное издание. – Новосибирск: Сибирский хронограф, 1999. – 386 с.
№ (код)	Дополнительная учебная литература (ДОП)
ДОП 1	Богуславский А. А. Си++ и компьютерная графика: Лекции и практикум по программированию на Си++ / А. Богуславский. – Москва: Компьютер-Пресс, 2003. – 352 с.
ДОП 2	Соболь, И.М. Численные методы Монте-Карло/ И.М. Соболь. – Москва: Наука. Гл. ред. физ.-мат. литературы, 1973. – 312 с.
ДОП 3	Климанов В. А. Дозиметрия ионизирующих излучений: учебное пособие/ Климанов В. А., Крамер-Агеев Е. А., Смирнов В. В. – Москва: НИЯУ МИФИ, 2015. – 740 с.
ДОП 4	Беспалов В.И. Взаимодействие ионизирующих излучений с веществом: учебное пособие / В. И. Беспалов. – Томск: Изд-во ТПУ, 2019. – 476 с.
№ (код)	Интернет-ресурсы (ЭР)
ЭР 1	http://geant4.web.cern.ch – официальный сайт разработчиков GEANT4.
ЭР 2	http://root.cern.ch – официальный сайт разработчиков ROOT.

Согласовано:

Заведующий кафедрой - руководитель отделения
на правах кафедры
«25» июня 2020 г.

Горюнов А.Г.