

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ
ПРИЕМ 2019 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В РАДИОЛОГИИ

Направление подготовки /
 специальность
 Образовательная программа
 (направленность (профиль))
 Специализация
 Уровень образования

Курс

Трудоемкость в кредитах
 (зачетных единицах)

14.04.02 Ядерные физика и технологии

Nuclear Science and Technology / Ядерные физика и технологии

Nuclear medicine / Ядерная медицина

высшее образование - магистратура

1	семестр	2
---	---------	---

2

Зав. кафедрой-руководитель
 ОЯТЦ на правах кафедры
 Руководитель ООП
 Преподаватель



А.Г. Горюнов

В.В. Верхотурова

А.В. Богданов

2020 г.

1. Роль дисциплины «Математические методы в радиологии» 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
Математические методы в радиологии	2	УК(У)-1	Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	И.УК(У)-1.1	Анализирует проблемную ситуацию и (или) задачу, выделяя её базовые составляющие	УК(У)-1.1В3	Владеет опытом применения законов естественных наук и математических методов и моделей для решения задач теоретического и прикладного характера
						УК(У)-1.1У3	Умеет решать задачи теоретического и прикладного характера
						УК(У)-1.133	Знает законы естественных наук и математические методы теоретического характера
				И.УК(У)-1.2	Осуществляет поиск, выделяет и ранжирует информацию на основе системного подхода и методов познания для решения задач по различным типам запросов	УК(У)-1.2В1	Владеет репродуктивными методами познавательной деятельности и мыслительными операциями для решения задач естественнонаучных дисциплин
						УК(У)-1.2У1	Умеет обобщать усваиваемые знания естественных наук категориями системного анализа и подхода и мыслительными операциями анализа, синтеза, сравнения и оценки
						УК(У)-1.231	Знает репродуктивные методы познавательной деятельности, признаки системного подхода и системного анализа
		УК(У)-4	Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия	И.УК(У)-4.2	Составляет академические и (или) профессиональные тексты на иностранном языке (русском /английском)	УК(У)-4.2В1	Владеет навыками монологического высказывания на иностранном языке по профилю своей специальности, аргументировано излагая свою позицию и используя вспомогательные средства (таблицы, графики, диаграммы и т.п.)
						УК(У)-4.2У1	Умеет составлять и представлять техническую и научную информацию, используемую в профессиональной деятельности, в виде презентации
						УК(У)-4.231	Знает особенности профессионального этикета западной и отечественной культур
				И.УК(У)-4.3	Организует обсуждение результатов исследовательской и проектной деятельности на различных публичных мероприятиях на иностранном языке (английском / русском), выбирая подходящий формат	УК(У)-4.3В1	Владеет полученными знаниями по иностранному языку на достаточном уровне в своей будущей профессиональной деятельности
						УК(У)-4.3У1	Умеет воспринимать на слух аутентичные аудио- и видео материалы, связанные с направлением подготовки
						УК(У)-4.331	Знает основы структурирования доклада и подготовки презентаций на иностранном языке (английском / русском), принятых в международной среде

		ОПК(У)-3	Способен оформлять результаты научно-исследовательской деятельности в виде статей, докладов, научных отчетов и презентаций с использованием систем компьютерной верстки и пакетов офисных программ	И.ОПК(У)-3.1	Оформляет результаты научно-исследовательской деятельности с применением систем компьютерной верстки и пакетов офисных программ	ОПК(У)-3.1В1	Владеет навыками оформления результатов научно-исследовательской деятельности в виде статей, докладов, научных отчетов и презентаций с использованием систем компьютерной верстки и пакетов офисных программ
						ОПК(У)-3.1У1	Умеет оформлять результаты научно-исследовательской деятельности в виде статей, докладов, научных отчетов и презентаций с использованием систем компьютерной верстки и пакетов офисных программ
						ОПК(У)-3.131	Знает основы оформления результатов научно-исследовательской деятельности в виде статей, докладов, научных отчетов и презентаций с использованием систем компьютерной верстки и пакетов офисных программ
		ПК(У)-6	Способен применять знания естественнонаучных дисциплин, фундаментальных законов в области ядерной физики и технологий, клинических и радиационно-гигиенических основ в области ядерной медицины в объеме, достаточном для самостоятельного проведения научных исследований в области медицинской физики с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего российского и зарубежного опыта	И.ПК(У)-6.4	Применяет знания естественнонаучных дисциплин, фундаментальных законов в области ядерной физики и технологий, клинических и радиационно-гигиенических основ в области ядерной медицины в объеме, достаточном для самостоятельного проведения научных исследований в области медицинской физики	ПК(У)-6.4В1	Владеет навыками использования аппарата теории вероятности и математической статистики для моделирования различных явлений
						ПК(У)-6.4У1	Умеет применять полученные знания для моделирования реальных экспериментов
						ПК(У)-6.431	Знает теорию вероятности и основы математической статистики для решения задач моделирования различных процессов

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			
РД1	Знание основ теории вероятностей и математической статистики.	И.УК-1.1 И.УК-1.2 И.УК-4.2 И.УК-4.3	Раздел 1. Основные понятия теории вероятностей и математической статистики Раздел 5. Распределение Пуассона.	Экзамен .

РД2	Умение использовать случайные числа для моделирования простых дискретных событий.	И.ОПК-3.1 И.П-6.4	Раздел 2. Равномерно распределенные случайные числа Раздел 5. Распределение Пуассона.	Защита отчета по лабораторной работе. Экзамен.
РД3	Умение использовать случайные числа моделирования непрерывных случайных величин и распределений.		Раздел 3. Случайные точки в многомерном пространстве. Раздел 4. Неравномерно распределенные случайные числа. Раздел 5. Распределение Пуассона.	Защита отчета по лабораторной работе. Экзамен.
РД4	Иметь представление о методе статистического моделирования прохождения и взаимодействия излучения с веществом и других физических процессов.		Раздел 3. Случайные точки в многомерном пространстве. Раздел 4. Неравномерно распределенные случайные числа. Раздел 5. Распределение Пуассона.	Защита отчета по лабораторной работе. Экзамен.

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.	Лабораторная работа 1	Вопросы: 1. Устойчивость, случайность, статистическая устойчивость. 2. Вероятность, плотность вероятности. Основные вероятностные законы для дискретных и непрерывных случайных величин. 3. Статистическая эквивалентность и моделирование случайных событий. 4. Описать алгоритм моделирования равномерно распределенных случайных чисел в интервале (0,1) и в интервале (a,b). 5. Моделирование простейших случайных событий: монета, кубик, жеребьевка. 6. Моделирование неравновероятных случайных событий. 7. Вероятностные характеристики процессов размножения и возможность моделирования эволюции популяции по поколениям. Упражнения: 1. Получить несколько равномерно распределенных в (0,1) случайных чисел γ, используя рекуррентную формулу $\gamma_{i+1} = M(37\gamma_i)$. 2. Записать формулу для генерации случайных чисел x, равномерно распределенных в интервале (a,b). Использовать ее для получения нескольких чисел x. 3. Записать формулу, моделирующую подбрасывание монеты. Использовать ее для получения нескольких значений s ($s=0,1$). 4. Записать формулу, моделирующую подбрасывание кубика. Использовать ее для получения нескольких значений s ($s=1,2,...6$). 5. Записать формулу для определения номера интервала s, в который попадает случайное число x, $a \leq x \leq b$. Использовать ее для получения нескольких значений s для

	Оценочные мероприятия	Примеры типовых контрольных заданий
		равномерно распределенных x. 6. Записать формулы для моделирования подбрасывания двух монет и подсчета суммарного количества очков. Использовать ее для получения нескольких значений суммы. 7. Записать формулы для моделирования подбрасывания двух кубиков и подсчета суммарного количества очков. Использовать ее для получения нескольких значений суммы. 8. Составить блок-схему подпрограммы для моделирования подбрасывания монеты и подсчета количества подбрасываний до первого появления "орла". Привести результаты моделирования. 9. Составить блок-схему подпрограммы для моделирования подбрасывания кубика и подсчета количества подбрасываний до первого появления грани с 6-ю очками. Привести результаты моделирования. 10. Составить блок-схему подпрограммы для моделирования подбрасывания M монет и подсчета суммарного количества очков. Использовать ее для получения нескольких значений суммы. 11. каждом шоколадном яйце спрятан один из M различных новогодних призов. Составить блок-схему подпрограммы для моделирования номера приза и подсчета количества яиц, которые необходимо купить, чтобы собрать все возможные призы. 12. В вашей студенческой группе M студентов. Составить блок-схему подпрограммы для определения количества друзей у которых день рождения совпадает с вашим. 13. Составить блок-схемы подпрограмм для моделирования игры в "орлянку" до разорения одного из игроков: а. для вычисления количества подбрасываний монеты до разорения. б. для вычисления номера разорившегося игрока. Начальный капитал игроков Q_1 и Q_2. для вычисления номера разорившегося игрока. Привести результаты моделирования. 14. Вычислить P_0, получить рекуррентную формулу $P_{k+1} = r_k P_k \left(\sum_{k:} P_k = 1 \right)$ и составить блок-схему подпрограммы для моделирования номера интервала s, в который попадает равномерно распределенное в интервале $(0,1)$ число y, для распределений: $P_k = \frac{n!}{k! (n-k)!} p^{k(1-p)^{n-k}}, k = 0,1,2,3, \dots n$ - биномиальное распределение,

	Оценочные мероприятия	Примеры типовых контрольных заданий
		$P_k = p(1 - p)^k, k = 0, 1, 2, 3, \dots, \infty$ – геометрическое распределение, $P_k = \frac{a^k}{k!} \exp(-a), k = 0, 1, 2, \dots, \infty$ – распределение Пуассона., Привести результаты моделирования s. Задачи: 1. Составить программу VIEW для моделирования N случайных чисел x, равномерно распределенных в интервале (a, b). Привести результаты моделирования. 2. Составить программу C-DISTRIBUTION для моделирования случайных чисел x, равномерно распределенных в интервале (a, b), и получения гистограммы их распределения $\omega(x) \approx \frac{N(x \in \Delta x)}{N \Delta x}$. Сравнить результаты моделирования при нескольких значениях N. 3. Составить программу VIEW для моделирования подбрасывания монеты. Привести результаты моделирования N значений случайной величины s ($s=0, 1$). 4. Составить программу D-DISTRIBUTION для моделирования подбрасывания монеты и оценки вероятностей P_0 и P_1 Сравнить результаты моделирования при нескольких значениях N. 5. Составить программу VIEW для моделирования подбрасывания кубика. Привести результаты моделирования N значений случайной величины s ($s=1, 2, \dots, 6$). 6. Составить программу D-DISTRIBUTION для моделирования подбрасывания кубика и оценки вероятностей P_k, ($k=1, 2, \dots, 6$). Сравнить результаты моделирования при нескольких значениях N. 7. Составить программу D-DISTRIBUTION для моделирования подбрасывания двух кубиков, подсчета суммарного количества очков и оценки вероятности каждого возможного значения суммы. Сравнить результаты моделирования при нескольких значениях N. 8. Составить программы для моделирования подбрасывания игрального кубика до первого появления грани с 6-ю очками: a. D-DISTRIBUTION для оценки вероятности P_k того, что это произойдет при k-ом подбрасывании, b. AVERAGE для оценки среднего количества подбрасываний. Привести и обсудить результаты моделирования. 9. Составить программу VIEW для моделирования подбрасывания M монет и подсчета суммарного количества очков, выпавших на них. Привести результаты моделирования суммы.

Оценочные мероприятия		Примеры типовых контрольных заданий
		10. Составить программу D-DISTRIBUTION для моделирования подбрасывания $\\$M\\$ монет, подсчета суммарного количества очков и оценки вероятности каждого возможного значения суммы. Привести и обсудить результаты моделирования. 11. Составить программу AVERAGE для моделирования номера приза в Упражнении 11 и вычисления среднего количества шоколадных яиц, которые необходимо купить, чтобы собрать полную коллекцию призов. 12. Составить программу D-DISTRIBUTION для определения вероятностей P_n в Упражнении 12, где n - количество друзей, у которых день рождения совпадает с вашим. 13. Составить программу VIEW для моделирования случайной величины, принимающей значения $0, 1, 2, \dots$ с вероятностями P_k, заданными рекуррентной формулой $P_{k+1} = r_k \cdot P_k$, ($\sum_k P_k = 1$). Привести результаты моделирования N случайных чисел для биномиального, геометрического и пуассоновского распределений. 14. Составить программы для моделирования случайной величины, которая может принимать значения $0, 1, 2, \dots$ с вероятностями P_k, заданными рекуррентной формулой $P_{k+1} = r_k \cdot P_k$, ($\sum_k P_k = 1$): - D-DISTRIBUTION для оценки вероятностей P_k, - AVERAGE для оценки среднего значения $\bar{k} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N k_i$. Привести результаты моделирования для биномиального, геометрического и пуассоновского распределений. Исследовать зависимость величины $\bar{k}$ от параметров распределений. 15. Составить программы для моделирования игры в орлянку: - AVERAGE для оценки средней продолжительности игры до разорения одного из игроков, - D-DISTRIBUTION для оценки вероятности разорения каждого игрока. Исследовать зависимость этих величин от начального капитала игроков Q_1 и Q_2.
8.	Экзамен	Вопросы: - Приведите примеры явлений с устойчивым и случайным исходами. Опишите статистически устойчивую часть в придуманных вами примерах. - Проиллюстрируйте примерами понятия «вероятность» и «плотность вероятности». - Придумайте примеры, иллюстрирующие основные вероятностные законы для дискретных и непрерывных случайных величин. - Объясните, что означает термин «статистическое моделирование случайных событий».

	Оценочные мероприятия	Примеры типовых контрольных заданий
		5. Опишите алгоритмы моделирования равномерно распределенных случайных чисел в интервале $(0,1)$ 6. Опишите алгоритм моделирования простейших случайных событий: подбрасывания монеты или кубика, жеребьевки среди нескольких участников. 7. Опишите алгоритм моделирования неравновероятных случайных событий. 8. Назовите основные дискретные распределения и приведите примеры случайных явлений, которые описываются этими распределениями. 9. Опишите вероятностные характеристики процесса размножения живых организмов и алгоритм моделирования эволюции популяции по поколениям. 10. Опишите алгоритм моделирования равномерно распределенных случайных точек в прямоугольнике и многомерном параллелепипеде. 11. Опишите алгоритм моделирования случайных точек, равномерно распределенных в круге и по объему шара. 12. Опишите алгоритм статистического метода вычисления площадей и объемов. 13. Опишите алгоритм статистического метода вычисления массы, положения центра инерции и момента инерции тела заданной формы. 14. Опишите алгоритм статистического метода вычисления однократных интегралов. 15. Предложите алгоритм статистического метода вычисления двух- и трехкратных интегралов. 16. Опишите алгоритм получения случайных чисел методом функции распределения. Объясните, в каких случаях он не может быть использован. 17. Опишите два способа вычисления определенных интегралов методом Монте-Карло. 18. Опишите алгоритм получения случайных чисел методом исключения. 19. Опишите способы увеличения эффективности метода исключения. 20. Опишите алгоритм получения случайных чисел методом суперпозиции. 21. Получите формулы, связывающие декартовы координаты с цилиндрическими и сферическими. Запишите выражения для длины дуги, элемента поверхности и элемента объема в криволинейных координатах. 22. Опишите алгоритм получения случайных точек, равномерно распределенных в круге, на поверхности сферы и в объеме шара с использованием криволинейных координат.

	Оценочные мероприятия	Примеры типовых контрольных заданий
		23. Опишите алгоритм получения случайных точек, распределенных на плоскости по нормальному закону. 24. Опишите основные величины, характеризующие ослабление потока частиц в веществе: среднее количество частиц, поглощенных в слое Δx, закон ослабления, средняя длина свободного пробега. 25. Опишите физический смысл коэффициента μ в задаче о прохождении частиц через вещество. 26. Частицы стартуют из начала координат. Какой вид имеет вероятность столкновения в интервале $(x, x + \Delta x)$ и плотность вероятности для пробегов? Опишите физический смысл сомножителей этой функции. Как моделировать длину пробега частицы в веществе? 27. Опишите основные величины, характеризующие процесс радиоактивного распада: среднее количество атомов, распавшихся за время Δt, закон распада, период полураспада и среднее время жизни радиоактивного атома. 28. Опишите физический смысл постоянной распада. 29. Какой вид имеет плотность вероятности распада в момент t? Опишите физический смысл сомножителей этой функции. Как моделировать время жизни радиоактивного атома? 30. Какой вид имеет плотность вероятности для момента первого распада в системе из N атомов? Опишите физический смысл сомножителей этой функции. Как моделировать изменение количества радиоактивных атомов во времени? 31. Как моделировать изменение количества радиоактивных атомов и продуктов распада во времени, если атомы распадаются по нескольким каналам? Как моделируется сложный радиоактивный распад? 32. Перечислите вероятностные характеристики процесса размножения и гибели живых организмов и опишите способ моделирования этого процесса. 33. Опишите вероятностные характеристики пуассоновского потока событий для малого интервала Δt. 34. Какой вид имеет плотность вероятности для промежутка времени между событиями в пуассоновском потоке?

	Оценочные мероприятия	Примеры типовых контрольных заданий
		35. Приведите примеры задач, где можно пользоваться распределением Пуассона.

5. Методические указания по процедуре оценивания

	Оценочные мероприятия	Процедура проведения оценочного мероприятия и необходимые методические указания
1.	Лабораторные работы	Каждая лабораторная работа состоит из 3 частей: общих вопросов и упражнений, и задач, формируемых по вариантам. Для каждой из частей предусмотрены весовые коэффициенты при оценивании (вопросы имеют весовой коэффициент 0.1, упражнения – 0.2, а задачи – 0.4). Формируемое задание имеет максимальную оценку в 20 баллов. Всего выполняется 4 лабораторные работы. Проверяется и оценивается каждый пункт лабораторной работы из следующих принципов: При полностью правильном выполнении пункта (полностью разобранный своими словами вопрос, правильный результат в упражнении и верное решение задачи) выставляется 1 балл и применяется весовой коэффициент. Если пункт выполнен с ошибками или представлен ответ на другой вопрос, то балл не выставляется.
2.	Экзамен	Экзаменационный билет формируется из 4 вопросов на основании банка вопросов из п.4 Каждый вопрос максимально оценивается в 5 баллов (итого 20 в экзаменационном билете). Оценка каждого вопроса идет по следующему принципу: 1. Полностью раскрытая тема без ошибок – 5 баллов; 2. Тема раскрыта полностью, но есть незначительные ошибки – 3 балла; 3. Тема не раскрыта полностью или присутствуют значительные ошибки – 1 балл. 4. За отсутствие ответа, ответ на другой вопрос – 0 баллов. Экзамен проводится письменно с возможностью задания уточняющих вопросов для выяснения степени понимания вопроса.