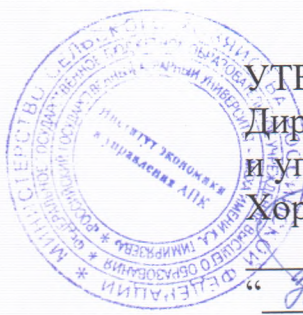


Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Хоружий Людмила Ивановна
Должность: Директор института экономики и управления АПК
Дата подписания: 22.03.2023 09:25:56
Уникальный идентификатор ключа:
1e90b132d9b04dce48635160b015dddf2cb1e6a9



МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –
МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА»
(ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева)

Институт экономики и управления АПК
Кафедра высшей математики



УТВЕРЖДАЮ:
Директора института экономики
и управления АПК
Хоружий Л.И.
" 20 " марта 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЬНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.О.08.03 «Теория вероятностей»
МОДУЛЯ Б1.О.08 «МАТЕМАТИКА»

для подготовки бакалавров

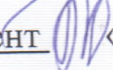
ФГОС ВО

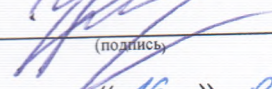
Направление: 09.03.02 «Информационные системы и технологии»
Направленности: «Большие данные и машинное обучение», «Компьютерные науки и интеллектуальный анализ данных», «Системная аналитика»

Курс 2
Семестры 3

Форма обучения: очная
Год начала подготовки: 2023

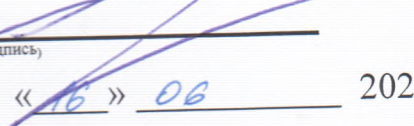
Москва, 2023

Разработчик: Войтицкий В.И., к.ф.-м.н., доцент  « 16 » 06 2023 г.

Рецензент: Коноплин Н.А. к.ф.-м.н. доцент
(ФИО, ученая степень, ученое звание)  (подпись) « 16 » 06 2023 г.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 09.03.02 «Информационные системы и технологии», направленности: «Большие данные и машинное обучение», «Компьютерные науки и интеллектуальный анализ данных», «Системная аналитика» и учебного плана по данным направлениям.

Программа обсуждена на заседании кафедры высшей математики
протокол № 11 от « 16 » 06. 2023 г.

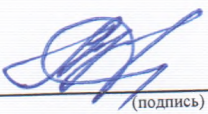
И.о. зав. кафедрой Прудкий А.С., к.п.н. доцент  (подпись) « 16 » 06 2023 г.

Согласовано:

Председатель учебно-методической
комиссии института Экономики и
управления АПК

Гупалова Т.Н., к.э.н., доцент  « 19 » 06 2023 г.

И.о. зав. выпускающей кафедрой
Статистики и кибернетики

Уколова А.В. к.э.н., доцент  (подпись) « 19 » 06 2023 г.
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

Зав.отделом комплектования ЦНБ
(подпись)

 Еримова А.В.

СОДЕРЖАНИЕ

Аннотация.....	4
1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	5
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ.....	5
3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ТЕОРИЯ ВЕРОЯТНОСТЕЙ», СООТНОСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.....	6
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	8
4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ по семестрам.....	8
4.2. Содержание дисциплины.....	8
4.3. Лекции и практические занятия.....	9
5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ.....	11
6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	12
6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности.....	12
6.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания.....	18
7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	19
7.1. Основная литература.....	19
7.2. Дополнительная литература.....	19
7.3. Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям.....	19
8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	20
9. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....	20
10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ СТУДЕНТАМ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....	21
Виды и формы отработки пропущенных занятий.....	21
11. Методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине.....	21

Аннотация

рабочей программы учебной дисциплины
Б1.О.08.03 «Теория вероятностей»

для подготовки бакалавров по направлению

09.03.02 «Информационные системы и технологии»

Направленности: «Большие данные и машинное обучение», «Компьютерные науки и интеллектуальный анализ данных», «Системная аналитика»

Цель освоения дисциплины: развитие математической культуры специалистов, навыков математического мышления, навыков использования математических методов и основ математического моделирования, знакомство специалистов с основами теории вероятностей, необходимыми для решения теоретических и практических задач аграрной науки и сельскохозяйственного производства.

Место дисциплины в учебном плане: дисциплина «Теория вероятностей» включена в обязательную часть учебного плана по направлению подготовки 09.03.02 «Информационные системы и технологии». Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Теория вероятностей», являются курс математики в объеме общеобразовательной средней школы и для некоторых разделов – дисциплины «Линейная алгебра» и «Математический анализ». Дисциплина «Теория вероятностей» является основополагающей для таких дисциплин, как: статистика, экономика и др.

Требования к результатам освоения дисциплины: в результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции (индикаторы): ОПК-1.1, ОПК-1.2.

Краткое содержание дисциплины: Предмет теории вероятностей, ее практическое значение. Основные понятия теории вероятностей. Классическое определение вероятности, ее свойства. Относительная частота, статистическое определение вероятности. Геометрическое определение вероятности.

Теорема сложения вероятностей несовместных событий. Полная группа событий, противоположные события. Теорема умножения вероятностей для независимых событий. Теорема умножения зависимых событий. Теорема сложения вероятностей совместных событий. Формула полной вероятности. Формула Байеса.

Повторные независимые испытания. Формула Бернулли. Локальная и интегральная теоремы Лапласа.

Дискретная случайная величина, закон ее распределения. Математическое ожидание дискретной случайной величины, его свойства. Дисперсия дискретной случайной величины, свойства дисперсии. Среднее квадратическое отклонение. Биномиальное распределение.

Непрерывная случайная величина. Функция распределения вероятностей случайной величины, ее свойства, график. Плотность распределения вероятностей, ее свойства. Математическое ожидание, дисперсия и среднее квадратическое отклонение.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине «Теория вероятностей», соответствующих с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся компетенций, представленных в таблице 1.

Таблица 1

Требования к результатам освоения учебной дисциплины

ние непрерывной случайной величины. Закон Больших чисел. Неравенство Чебышева. Теорема Чебышева. Теорема Бернулли.

Нормальное распределение. Нормальная кривая. Числовые характеристики нормального распределения. Оценка отклонения теоретического распределения от нормального. Вероятность попадания в заданный интервал и вероятность заданного отклонения для нормальной случайной величины. Правило трех сигма.

Общая трудоемкость дисциплины: 108 часов (3 зач. ед.)

Промежуточный контроль: зачет с оценкой.

1. Цель освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Теория вероятностей» является ознакомление бакалавров с основами теории вероятностей, необходимыми для решения теоретических и практических задач аграрной науки и сельскохозяйственного производства. Цель также заключается в приобретении студентами теоретических и практических знаний и в формировании умений и навыков, позволяющих участвовать в разработке математических моделей, методов математического исследования прикладных вопросов. Кроме того, теория вероятностей является базовой для всех курсов, использующих статистические и математические методы.

2. Место дисциплины в учебном процессе

Дисциплина «Теория вероятностей» включена в обязательный перечень дисциплин учебного плана обязательной части. Дисциплина «Теория вероятностей» реализуется в соответствии с требованиями ФГОС ВО, ОПОП ВО, профессиональных стандартов и Учебного плана по направлению 09.03.02 «Информационные системы и технологии».

Для изучения дисциплины необходимы знания курса математики в объеме общеобразовательной средней школы, а для некоторых разделов – знания, полученные при изучении дисциплин «Линейная алгебра» и «Математический анализ».

Дисциплина «Теория вероятностей» является основополагающей для таких дисциплин, как: статистика, эконометрика и др.

Особенностью дисциплины является то, что она призвана дать представление о месте и роли математики в современном мире, мировой культуре и истории; обучить принципам математических рассуждений и математических доказательств (используя принципы индукции и дедукции); развить математическое мышление; привить навыки самостоятельной работы; заложить основы организации исследовательской работы.

Рабочая программа дисциплины «Теория вероятностей» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

№ п/п	Код компетенции (или её части)	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:			
			Индикаторы компетенций	знать	уметь	владеть
1.	ОПК-1	Способен применять естественнонаучные и общетеоретические знания, методы математического моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессионально-педагогической деятельности	Индикаторы компетенций ОПК-1.1 Знать: основы математики, физики, вычислительной техники и программирования ОПК-2.2 Уметь: решать стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и общетеоретических знаний, методов математического моделирования	основные понятия теории вероятностей в объеме, необходимом для профессиональной деятельности	-	-

4. Структура и содержание дисциплины

4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зач.ед. (108 часов), их распределение по видам работ семестрам представлено в таблице 2.

Таблица 2

Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	Трудоёмкость (час.)
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	108
1. Контактная работа:	50,35
Аудиторная работа	50,35
в том числе:	
лекции (Л)	16
практические занятия (ПЗ)	34
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	0,35
2. Самостоятельная работа (СРС)	57,65
самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, выполнение ИДЗ, подготовка к практическим занятиям, контрольным работам)	48,65
Подготовка к зачету с оценкой	9
Вид промежуточного контроля:	зачет с оценкой

4.2 Содержание дисциплины

Таблица 3

Наименование разделов и тем дисциплин	Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
		Л	ПЗ	ПКР	
Раздел 1 «Случайные события»	48	8	18	0	22
Раздел 2 «Случайные величины»	50,65	8	16	0	26,65
Подготовка к зачету с оценкой	9	0	0	0	9
Контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	0,35	0	0	0	0,35
Всего за семестр	108	16	34	0,35	57,65
Итого по дисциплине	108	16	34	0,35	57,75

Раздел I. «Случайные события»

Тема 1. «Основные понятия теории вероятностей». Основные понятия теории вероятностей. Элементы комбинаторики. Вероятность события, её различные определения.

Тема 2. «Основные теоремы теории вероятностей». Теоремы сложения и умножения вероятностей событий. Формула полной вероятности. Формула Байеса.

Повторные независимые испытания. Формула Бернулли. Локальная и интегральная теоремы Лапласа. Формула Пуассона.

Раздел II. «Случайные величины»

Тема 3. «Дискретные случайные величины». Дискретная случайная величина, её числовые характеристики. Ряд распределения и функция распределения вероятностей дискретной случайной величины. Биномиальный закон распределения. Закон Пуассона. Понятие о совместном распределении двух случайных величин.

Тема 4. «Непрерывные случайные величины». Непрерывная случайная величина. Функция распределения и плотность распределения вероятностей непрерывной случайной величины, связь между ними. Числовые характеристики непрерывной случайной величины: равномерный, законы распределения непрерывной случайной величины: равномерный, показательный, нормальный. Правило « 3σ » для случайной величины, распределённой по нормальному закону.

Тема 5. «Понятие о предельных теоремах теории вероятностей». Понятие о центральной предельной теореме. Закон больших чисел в форме Бернулли и в форме Чебышева. Практическое значение закона больших чисел.

4.3 Лекции и практические занятия

Таблица 4

№ п/п	№ и название раздела	№ и название лекций и практических занятий	Формируемые компетенции (индикаторы)	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
1.	Раздел I. «Случайные события» Тема 1. «Основные понятия теории вероятностей»	Лекция № 1-2. Комбинаторика. Основные понятия теории вероятностей. Классическое, геометрическое и статистическое определения вероятности. Практическое занятие № 1-2. Основные понятия комбинаторики: сочетания, размещения, перестановки, принципы сложения, умножения.	ОПК-1.1; ОПК-1.2	решение типовых задач, выполнение ИДЗ №1	4

№ п/п	№ и название раздела	№ и название лекций и практических занятий	Формируемые компетенции (индикаторы)	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
		Практическое занятие №3-4. Вероятность события.	ОПК-1.1; ОПК-1.2	решение типовых задач, выполнение ИДЗ №2	4
		Практическое занятие №5.	ОПК-1.1; ОПК-1.2	контрольная работа №1	2
		Лекция №3-4. Теоремы сложения и умножения вероятностей событий. Формула полной вероятности. Формула Байеса. Повторные независимые испытания. Формула Бернулли. Локальная и интегральная теоремы Лапласа. Формула Пуассона.	ОПК-1.1; ОПК-1.2	участие в лекции с зараннее запланированными ошибками	4
	Тема 2. «Основные теоремы теории вероятностей»	Практическое занятие №6. Теоремы сложения и умножения вероятностей.	ОПК-1.1; ОПК-1.2	решение типовых задач, выполнение ИДЗ №3	2
		Практическое занятие №7. Формула полной вероятности. Формула Байеса	ОПК-1.1; ОПК-1.2	решение типовых задач, выполнение ИДЗ №4	2
		Практическое занятие №8. Повторные независимые испытания.	ОПК-1.1; ОПК-1.2	решение типовых задач, участие в поисковой дискуссии, выполнение ИДЗ №5	2
		Практическое занятие №9.	ОПК-1.1; ОПК-1.2	контрольная работа №2	2
2.	Раздел 2. «Случайные величины»	Лекция № 5-6. Дискретные случайные величины, числовые характеристики	ОПК-1.1; ОПК-1.2		4
	Тема 3. «Дискретные случайные величины»	Практическое занятие №10-12. Дискретные случайные величины, числовые характеристики	ОПК-1.1; ОПК-1.2	решение типовых задач	6
		Практическое занятие №13. Функция распределения, основные законы распределения дискретной случайной величины	ОПК-1.1; ОПК-1.2	решение типовых задач, выполнение ИДЗ №6	2
	Тема 4. «Непрерывные случайные величины»	Лекция № 7-8. Непрерывные случайные величины, числовые характеристики	ОПК-1.1; ОПК-1.2		4

№ п/п	№ и название раздела	№ и название лекций и практических занятий	Формируемые компетенции (индикаторы)	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
		Практическое занятие №14-15. Непрерывная случайная величина, числовые характеристики, функция плотности распределения вероятностей	ОПК-1.1; ОПК-1.2	решение типовых задач	4
	«Величины»	Практическое занятие №16. Основные законы распределения непрерывной случайной величины: равномерный, показательный, нормальный.	ОПК-1.1; ОПК-1.2	решение типовых задач, выполнение ИДЗ №7	2
		Практическое занятие №17.	ОПК-1.1; ОПК-1.2	контрольная работа №3	2

Таблица 5

Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
Раздел 1. «Случайные события»		
1.	Тема 2. Основные теоремы теории вероятностей	Повторные независимые испытания. Формула Бернулли. Локальная и интегральная теоремы Лапласа. Формула Пуассона. (ОПК-1.1, ОПК-1.2)
Раздел 2. «Случайные величины»		
2.	Тема 3. Дискретные случайные величины	Понятие о совместном распределении двух случайных величин. (ОПК-1.1, ОПК-1.2)
3.	Тема 5. Понятие о предельных теоремах теории вероятностей	Закон больших чисел в форме Бернулли и в форме Чебышева. (ОПК-1.1, ОПК-1.2)

5. Образовательные технологии

Таблица 6

Применение активных и интерактивных образовательных технологий

№ п/п	Тема и форма занятия		Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий
	Классическое определение вероятности события	Л	
1.	Повторные независимые испытания	ПЗ	Лекция с заранее запланированными ошибками
2.			Поисковая учебная дискуссия

6. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины

6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности

Примерные варианты контрольных работ

Контрольная работа №1

по теме «Основные понятия теории вероятностей»

1. Сколько существует натуральных шестизначных чисел, все цифры которых различны?
2. Сколькими способами из колоды в 36 карт можно выбрать 6 карт так, чтобы среди них оказалось хотя бы 3 красных карты?
3. Сколько четырехзначных чисел, делящихся на 25, можно составить из цифр 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 так, чтобы ни одна цифра в числе не повторялась?
4. На собрании должны выступить пять человек: А, Б, С, Д, Е. Сколькими способами можно расположить их в списке ораторов при условии, что А должен выступить непосредственно перед Б?
5. Двадцать пять пронумерованных (№1, №2, ..., №25) кубиков, одинаковых по размеру и массе, перемешаны и расположены случайным образом в ряд. Сколькими способами могут расположиться в ряд эти кубики так, чтобы на 12-ом месте в таком ряду оказался кубик с номером, делящимся на 5?
6. Игральная кость подбрасывается дважды. Найдите вероятность того, что сумма выпавших очков не превосходит 6.
7. Среди 25 студентов, из которых 15 девушек, разыгрываются 4 билета, причем каждый может выиграть только один билет. Какова вероятность того, что среди обладателей билетов окажутся три юноши и одна девушка?
8. Из колоды карт (36 штук) наудачу извлекают 4 карты. Найдите вероятность того, что среди извлечённых карт ровно две дамы.
9. Какова вероятность того, что в наудачу написанном трёхзначном числе цифра 5 встречается не менее двух раз?
10. На карточках написаны все числа от 20 до 40 включительно. Карточки случайным образом разложены в ряд. Какова вероятность того, что на первых пяти карточках будут числа от 23 до 27 включительно (безразлично в каком порядке)?
11. Имеется колода карт (36 штук). Из колоды случайным образом извлекают 6 карт. Какова вероятность того, что среди них будет не менее трех карт младше валета, безразлично какой масти?

Контрольная работа №2

по теме «Основные теоремы теории вероятностей»

1. Из колоды карт (36 штук) случайным образом последовательно извлекают три карты. Какова вероятность того, что первая карта – крестовая дама, вторая – бубновой масти, а третья – червовой валет?

2. Имеются две урны: в первой урне – 5 белых и 7 черных шаров, во второй – 3 черных и 7 белых шаров. Наудачу из каждой урны извлекают по одному шару. Какова вероятность того, что будут извлечены шары одного цвета?

3. Свинооткормочный совхоз «Останкино» получает пищевые отходы их двух районов г. Москвы не ритмично. Причем первый район нарушает ритмичность поставок в трех случаях из ста, а второй – в одном случае из семи. Найдите вероятность того, что:

- а) оба района не нарушат ритма поставок;
- б) только один район нарушит ритм поставок;
- в) хотя бы один из этих районов не нарушит ритмичности поставок.

4. Два автомата производят детали, которые поступают на общий конвейер. Вероятность получения нестандартной детали на первом автомате равна 0,075, а на втором – 0,09. Производительность второго автомата вдвое больше, чем первого. Найдите вероятность того, что наугад взятая с конвейера деталь нестандартная.

5. В специализированную больницу поступают в среднем 35% больных с заболеванием K , 25% – с заболеванием H , 40% – с заболеванием M . Вероятность полного излечения от болезни K равна 0,85, для болезни H и M эта вероятность равна 0,6 и 0,8. Большой, поступивший в больницу, был выписан здоровым. Найдите вероятность того, что этот больной страдал заболеванием K .

6. Для стрелка, выполняющего упражнение в тире, вероятность попасть в «яблочко» при одном выстреле не зависит от результатов предыдущих выстрелов и равна 0,25. Спортсмен сделал 5 выстрелов. Найдите вероятности событий: $A = \{\text{ровно два попадания}\}$, $B = \{\text{не менее трех попаданий}\}$.

7. Пара одинаковых игральные кости бросается 7 раз. Найдите вероятность следующих событий: $A = \{\text{сумма очков, равная 7, выпадет дважды}\}$, $B = \{\text{сумма очков, равная 7, выпадет не более шести раз}\}$.

Контрольная работа №3

по теме «Случайные величины»

1. X – случайная величина, причём $M(X) = -3$, $D(X) = 3$. Найдите

$$M(1 + X - 2X^2).$$

2. Составьте ряд распределения случайной величины X – числа белых шаров среди трёх шаров, извлечённых из урны, содержащей 2 белых и 3 чёрных шара.

3. Дискретная случайная величина X задана рядом распределения

$$X \quad -3 \quad -1 \quad 0 \quad 1 \quad 2 \quad 6$$

$$P \quad 0,1 \quad 0,1 \quad 0,2 \quad 0,2 \quad 0,3 \quad 0,1.$$

1) Найдите вероятности $P(X > 0)$, $P(X < 20)$, $P(-1 < X < 10)$, $P(X = 3)$, $P_{X=0}(X = 2)$;

2) вычислите $M(X)$, $D(X)$;

3) найдите функцию распределения данной случайной величины и постройте её график.

$$F(x) = \begin{cases} 0, & x \leq -1 \\ 0,2, & -1 < x \leq 2 \\ 0,3, & 2 < x \leq 3 \\ 0,8, & 3 < x \leq 5 \\ 1, & x > 5. \end{cases}$$

4. Случайная величина X задана функцией распределения

Найдите $P(X = 3)$, $P(X = 4)$, $P(-2 < X < 3)$, $M(X)$, $D(X)$.

5. Функция плотности распределения вероятностей некоторой непрерывной случайной величины задана графически (см. рис.).

- 1) Определите параметр a ;
- 2) запишите функцию $f(x)$ аналитически;
- 3) найдите $F(x)$;
- 4) вычислите $M(X)$.

6. Непрерывная случайная величина X распределена по нормальному закону с

плотностью $f(x) = \frac{1}{3\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x+2)^2}{18}}$. Найдите:

- 1) $M(X - 2M(X))$; 2) $D(3M(X) - 2X)$; 3) $M(3X^2 - 5)$;
- 4) $P(X \leq -1)$; 5) $P(-3,5 < X < -1)$.

7. Пусть X – обхват пясти (см) жеребца арабской породы, непрерывная случайная величина, распределённая по нормальному закону. Для некоторой группы жеребцов арабской породы средний обхват пясти составляет 19 см, а среднее квадратическое отклонение равно 0,5 см. Какова часть жеребцов этой группы может быть оценена пятью баллами, если для оценки в пять баллов промер обхвата пясти должен быть не менее 18,5 см?

Примерные варианты индивидуальных домашних заданий

Индивидуальное домашнее задание №1

по теме «Основные понятия теории вероятностей»

1. Сколько существует натуральных пятизначных чисел, содержащих только цифры 0, 2, 4 и 5?
2. В группе 12 девушек и 10 юношей. Сколькими способами из этой группы можно выбрать четырёх человек для участия в соревнованиях, если среди них должно быть не менее двух юношей?
3. Сколько словарей надо издать, чтобы можно было непосредственно выполнять переводы с любого из пяти языков на любой другой из этих пяти языков?

Индивидуальное домашнее задание №2

по теме «Основные понятия теории вероятностей»

1. Брошены две игральные кости. Найдите вероятность того, что сумма выпавших очков не превысит пяти.
2. Наудачу выбрано двузначное число. Какова вероятность того, что оно кратно пяти?
3. В вазе 15 гвоздик, среди которых – 8 красных. Из вазы случайным образом выбирают 7 гвоздик. Какова вероятность того, что среди них окажется 3 красных гвоздики?

2. Даны две независимые случайные величины X и Y :

X :	x	0	1
	p	0,3	0,7

Y :	y	-1	2	3
	p	0,3	0,2	0,5

Найдите $M(Z)$, $D(Z)$, $\sigma(Z)$, где $Z = 2X - 3Y + 1$.

3. Найдите математическое ожидание, дисперсию и среднее квадратическое отклонение случайной величины $Z = 7Y - 3X - 1$, если известно, что:

$$M(3X - 2) = 0,7, D(2X) = 0,16, M(Y + 1) = -2, D(Y - 5) = 0,1.$$

Индивидуальное домашнее задание №7

по теме «Непрерывные случайные величины»

1. Непрерывная случайная величина X задана функцией плотности распределе-

$$f(x) = \begin{cases} 0, & \text{если } x \leq -1, \\ a(2x + 5), & \text{если } -1 < x \leq 3, \\ 0, & \text{если } x > 3. \end{cases}$$

Найдите:

- 1) значение параметра a ;
 - 2) интегральную функцию распределения $F(x)$;
 - 3) числовые характеристики случайной величины X ;
 - 4) вероятность события, состоящего в том, что случайная величина X примет значение из интервала $(0; 2,7)$.
- Постройте графики функций $F(x)$ и $f(x)$. Дайте геометрическую интерпретацию вероятности, найденной в пункте 4).

2. Случайная величина X распределена по нормальному закону с параметрами $a = -3$, $\sigma = 0,5$.

- 1) Запишите функцию плотности распределения вероятностей случайной величины X ;
- 2) найдите вероятность события, состоящего в том, что случайная величина X примет значение из интервала $(-2,7; -1,8)$.

Примерный перечень вопросов к зачету с оценкой по дисциплине

1. Что называется событием?
2. Дайте определение событий: а) случайного; б) достоверного; в) невозможного.
3. Какие события называются совместными, несовместными?
4. Какие события называются зависимыми и какие независимыми?
5. В урне имеется 5 красных и 5 черных шаров. Наудачу из урны извлекают последовательно два шара. Пусть событие A – появление первым красного шара, событие B – появление вторым тоже красного шара. Являются ли события A, B зависимыми?
6. Какие события образуют полную группу?
7. Составляют ли полную группу событий следующие два события:
 A – появление четного числа очков на грани,
 B – появление нечетного числа очков на грани
 в результате подбрасывания одной игральной кости?

Индивидуальное домашнее задание №3

по теме «Теоремы сложения и умножения вероятностей»

1. Из букв разрезной азбуки $\{a, a, t, t, o, p, p, k, m\}$ случайным образом выбирают три буквы и раскладывают их в ряд. Какова вероятность того, что получится слово «тор»?
2. Из колоды карт (36 штук) случайным образом последовательно извлекают три карты. Какова вероятность того, что первые две карты будут черновой масти, а третья – пиковой?
3. Вероятность стабильной работы первого устройства равна 0,7, а вероятность стабильной работы второго – 0,8. Найдите вероятность:
 - а) стабильной работы обоих устройств;
 - б) стабильной работы не менее чем одного из этих устройств;
 - в) нестабильной работы хотя бы одного из этих устройств.

Индивидуальное домашнее задание №4

по теме «Формула полной вероятности. Формула Байеса»

1. Имеются две урны. В первой – 12 белых и 3 черных шара, во второй – 5 белых и 7 черных. Из первой урны во вторую перекладывают один шар. Найдите вероятность того, что шар, извлеченный после этого из первой урны, будет белым.
 2. В поликлинике есть три (одинаковых по виду) автомата для самозаписи пациентов и выдачи талонов к специалистам. Вероятность того, что во время обращения пациента к первому автомату, автомат не выйдет из строя, равна 0,97; для второго автомата такая вероятность равна 0,92; для третьего автомата – 0,95. Известно, что некоторый пациент, обратившись к одному из этих трёх автоматов, записался к специалисту и получил талон. Какова вероятность того, что этот пациент воспользовался вторым автоматом?
- Индивидуальное домашнее задание №5**
по теме «Повторные независимые испытания»
1. Пусть вероятность того, что наудачу взятая деталь является стандартной, равна 0,85. Найдите вероятность того, что:
 - а) из восьми взятых деталей половина деталей будет стандартными;
 - б) хотя бы одна из семи взятых деталей будет нестандартной;
 - в) среди 100 взятых деталей 87 деталей будут стандартными;
 - г) среди 150 взятых деталей не более 125 деталей будут стандартными.

Индивидуальное домашнее задание №6

по теме «Дискретные случайные величины»

1. У 20% посаженного картофеля стебли поражены фитофторой. Составьте ряд распределения и постройте многоугольник распределения случайной величины X – числа пораженных кустов картофеля из трех кустов, отобранных случайным образом. Найдите функцию распределения и постройте ее график. Найдите математическое ожидание, дисперсию и среднее квадратическое отклонение дискретной случайной величины X .

27. Дайте определения дисперсии $D(X)$ и среднего квадратического отклонения $\sigma(X)$ случайной величины X . Какие свойства случайной величины характеризуют $D(X)$ и $\sigma(X)$?
28. Может ли дисперсия некоторой случайной величины быть отрицательным числом?
29. Сформулируйте свойства математического ожидания $M(X)$ и дисперсии $D(X)$ случайной величины X . Пусть $M(X) = 2$; чему равно $M(2X)$?
30. Дайте определение случайной величины, распределенной по нормальному закону. Какая существует связь между параметрами μ, σ нормального распределения и числовыми характеристиками случайной величины, распределенной по нормальному закону?
31. Изобразите кривую нормального распределения. Как параметры μ, σ нормального распределения влияют на вид и расположение кривой?
32. Как найти вероятность попадания случайной величины, распределенной по нормальному закону, в заданный интервал $(\alpha; \beta)$?
33. Запишите формулу для определения вероятности попадания случайной величины, распределенной по нормальному закону, в интервал, симметричный относительно математического ожидания. В чем заключается правило трех сигма?

6.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

Для оценки знаний, умений, навыков и формирования компетенций во время изучения дисциплины используется балльно-рейтинговая система контроля и оценки успеваемости студентов, в основу которой положены принципы, в соответствии с которыми формирование рейтинга студента осуществляется в ходе текущего и промежуточного контроля знаний.

Виды текущего контроля: контрольная работа (аудиторная), индивидуальные домашние работы.

Вид промежуточного контроля: зачет с оценкой.

Во время изучения дисциплины «Теория вероятностей» студенты выполняют 3 контрольных работы и 7 индивидуальных домашних заданий. Для оценки работы студента по дисциплине используется следующая балльная шкала оценок.

S – максимальное количество баллов, которое студент может набрать в течение всего семестра; $S = s_1 + s_2$, где s_1 – максимальное количество баллов, которое студент может набрать за выполнение семи индивидуальных домашних заданий, s_2 – максимальное количество баллов, которое студент может набрать за выполнение трех контрольных работ.

$S_1 = x_1 + x_2$, где x_1 – количество баллов, набранное студентом за выполнение семи индивидуальных домашних заданий, x_2 – количество баллов, набранное студентом за выполнение трех контрольных работ.

Для получения зачета с оценкой студенту необходимо, чтобы все индивидуальные домашние задания и контрольные работы за данный курс были зачтены (т.е. по каждой работе набрано не менее 50% от максимального количества

8. Какие события называются противоположными?
9. Какое событие противоположно достоверному?
10. Дайте классическое определение вероятности.
11. Что называется относительной частотой события? Дайте статистическое определение вероятности события.
12. Запишите систему неравенств, которой удовлетворяет вероятность $P(A)$ любого события A .
13. Пусть p – вероятность события A , q – вероятность противоположного ему события \bar{A} . Может ли выполняться каждое из следующих соотношений:
а) $p + q = 1$; б) $2p = q$; в) $p = -q$?
14. Дайте определения суммы и произведения вероятностей для:
а) несовместных событий; б) совместных событий.
16. Сформулируйте теорему умножения вероятностей для:
а) независимых событий; б) зависимых событий.
17. В чем состоит задача вычисления вероятности частоты появления некоего события в схеме повторных независимых испытаний? Запишите формулу Бернулли и определите смысл входящих в нее параметров.
18. Что такое наименее вероятное число появлений события в схеме повторных независимых испытаний?

19. Сформулируйте определение случайной величины.

20. Какие случайные величины называются дискретными, непрерывными? Приведите примеры.

21. Являются ли дискретными случайные величины:

- 1) количество зерен в одном колосе пшеницы;
- 2) дневной удой молока от одной коровы;
- 3) количество кроликов, появляющихся за один помет у одной самки кролика;
- 4) годовая яйценоскость кур;
- 5) урожайность некоторых зерновых культур;
- 6) число ясных дней в июле в Москве;
- 7) высота всходов кукурузы?

22. Дайте определение функции распределения случайной величины. Сформулируйте свойства этой функции.

23. Как можно задать дискретную случайную величину? Что называется рядом распределения дискретной случайной величины?

24. Как определяется функция плотности распределения вероятностей, каковы ее свойства?

25. Дайте определение математического ожидания $M(X)$ случайной величины. Какая существует связь между математическим ожиданием и средним арифметическим возможных значений случайной величины?

26. Может ли математическое ожидание некоторой случайной величины быть отрицательным, равным нулю? Приведите примеры.

баллов). В том случае, если какие-либо из перечисленных работ не сданы или не зачтены, то студенту необходимо их отработать во время семестра.

По набранным баллам студент может получить зачет со следующими оценками по дисциплине без прохождения промежуточного контроля.

Таблица 7

набранный рейтинг	зачет с оценкой
$\frac{S_1}{S} \geq 0,85$	Отлично
$0,7 \leq \frac{S_1}{S} < 0,85$	Хорошо
$0,5 \leq \frac{S_1}{S} < 0,7$	Удовлетворительно
$\frac{S_1}{S} < 0,5$	Неудовлетворительно

В том случае, если студент набрал менее 50% от максимального возможного количества баллов, он может во время зачетной недели написать итоговую работу и по ее результатам получить зачет с оценкой удовлетворительно (незачет с оценкой неудовлетворительно).

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1 Основная литература

1. Кремер, Н. Ш. Теория вероятностей и математическая статистика : учебник и практикум для вузов / Н. Ш. Кремер. — 5-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 538 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-10004-4. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/517540>
2. Гмурман, В. Е. Теория вероятностей и математическая статистика : учебник для вузов / В. Е. Гмурман. — 12-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 479 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-00211-9. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/510437>
3. Гмурман, В. Е. Руководство к решению задач по теории вероятностей и математической статистике : учебное пособие для вузов / В. Е. Гмурман. — 11-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 406 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-08389-7. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/510436>
4. Энатская, Н. Ю. Теория вероятностей : учебное пособие для вузов / Н. Ю. Энатская. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 203 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-01338-2. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/512081>

7.2 Дополнительная литература

1. Вентцель Е.С. Теория вероятностей – М.: Высшая школа, 2001.
2. Д. Конспект лекций по теории вероятностей и математической статистике – М.: АЙРИС-ПРЕСС, 2009.
3. Ковалев, Е. А. Теория вероятностей и математическая статистика для экономистов : учебник и практикум для вузов / Е. А. Ковалев, Г. А. Медведев ; под общей редакцией Г. А. Медведева. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 284 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-01082-4. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/511337>

4. Малугин, В. А. Теория вероятностей : учебное пособие для среднего профессионального образования / В. А. Малугин. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 266 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-08519-8. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/515586>

7.3 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

1. Демина Т.Ю., Иванцова Н.Н., Ненкашова Е.В. Высшая математика. Индивидуальные задания – М.: Изд-во РГАУ–МСХА, 2008.

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

1. <http://www.rsl.ru> Российская государственная библиотека (открытый доступ)
2. <http://www.allmath.ru> Математический портал (открытый доступ)
3. <http://www.mathedu.ru> Интернет-библиотека «Математическое образование: прошлое и настоящее» (открытый доступ)
4. <https://www.fxyz.ru> – формулы и справочная информация по математике и физике (открытый доступ)
5. <http://univertv.ru/video/matematika/> – образовательный видеопортал (открытый доступ)
6. <https://www.lektorium.tv> – просветительский проект Лекториум (открытый доступ)
7. <http://ru.wikipedia.org> – Википедия (открытый доступ)
8. <https://yandex.ru> – Яндекс (открытый доступ)
9. <http://google.ru> – Гугл (открытый доступ)
10. <http://rambler.ru> – Рамблер (открытый доступ)

9. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Таблица 7
Сведения об обеспеченности специализированными аудиториями, кабинетами, лабораториями

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы (№ учебного корпуса, № аудитории)	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы (28 уч.к., ауд.133)	Парты 32 шт. Стулья 1 шт. Доска меловая 1 шт.

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы (№ учебного корпуса, № аудитории)	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1 учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы (12 уч.к., ауд.220)	2 Стол ученический на металлокаркасе с под-стольем 30 шт. Скамья на металлокаркасе 30 шт. Доска настенная 3-элементная (меловая) 1 шт.
ЦНБ имени Н.И.Железнова	читальный зал

10. Методические рекомендации студентам по освоению дисциплины

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Теория вероятностей» являются курс математики в объеме общеобразовательной средней школы и дисциплины «Линейная алгебра», «Математический анализ», изучаемые студентами на первом курсе. Поэтому проблемы в школьных знаниях, а также слабые знания по этим дисциплинам существенно влияют на успеваемость студентов. С целью избежать возникновения каких-либо проблем в процессе изучения дисциплины для студентов еженедельно проводятся консультации. На консультациях студенты могут получить ответы на вопросы, возникшие у них в процессе выполнения текущих домашних заданий, а также при выполнении индивидуальных домашних заданий.

Виды и формы отработки пропущенных занятий

Для успешного освоения дисциплины необходимо систематическое посещение лекций и практических занятий, выполнение текущих домашних заданий, а также индивидуальных домашних заданий (участвующих в накоплении баллов за работу в течение семестра). В случае пропуска лекции (или практического занятия) необходимо ознакомиться с этим материалом самостоятельно и в случае возникновения вопросов обратиться к преподавателю за консультацией, согласно расписанию ее проведения. В случае пропуска аудиторной контрольной работы необходимо ее написать во время любой из консультаций, проводимых преподавателем для студентов.

11. Методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине

При преподавании курса необходимо ориентироваться на современные образовательные технологии. Аудиторная и самостоятельная работы должны быть направлены на углубление и расширение полученных знаний, на закрепление приобретенных навыков и применение формируемых компетенций. Кроме того, рекомендуется использовать дифференцированное обучение и активные методы проверки знаний при проведении контрольных работ.

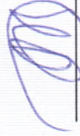
Это достигается путем организации индивидуальной самостоятельной работы студентов.

При проведении промежуточной аттестации (зачета с оценкой) важно учесть все виды работ, оценить уровень знаний студентов по всем разделам учебной дисциплины. С этой целью следует разработать и использовать рейтинговую систему оценки знаний студентов.

Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету с оценкой должен доводиться до студентов в начале изучения дисциплины. При необходимости он может быть уточнен не позднее, чем за месяц до сдачи зачета с оценкой.

Программу разработал:

Войтицкий В.И., к. ф.-м., доцент



(подпись)

РЕЦЕНЗИЯ

на рабочую программу дисциплины Б1.О.08.03 «Теория вероятностей»

ОПОП ВО по направлению 09.03.02 «Информационные системы и технологии», направленности: «Большие данные и машинное обучение», «Компьютерные науки и интеллектуальный анализ данных», «Системная аналитика» и учебного плана по интеллектуальным направлениям (квалификация выпускника-бакалавр)

Коноплин Николаем Александровичем, доцентом кафедры физики ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», кандидатом технических наук (далее по тексту рецензент), проведено рецензирование рабочей программы дисциплины «Теория вероятностей» ОПОП ВО по направлению 09.03.02 «Информационные системы и технологии», направленные: «Большие данные и машинное обучение», «Компьютерные науки и интеллектуальный анализ данных», «Системная аналитика» (квалификация выпускника - бакалавр), разработанной в ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», на кафедре высшей математики (разработчик – Войтицкий В.И., доцент, к.ф.-м.н.)

Рассмотрев представленные на рецензирование материалы, рецензент пришел к следующим выводам:

1. Представленная рабочая программа дисциплины «Теория вероятностей» (далее по тексту Программа) *соответствует* требованиям ФГОС ВО по направлению 09.03.02 «Информационные системы и технологии». Программа *содержит* все основные разделы, *соответствует* требованиям к нормативно-методическим документам.
2. Представленная в Программе *актуальность* учебной дисциплины в рамках реализации ОПОП ВО *не подлежит сомнению* – дисциплина относится к обязательной части учебного цикла – Б1.О.
3. Представленные в Программе *цели* дисциплины *соответствуют* требованиям ФГОС ВО направления 09.03.02 «Информационные системы и технологии».
4. В соответствии с Программой за дисциплиной «Теория вероятностей» закреплена *компетенция (2 индикатора)*. Дисциплина «Теория вероятностей» и представленная Программа *способна реализовать* их в объявленных требованиях. Результаты обучения, представленные в Программе в категориях *знать, уметь, владеть* *соответствуют* специфике и содержанию дисциплины и *демонстрируют* *возможность* получения заявленных результатов.
5. Общая трудоёмкость дисциплины «Теория вероятностей» составляет 3 зачётных единицы (108 часов).
6. Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросам исключения дублирования в содержании дисциплин *соответствует* действительности. Дисциплина «Теория вероятностей» взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 09.03.02 «Информационные системы и технологии» и возможность дублирования в содержании отсутствует.
7. Представленная Программа предполагает использование современных образовательных технологий, используемые при реализации различных видов учебной работы. Формы образовательных технологий *соответствуют* специфике дисциплины.
8. Программа дисциплины «Теория вероятностей» предполагает проведение занятий в интерактивной форме.
9. Виды, содержание и трудоёмкость самостоятельной работы студентов, представленные в Программе, *соответствуют* требованиям к подготовке выпускников, содержащимся во ФГОС ВО направления 09.03.02 «Информационные системы и технологии».

10. Представленные и описанные в Программе формы *текущей* оценки знаний (опрос, работа над домашним заданием и выполнение индивидуальных домашних заданий), *соответствуют* специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Форма промежуточного контроля знаний студентов, предусмотренная Программой, осуществляется в форме зачета с оценкой, что *соответствует* статусу дисциплины, как дисциплины обязательной части учебного цикла – Б1.О ФГОС ВО направления 09.03.02 «Информационные системы и технологии».

11. Формы оценки знаний, представленные в Программе, *соответствуют* специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено: основной литературой – 4 источника, дополнительной литературой – 4 наименований, Интернет-ресурсы – 10 источников и *соответствует* требованиям ФГОС ВО направления 09.03.02 «Информационные системы и технологии».

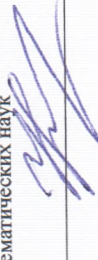
12. Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует специфике дисциплины «Теория вероятностей» и обеспечивает использование современных образовательных, в том числе интерактивных методов обучения.

13. Методические рекомендации студентам и методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине дают представление о специфике обучения по дисциплине «Теория вероятностей».

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

На основании проведенного рецензирования можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины «Теория вероятностей» ОПОП ВО по направлению 09.03.02 «Информационные системы и технологии», направленности «Большие данные и машинное обучение», «Компьютерные науки и интеллектуальный анализ данных», «Системная аналитика» (квалификация выпускника - бакалавр), разработанная Войтицким В.И., доцентом, кандидатом физико-математических наук, соответствует требованиям ФГОС ВО, современным требованиям экономики, рынка труда и позволит при её реализации успешно обеспечить формирование заявленных компетенций.

Рецензент: Коноплин Н.А., доцент кафедры физики ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», кандидат физико-математических наук



«16» 06 2023 г.