

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет
им. Н.И. Лобачевского»**

Институт информационных технологий, математики и механики

(факультет / институт / филиал)

УТВЕРЖДЕНО
решением Ученого совета ННГУ
протокол от 30 ноября 2022 г. № 13

Рабочая программа дисциплины

Введение в математическую статистику

(наименование дисциплины (модуля))

Уровень высшего образования
магистратура

(бакалавриат / магистратура / специалитет)

Направление подготовки / специальность
01.04.02 Прикладная математика и информатика

(указывается код и наименование направления подготовки / специальности)

Направленность образовательной программы
Анализ данных в прикладных областях

(указывается профиль / магистерская программа / специализация)

Форма обучения

очная

(очная / очно-заочная / заочная)

Нижегород
2023 год

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина относится к обязательной части

Б1.О.05 Введение в математическую статистику

№ варианта	Место дисциплины в учебном плане образовательной программы	Стандартный текст для автоматического заполнения в конструкторе РПД
1	Блок 1. Дисциплины (модули) Обязательная часть	Дисциплина Б1.О.05, «Введение в математическую статистику» относится к обязательной части ООП направления подготовки 01.04.02 «Прикладная математика и информатика».

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции* (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине**	
ОПК-1. Способен решать актуальные задачи фундаментальной и прикладной математики	ОПК-1.1. Знает современные методы решения задач фундаментальной и прикладной математики	<i>Знает следующие понятия математической статистики: генеральная совокупность, выборка, методы её получения, преобразование выборки: вариационный ряд, группировка, эмпирическая функция, гистограмма, статистические гипотезы и критерии, описательная статистика, статистическое моделирование случайных величин, статистические функции дискретных и непрерывных распределений, методы проверки параметрических и непараметрических гипотез.</i>	<i>Собеседование</i>
	ОПК-1.2. Умеет использовать фундаментальные знания и практический опыт в профессиональной деятельности	<i>Умеет оценивать параметры генеральной совокупности инструментами ЭТ, рассчитывать доверительные интервалы для параметров распределения, проверять параметрические и непараметрические статистические гипотезы.</i>	<i>Задачи (практические задания)</i>
	ОПК-1.3. Имеет навыки решения актуальных и значимых проблем фундаментальной и прикладной математики	<i>Владеет навыками статистического анализа данных и исследования вероятностных распределений в табличном процессоре MS Excel.</i>	<i>Задачи (практические задания)</i>

ОПК-3. Способен разрабатывать математические модели и проводить их анализ при решении задач в области профессиональной деятельности	ОПК-3.1. Знает современные методы анализа математических моделей при решении задач в области профессиональной деятельности	<i>Знает следующие понятия и определения: модель, моделирование, переменные в моделях, модель парной регрессии: уравнение и вид парной регрессии, метод наименьших квадратов, оценки качества модели, нелинейной регрессии, модели множественной регрессии: уравнение и вид, стандартизированное уравнение, оценок адекватности модели, прогноза, анализа временных рядов, моделирование тенденций и сезонных составляющих ряда, методов выравнивания временных рядов, прогнозирования.</i>	Собеседование
	ОПК-3.2. Умеет разрабатывать математические модели и проводить их анализ при решении задач в области профессиональной деятельности .	<i>Умеет оценивать параметры парной и множественной регрессии, оценивать качество и адекватность моделей, выполнять прогнозы, выявлять тенденции и сезонные составляющие временного ряда, выполнять прогнозирование методами регрессии, скользящего среднего, экспоненциального сглаживания, оценивать точность прогноза.</i>	Задачи (практические задания)
	ОПК-3.3. Имеет навыки разработки новых математических моделей при решении задач в области профессиональной деятельности	<i>Владеет навыками выполнения корреляционного и регрессионного анализа, анализа и прогнозирования временных рядов средствами табличного процессора MS Excel.</i>	Задачи (практические задания)

3. Структура и содержание дисциплины

3.1. Трудоемкость дисциплины

	Очная форма обучения
Общая трудоемкость	6 ЗЕТ
Часов по учебному плану	216
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	66
- занятия лекционного типа	32
- занятия семинарского типа	32
- занятия лабораторного типа	0
- текущий контроль (КСР)	2
самостоятельная работа	114
Промежуточная аттестация – экзамен	36

3.2. Содержание дисциплины

	В том числе	
	Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы. Из них	Самостоятельная

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины	Всего (часы) Очная	Занятия лекционного типа		Занятия семинарского типа		Занятия лабораторного типа		Всего	
		Очная	Очная	Очная	Очная	Очная	Очная	Очная	Очная
1. Существенные понятия математической статистики: Измерения, шкалы, величины. Генеральная совокупность. Выборка. Функции распределения. Статистические гипотезы и критерии. Описательная статистика.	36	6		8				14	22
2. Статистическое моделирование случайных величин в MS Excel: Компьютерная реализация вероятностно-статистического моделирования. Статистические функции непрерывных распределений. Статистические функции дискретных распределений.	32	6		4				10	22
3. Методы проверки параметрических гипотез в MS Excel: Двухвыборочный z-тест для средних. Двухвыборочный t-тест с одинаковыми и различными дисперсиями. Двухвыборочный F-тест для дисперсий. Парный двухвыборочный t-тест для средних	32	6		4				10	22
4. Статистические методы изучения взаимосвязей явлений и процессов в MS Excel: Ковариация и корреляция. Метод наименьших квадратов. Аппроксимация линейной, квадратичной, показательной функций. Средняя ошибка аппроксимации. Построение и анализ качества модели парной линейной регрессии. Точечный и интервальный прогнозы по модели парной линейной регрессии. Стандартная ошибка точечного прогноза. Построение и анализ качества модели множественной регрессии инструментом «Регрессия». Интервальное оценивание параметров уравнения множественной линейной регрессии.	42	8		10				18	24
5. Статистические методы изучения динамики процессов в MS Excel: Понятие временного ряда. Структура трендовой модели временного ряда. Модели временных рядов. Выделение тенденций и сезонной составляющей. Методы сглаживания. Оценка адекватности модели. Прогнозирование. Скользящее среднее и экспоненциальное сглаживание. Анализ временного ряда и прогнозирование. Оценка точности прогноза.	36	6		6				12	24
Текущий контроль (КСР)	2							2	
Промежуточная аттестация – экзамен/зачет	36								
Итого	216	32		32				66	114

Текущий контроль успеваемости реализуется в формах опросов на занятиях семинарского типа. Промежуточная аттестация проходит в традиционных формах (экзамен)

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа заключается в чтении литературы из списка основной

литературы, решения практических заданий и подготовке к промежуточной аттестации.

Контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведены в п. 5.2.

Для обеспечения самостоятельной работы обучающихся используется электронный курс «Введение в математическую статистику» (<https://e-learning.unn.ru/course/view.php?id=11170>), созданный в системе электронного обучения ННГУ – <https://e-learning.unn.ru/>.

5. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю), включающий:

5.1. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	Шкала оценивания сформированности компетенций						
	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	Не зачтено			Зачтено			
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки.	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибки.	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько незначительных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки.	Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными незначительными недочетами, выполнены все задания в полном объеме.	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки.	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами.	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.	Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач.

Шкала оценки при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	Превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно»
	Отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично»
	Очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «очень хорошо»
	Хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «хорошо»
	Удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
не зачтено	Неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»
	Плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

5.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения

5.2.1 Контрольные вопросы

вопросы	Код формируемой компетенции
1. Что называют дискретным вариационным рядом? Интервальным вариационным рядом? Что называют частотами вариационного ряда? Что называют накопленной частотой и накопленной частотью?	ОПК-1
2. Что называют полигоном вариационного ряда? Что называют гистограммой частот (частостей) вариационного ряда? Что называют кумулятой вариационного ряда?	ОПК-1
3. Дайте определение средней арифметической вариационного ряда. Сформулируйте ее свойства. Дайте определение моды и медианы дискретного вариационного ряда. Дайте определение дисперсии вариационного ряда, сформулируйте ее свойства. Дайте определение среднего квадратического отклонения вариационного ряда. Дайте определение коэффициента вариации вариационного ряда.	ОПК-1
4. Дайте определения начальных и центральных моментов вариационного ряда. Дайте определение коэффициента асимметрии вариационного ряда. Дайте определение эксцесса вариационного ряда.	ОПК-1
5. Что понимается под генеральной совокупностью? Что понимается под случайной выборкой из генеральной совокупности?	ОПК-1
6. Каковы основные задачи математической статистики?	ОПК-1
7. Дайте определение выборочной функции распределения. Дайте определение выборочной средней арифметической. Дайте определение выборочной дисперсии.	ОПК-1
9. Дайте определение статистического ряда выборки.	ОПК-1
10. Дайте определение эмпирической функции распределения. Дайте определение эмпирической плотности распределения.	ОПК-1

11. Что называют точечной оценкой неизвестного параметра генеральной совокупности? Какую точечную оценку называют несмещенной? Какая точечная оценка является несмещенной, состоятельной и эффективной в классе линейных оценок для математического ожидания генеральной совокупности? Какая точечная оценка для дисперсии генеральной совокупности является: а) смещенной; б) несмещенной? Являются ли эти оценки состоятельными? В чем состоит метод максимального правдоподобия нахождения точечных оценок?	ОПК-1
12. Что называют интервальной оценкой для неизвестного параметра распределения генеральной совокупности? Что такое коэффициент доверия (доверительная вероятность), нижняя и верхняя границы интервальной оценки неизвестного параметра? Какую статистику используют для построения интервальной оценки для математического ожидания в случае нормальной модели при известной дисперсии? По какому закону статистика распределена?	ОПК-1
13. Какую статистику используют для построения интервальной оценки для математического ожидания в случае нормальной модели при неизвестной дисперсии? По какому закону статистика распределена? Какую статистику используют для построения интервальной оценки для дисперсии нормально распределенной генеральной совокупности? По какому закону она распределена?	ОПК-1
13. Какую статистику используют для построения интервальной оценки для математического ожидания в случае нормальной модели при неизвестной дисперсии? По какому закону статистика распределена? Какую статистику используют для построения интервальной оценки для дисперсии нормально распределенной генеральной совокупности? По какому закону она распределена?	ОПК-1
14. Какую статистику используют при интервальном оценивании генеральной средней в случае больших объемов выборки (n больше 30)? Укажите ее распределение. Какую статистику используют при интервальном оценивании генеральной доли в случае больших объемов выборки (n больше 30)? Укажите ее распределение.	ОПК-1
15. Что такое статистическая гипотеза (гипотеза)? Какую статистическую гипотезу называют параметрической, непараметрической, многопараметрической? Какую гипотезу называют основной, альтернативной, простой, сложной?	ОПК-1
16. Что такое статистический критерий? Что такое уровень значимости критерия для проверки статистических гипотез? Какое множество называют критическим для проверки статистических гипотез? В чем состоит ошибка первого рода, второго рода? Что называют мощностью критерия?	ОПК-1
17. Какова схема проверки гипотезы о значении генеральной средней нормально распределенной генеральной совокупности при известной дисперсии, при неизвестной дисперсии? Какова схема проверки гипотезы о значении генеральной дисперсии нормально распределенной генеральной совокупности?	ОПК-1
18. Как проверить гипотезу о равенстве дисперсий двух нормально распределенных генеральных совокупностей? Как проверить гипотезу о равенстве математических ожиданий двух нормально распределенных генеральных совокупностей?	ОПК-1
19. Какие критерии называются критериями согласия? Как при помощи критерия ХИ2 проверить гипотезу о виде распределения непрерывной случайной величины? Какая статистика используется при проверке гипотезы об однородности выборок по критерию Колмогорова?	ОПК-1
20. Какую функцию называют функцией регрессии? Какие переменные называют входными (факторами), выходными (откликами)? Какую регрессионную модель называют линейной?	ОПК-3
21. Сформулируйте исходные предположения метода наименьших квадратов	ОПК-3
22. В чем состоит анализ регрессионной модели?	ОПК-3
23. Какую статистику используют для проверки значимости модели регрессии?	ОПК-3
24. Какую линейную регрессионную модель называют адекватной?	ОПК-3
25. Что понимается под парной регрессией?	ОПК-3
26. Какие задачи решаются при построении уравнения регрессии?	ОПК-3
27. Какие функции чаще всего используются для построения уравнения парной регрессии?	ОПК-3

28. Какой вид имеет система нормальных уравнений метода наименьших квадратов в случае линейной регрессии?	ОПК-3
29. По какой формуле вычисляется линейный коэффициент парной корреляции r_{xy} ?	ОПК-3
30. Как строится доверительный интервал для линейного коэффициента парной корреляции?	ОПК-3
31. Как проверяется значимость уравнения регрессии и отдельных коэффициентов?	ОПК-3
32. Как строится доверительный интервал прогноза в случае линейной регрессии?	ОПК-3
33. Что понимается под множественной регрессией?	ОПК-3
34. Какие задачи решаются при построении уравнения регрессии?	ОПК-3
35. Что понимается под коллинеарностью и мультиколлинеарностью факторов?	ОПК-3
36. Как проверяется наличие коллинеарности и мультиколлинеарности?	ОПК-3
37. Какой вид имеет система нормальных уравнений метода наименьших квадратов в случае линейной регрессии?	ОПК-3
38. Как проверяется значимость уравнения регрессии и отдельных коэффициентов?	ОПК-3
39. Что понимается под гомоскедастичностью?	ОПК-3
40. Как проверяется гипотеза о гомоскедастичности ряда остатков?	ОПК-3
41. Объясните, почему временной ряд представляет собой совокупность трендовой, циклической и случайной компоненты?	ОПК-3
42. Какой вид связи между соседними уровнями ряда характеризует коэффициент автокорреляции?	ОПК-3
43. В чем сходство и различие коэффициента корреляции в регрессионном анализе и коэффициента автокорреляции?	ОПК-3
44. Объясните, что представляет собой структура временного ряда? Какой анализ позволяет ее определять?	ОПК-3
45. Как регрессионный анализ применяется в моделировании одномерных временных рядов?	ОПК-3
46. Какой критерий лежит при выборе построения аддитивной или мультипликативной модели временного ряда?	ОПК-3
47. Охарактеризуйте понятие автокорреляции в остатках. Какими причинами может быть вызвана автокорреляция в остатках?	ОПК-3
48. Что такое критерий Дарбина – Уотсона? Изложите алгоритм его применения для тестирования модели регрессии на автокорреляцию в остатках.	ОПК-3
49. Что такое «скользящее среднее»? Каких видов оно бывает?	ОПК-3
50. Приведите примеры, объясняющие сущность циклической составляющей в модели временных рядов.	ОПК-3

5.2.2. Типовые задания/задачи для оценки сформированности компетенции «ОПК-1»

Задание 1. Для выборки, заданной в виде вариационного (рис. 1), построить функцию распределения в дифференциальной и интегральной формах.

Возраст, лет		Частота
от	до	
18	21	1
21	24	3
24	27	6
27	30	10
30	33	5
33	36	3
36	39	2
	n=	30

Рис. 1.

Задание 2. На телефонной станции проводились наблюдения над числом неправильных соединений в минуту. Наблюдения в течение 30 минут дали следующие результаты (табл. 1).

3	0	1	5	1	2	4	5	3	4
2	4	2	0	2	3	1	3	2	1
4	3	0	2	1	0	4	2	3	2

Требуется построить гистограмму, полигон и огиву в среде ЭТ MS Excel.

Задание 3. При статистической обработке результатов испытаний получена выборка значений величины X : 0,18 0,11 -0,31 -0,69 -0,35 -0,46 -2,16 -0,33 0,58 1,54 1,32 1,67 -0,77 -0,55 -0,40 -1,48 -1,32 0,89. Проверить гипотезу о том, что X подчиняется нормальному распределению, при различных уровнях значимости.

Задание 4. В MS Excel требуется смоделировать 20 подбрасываний двух игральных костей.

Задание 5. Выборочные данные о диаметре валиков (мм), изготовленных автоматом 1 и автоматом 2, приведены в таблице, сформированной на рабочем листе Microsoft Excel (табл. 2).

Таблица 2.

	С	D	E
	N, п.п	Автомат 1	Автомат 2
	1	182.3	185.3
	2	183	185.6
	3	181.8	184.8
	4	181.4	186.2
	5	181.8	185.8
	6	181.6	184
	7	183.2	184.2
	8	182.4	185.2
	9	182.5	184.2
	10	179.7	
	11	179.9	
	12	181.9	
	13	182.8	
	14	183.4	
	Среднее	182.0	185.0

Кроме того, предварительным анализом установлено, что размер диаметра валиков, изготовленных каждым автоматом, имеет нормальный закон распределения с дисперсией $\sigma_x^2 = 5 \text{ мм}^2$ для автомата 1 $\sigma_y^2 = 7 \text{ мм}^2$ для автомата 2. Можно ли при уровне значимости $\alpha = 0,05$ объяснить различие выборочных средних случайной величиной? Или, иными словами, при уровне значимости $\alpha = 0,05$ требуется проверить гипотезу $H_0 : a_x = a_y$.

5.2.3. Типовые задачи для оценки сформированности компетенции «ОПК-3»:

Задание 6. Данные о росте безработицы, % и росте преступности, % приведены в таблице (рис. 2).

Год	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Уровень безработицы, х	0.5	1.2	2	3.1	4	5.2	5.9
Уровень преступности, у	4.25	4.32	4.4	4.51	4.6	4.72	4.79

Рис.2.

1. Методом наименьших квадратов по табличным данным найти аппроксимирующие (приближаемые) функции, то есть регрессии: линейную и квадратичную.

2. В каждом случае найти общую ошибку и среднюю ошибку аппроксимации. Указать функцию лучшей аппроксимации.

Задание 7. Предпринимателем даны сведения о товарообороте (млн руб.) и числе работников, представленные в таблице (рис. 3). Исследовать зависимость розничного товарооборота магазинов от числа занятых (числа работников) и дать рекомендации о целесообразности принятия на работу новых работников, то есть необходимо:

- 1) рассчитать вариации ESS, RSS и TSS ;
- 2) вычислить коэффициент детерминации;
- 3) вычислить среднюю ошибку аппроксимации;
- 4) вычислить стандартную ошибку регрессии;
- 5) вычислить стандартные ошибки параметров регрессии;
- 6) проверить гипотезу о наличии регрессионной зависимости при уровне значимости равном 0,05;
- 7) произвести интервальное оценивание параметров регрессионной модели;

Товарооборот, млн.руб.	0.5	0.7	0.9	1.1	1.4	1.4	1.7	1.9
Число работников, чел.	73	85	102	115	122	126	134	147

Рис.3.

Задание 8. Даны результаты объема товарооборота фирмы за три года поквартально (рис. 4).

Год	2014				2015				2016		
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	4
Объём товарооборота, тыс.шт.	16.8	16.2	14.7	15.8	15.8	15.4	16.3	15.8	17.9	18.5	19.3

Рис.4.

Необходимо:

- 1) произвести сглаживание ряда (устранить циклические колебания из временного ряда);
- 2) определить вид модели временного ряда (аддитивная или мультипликативная);
- 3) выделить и устранить сезонные колебания из временного ряда;
- 4) определить вид функции тренда;
- 5) оценить параметры тренда и устранить его из временного ряда;
- 6) произвести анализ качества построенной модели временного ряда;

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Ганичева, А. В. Прикладная статистика : учебное пособие / А. В. Ганичева. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 172 с. — ISBN 978-5-8114-2450-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/209810> (дата обращения: 29.10.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Ганичев, А. В. Практикум по математической статистике с примерами в Excel : учебное пособие / А. В. Ганичев. — Тверь : ТвГТУ, 2016. — 104 с. — ISBN 978-5-7995-0839-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/171315> (дата обращения: 29.10.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Ганичева, А. В. Математическая статистика : учебное пособие / А. В. Ганичева. — Тверь : Тверская ГСХА, 2018. — 176 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/134089> (дата обращения: 29.10.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

4. 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, 2020. — 538 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-10004-4. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/456395> (дата

обращения: 10.04.2020).

5. Гмурман, В. Е. Теория вероятностей и математическая статистика : учебник для вузов / В. Е. Гмурман. — 12-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 479 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-00211-9. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/449646> (дата обращения: 10.04.2020).

6.

б) дополнительная литература:

7. Боровков, А. А. Математическая статистика : учебник для вузов / А. А. Боровков. — 5-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 704 с. — ISBN 978-5-8114-7677-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/164711> (дата обращения: 29.10.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

8. Лагутин, М. Б. Наглядная математическая статистика : учебное пособие / М. Б. Лагутин. — 7-е изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2019. — 475 с. — ISBN 978-5-00101-642-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/116104> (дата обращения: 29.10.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

9. Кельберт, М. Я. Вероятность и статистика в примерах и задачах. Том I. Основные понятия теории вероятностей и математической статистики: Учебное пособие / М. Я. Кельберт, Ю. М. Сухов, - 2-е изд. - 2017. - 486 с.: ISBN 978-5-4439-2326-0. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/958605> (дата обращения: 10.04.2020). – Режим доступа: по подписке.

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины):

1. Операционная система Microsoft Windows
2. Пакет прикладных программ Microsoft Office

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения: компьютерный класс, проектор, экран.

Используемое лицензионное программное обеспечение:

- Операционные системы семейства Microsoft Windows, лицензия по подписке Microsoft Imagine.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ по направлению 01.04.02 Прикладная математика и информатика.

Автор к.техн.н., доцент _____ В.А. Гришин

Рецензент (ы) _____

Заведующий кафедрой _____ А.В. Зорин

Программа одобрена на заседании методической комиссии института информационных технологий, математики и механики от 30 ноября 2022 года, протокол № 3.