

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Казанский национальный исследовательский технологический  
университет»  
(ФГБОУ ВО «КНИТУ»)

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по УР  
Бурмистров А.В.

« 01 » 04 2019 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

По дисциплине «Методы прикладной статистики»  
Направление подготовки - 01.03.02 «Прикладная математика и информатика»  
Профиль/специализация - Прикладная математика и информатика  
Квалификация выпускника - бакалавр  
Форма обучения - очная  
Институт, факультет - Нефти, химии и нанотехнологий, Наноматериалов и нанотехнологий  
Кафедра-разработчик рабочей программы - Интеллектуальных систем и управления информационными ресурсами  
Курс 3, семестр 5

	Часы	Зачетные единицы
Лекции	18	0,5
Практические занятия		
Лабораторные занятия	36	1
Контроль самостоятельной работы		
Самостоятельная работа	54	1,5
Форма аттестации зачёт с оценкой		
Всего	108	3

Казань, 2019 г.



### **1. Цели освоения дисциплины**

Целями освоения дисциплины «Методы прикладной статистики» являются

- а) формирование знаний о вычислительных и статических методах обработки данных,
- б) обучение технологии расчета статистических характеристик,
- в) обучение способам применения программного обеспечения для статической обработки данных,
- г) раскрытие сущности случайных процессов, происходящих в системах

### **2. Место дисциплины (модуля) в структуре основной образовательной программы**

Дисциплина «Методы прикладной статистики» относится к части ООП формируемой участниками образовательных отношений и формирует у бакалавров по направлению подготовки 01.03.02 набор знаний, умений, навыков и компетенций.

Для успешного освоения дисциплины «Методы прикладной статистики» бакалавр по направлению подготовки 01.03.02 должен освоить материал предшествующих дисциплин должен освоить материал предшествующих дисциплин:

- а) математический анализ
- б) линейная алгебра
- в) теория вероятностей и математическая статистика

Дисциплина «Методы прикладной статистики» является предшествующей и необходима для успешного усвоения последующих дисциплин:

- а) современные методы принятия решений
- б) распределенная обработка и анализ больших данных
- в) информационный поиск и обработка текстов на естественном языке

Знания, полученные при изучении дисциплины могут быть использованы при прохождении практик и выполнении выпускной квалификационной работы.

### **3. Компетенции и индикаторы достижения компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины**

ПК-5 Способен использовать современные методы разработки и реализации конкретных алгоритмов математических моделей на базе языков программирования и пакетов прикладных программ моделирования

ПК-5.1 - Обладает базовыми знаниями современных методов разработки и реализации конкретных алгоритмов математических моделей на базе языков программирования и пакетов прикладных программ моделирования

ПК-5.2 – Умеет использовать современные методы разработки и реализации конкретных алгоритмов математических моделей на базе языков программирования и пакетов прикладных программ моделирования

ПК-5.3 - Владеет навыками использования современных методов

разработки и реализации конкретных алгоритмов математических моделей на базе языков программирования и пакетов прикладных программ моделирования

***В результате освоения дисциплины обучающийся должен***

1) Знать:

- а) основные методы математической статистики,
- б) законы распределения случайных величин.

2) Уметь:

- а) применять методы математической статистики для решения вероятностных и статистических задач,
- б) пользоваться математической литературой для самостоятельного изучения теоретических и практических задач и вопросов.

3) Владеть:

- а) методами решения алгебраических уравнений,
- б) задач дифференциального и интегрального исчисления,
- в) методами построения вероятностных и статистических моделей для задач, связанных с профессиональной деятельностью.

#### 4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 часов.

№ п /п	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы (в часах)					Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации по разделам
			Лекции	Практиче ские занятия	Лаборат орные работы	КСР	СРС	
1	Моделирование случайных величин и векторов. Методы Монте-Карло.	5	3		6		9	
2	Марковские цепи. МСМС. Алгоритм имитации отжига.	5	3		6		9	Контрольная работа
3	EM алгоритм	5	3		6		9	Контрольная работа
4	Ресемплинг. Метод складного ножа и бутстреп.	5	3		6		9	Контрольная работа
5	Ресемплинг. Перестановочные тесты для проверки различных статистических гипотез.	5	3		6		9	
6	Проверка гипотез с помощью бутстрепа. Проверка гипотез с помощью симуляций	5	3		6		9	Контрольная работа
<b>ИТОГО</b>			18		36		54	
Форма аттестации					Зачёт с оценкой			

**5. Содержание лекционных занятий по темам с указанием формируемых компетенций**

№	Раздел дисциплины	Часы	Тема лекционного занятия, краткое содержание	Индикаторы достижения компетенции
1	Моделирование случайных величин и векторов. Методы Монте-Карло	3	<p>Генераторы случайных чисел. Генерирование равномерного распределения. Метод обратного преобразования. Генерирование дискретных случайных величин. Генерирование абсолютно непрерывных случайных величин. Метод выборки с отклонением. Генерирование стандартного нормального распределения и двумерного Гауссовского вектора. Проблема “проклятья размерности” в этих задачах. Генерирование смеси распределений. Моделирование случайных векторов через условное распределение. Оценивание параметров и интегрирование методом Монте-Карло. Выборка по значимости (importance sampling).</p>	ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3
2	Марковские цепи. МСМС. Алгоритм имитации отжига.	3	<p>Переходные матрицы и плотности вероятностей Марковских цепей. Стационарное распределение Марковской цепи. Уравнение баланса. Монте-Карло с помощью Марковских цепей (МСМС). Алгоритм Метрополис-Гастингса. Моделирование многомерных распределений. Семплинг по Гиббсу. Модель Поттса (в частности, модель Изинга) и ее моделирование. Случайные графы Эрдоша-Реньи и их моделирование.</p>	ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3

			Алгоритм имитации отжига для ускорения МСМС и в применении к оптимизационным задачам. Задача коммивояжера. Стохастический градиентный спуск в сравнении с МСМС.	
3	EM алгоритм	3	Модель смеси Гауссовских распределений. Вероятностный метод кластеризации в такой модели. Сравнение EM и K-means алгоритмов. Применение EM алгоритма к смеси Марковских цепей.	ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3
4	Ресемплинг. Метод складного ножа и бутстреп.	3	Улучшение и объединение оценок. Идеальный бутстреп. Бутстреп для оценки среднего, дисперсии и других параметров выборки. Доверительные интервалы параметров с помощью бутстрепа. Свойства получаемых оценок. Коррекция смещения бутстрепом. Сравнение метода складного ножа и бутстрепа. Их асимптотические свойства. Bootstrap aggregating (bagging). Boosting.	ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3
5	Ресемплинг. Перестановочные тесты для проверки различных статистических гипотез.	3	Нахождение р-значения перестановками из исходной выборки. Перестановочные тесты на однородность. Задача валидация модели. Перестановочные тесты для проверки независимости. Точный тест Фишера.	ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3
6	Проверка гипотез с помощью бутстрепа. Проверка гипотез с помощью симуляций	3	Нахождение р-значения симуляциями, бутстрепом. Точный тест для пропорций.	ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3

### ***6. Содержание практических занятий***

Не предусмотрено учебным планом.

### 7. Содержание лабораторных занятий

Целью проведения лабораторных работ является закрепление теоретического материала на наглядном примере, а также приобретение практических навыков системного администрирования.

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Наименование лабораторной работы	Индикаторы достижения компетенции
1	Моделирование случайных величин и векторов. Методы Монте-Карло.	6	Генерирование дискретных случайных величин. Генерирование стандартного нормального распределения и двумерного Гауссовского вектора.	ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3
2	Марковские цепи. МСМС. Алгоритм имитации отжига.	6	Моделирование многомерных распределений. Семплинг по Гиббсу.	ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3
3	EM алгоритм	6	Применение EM алгоритма к смеси Марковских цепей.	ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3
4	Ресемплинг. Метод складного ножа и бутстрепа.	6	Сравнение метода складного ножа и бутстрепа. Их асимптотические свойства. Bootstrap aggregating (bagging). Boosting.	ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3
5	Ресемплинг. Перестановочные тесты для проверки различных статистических гипотез.	6	Нахождение р-значения перестановками из исходной выборки. Перестановочные тесты на однородность.	ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3
6	Проверка гипотез с помощью бутстрепа. Проверка гипотез с помощью симуляций	6	Нахождение р-значения симуляциями, бутстрепом. Точный тест для пропорций.	ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3

### 8. Самостоятельная работа

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма СРС	Индикаторы достижения компетенции
1	Моделирование случайных величин и векторов. Методы Монте-Карло.	9	Проработка теоретического материала, подготовка к лабораторной работе	ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3
2	Марковские цепи. МСМС. Алгоритм имитации отжига.	9	Проработка теоретического материала, подготовка к лабораторной работе	ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3
3	EM алгоритм	9	Проработка	ПК-5.1,

			теоретического материала, подготовка к лабораторной работе	ПК-5.2, ПК-5.3
4	Ресемплинг. Метод складного ножа и бутстреп.	9	Проработка теоретического материала, подготовка к лабораторной работе	ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3
5	Ресемплинг. Перестановочные тесты для проверки различных статистических гипотез.	9	Проработка теоретического материала, подготовка к лабораторной работе	ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3
6	Проверка гипотез с помощью бутстрепа. Проверка гипотез с помощью симуляций	9	Проработка теоретического материала, подготовка к лабораторной работе	ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3

### **9. Использование рейтинговой системы оценки знаний**

При оценке результатов деятельности, обучающихся в рамках дисциплины «Методы прикладной статистики» используется рейтинговая система. Рейтинговая оценка формируется на основании текущего и промежуточного контроля. Максимальное и минимальное количество баллов по различным видам учебной работы описано в «Положении о балльно-рейтинговой системе оценки знаний студентов и обеспечения качества учебного процесса» ФГБОУ ВО КНИТУ.

При изучении указанной дисциплины предусматривается сдача четырех контрольных работ с максимальным количеством баллов 10 за каждый и сдача шести лабораторных работ с максимальным количеством баллов 10 за каждый.

В итоге максимальный рейтинг за изучение дисциплины составляет 100 баллов за семестр.

<b>Оценочные средства</b>	<b>Кол-во</b>	<b>Min, баллов</b>	<b>Max, баллов</b>
<b>Лабораторная работа</b>	<b>6</b>	<b>36</b>	<b>60</b>
<b>Контрольная работа</b>	<b>4</b>	<b>24</b>	<b>40</b>
<b>Итого:</b>		<b>60</b>	<b>100</b>

### **Шкала перевода баллов в оценки**

<b>Баллы</b>	<b>Оценка</b>
<b>87 – 100</b>	<b>Отлично</b>
<b>73 – 87</b>	<b>Хорошо</b>
<b>60 – 73</b>	<b>Удовлетворительно</b>
<b>0 - 60</b>	<b>Не удовлетворительно</b>

### **10. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины**

Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации обучающихся и итоговой (государственной итоговой) аттестации разрабатываются согласно положению о Фондах оценочных средств, рассматриваются как составная часть рабочей программы и оформляются отдельным документом.

## **11. Информационно-методическое обеспечение дисциплины**

### **11.1. Основная литература**

При изучении дисциплины «Методы прикладной статистики» в качестве основных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу.

<b>Основные источники информации</b>	<b>Кол-во экз.</b>
Самойленко А.П. Информационные технологии статистической обработки данных: учебное пособие / А.П. Самойленко, О.А. Усенко; Южный федеральный университет, Инженерно-технологическая академия. – Ростов-на-Дону; Таганрог: Южный федеральный университет, 2017. – 127 с. ISBN 978-5-9275-2521-8	ЭБС «Университетская библиотека онлайн»: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&amp;id=500042">http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&amp;id=500042</a> доступ после регистрации с IP-адресов КНИТУ
Гулятьева Т.А. Методы статистического обучения в задачах регрессии и классификации / Т.А. Гулятьева, А.А. Попов, А.С. Саутин; Новосибирский государственный технический университет. – Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2015. – 323 с ISBN 978-5-7782-2817-7	ЭБС «Университетская библиотека онлайн»: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&amp;id=576264">http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&amp;id=576264</a> доступ после регистрации с IP-адресов КНИТУ

### **11.2. Дополнительная литература**

В качестве дополнительных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

<b>Дополнительные источники информации</b>	<b>Кол-во экз.</b>
Каган Е.С. Прикладной статистический анализ данных: учебное пособие: / Е.С. Каган; Кемеровский государственный университет. – Кемерово: Кемеровский государственный университет, 2018. – 235 с. ISBN 978-5-8353-2413-2	ЭБС «Университетская библиотека онлайн»: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&amp;id=573550">http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&amp;id=573550</a> доступ после регистрации с IP-адресов КНИТУ

### ***11.3. Электронные источники информации***

При изучении дисциплины «Методы прикладной статистики» в качестве электронных источников информации, рекомендуется использовать следующие источники:

Электронный каталог УНИЦ КНИТУ – режим доступа:  
<http://ruslan.kstu.ru/>

ЭБС «Университетская библиотека онлайн» -режим доступа  
<http://biblioclub.ru>

ЭБС «IPRBooks» -режим доступа <http://www.iprbookshop.ru>

**Согласовано:**

Зав.сектором ОКУФ



### ***11.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы.***

1. eLIBRARY.ru - крупнейший российский информационный портал в области науки, технологии, медицины и образования. Доступ свободный:  
[www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru)

2. zbMATH – самая полная математическая база данных, охватывающая материалы с конца 19 века. zbMath содержит около 4 000 000 документов, из более 3 000 журналов и 170 000 книг по математике, статистике, информатике, а также машиностроению, физике, естественным наукам и др. Доступ свободный: [zbmath.org](http://zbmath.org)

3. Архив журналов РАН. Доступ свободный: [elibrary.ru](http://elibrary.ru) и [libnauka.ru](http://libnauka.ru)

### ***12. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля).***

Учебные аудитории для проведения учебных занятий оснащены оборудованием:

1. smart-доска

Помещения для самостоятельной работы оснащены компьютерной техникой:

1. персональный компьютер с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечены доступом в электронную информационную среду КНИТУ. Допускается замена оборудования его виртуальными аналогами.

Лицензированное программное обеспечение и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое в учебном процессе при освоении дисциплины:

1. MS Visual Studio.

### ***13. Образовательные технологии***

Не предусмотрено учебным планом.