

Белорусский государственный университет

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по учебной работе и  
образовательным инновациям

О. И. Чуприс

« 04 » 2018 г.

Регистрационный № УД- 5349 /уч.



## **ПРИКЛАДНАЯ СТАТИСТИКА**

**Учебная программа учреждения высшего образования  
по учебной дисциплине для специальности второй ступени высшего  
образования (магистратуры) с углубленной подготовкой специалиста:**

**1-31 80 09 Прикладная математика и информатика**

2018 г.

Учебная программа составлена на основе образовательного стандарта высшего образования ОСВО 1-31 80 09-2012 и учебного плана G-31-252/уч. от 26.05.2017.

**СОСТАВИТЕЛЬ:**

**Е.Е. Жук**, профессор кафедры математического моделирования и анализа данных факультета прикладной математики и информатики Белорусского государственного университета, доктор физико-математических наук, профессор.

**РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:**

**Кафедрой математического моделирования и анализа данных** Белорусского государственного университета (протокол № 13 от 29 марта 2018);

**Научно-методическим Советом** Белорусского государственного университета (протокол № 5 от 4 мая 2018 г.).

Зав. кафедрой ММД *Жук Е.Е.* /Богданов Е.А./

*Жук*

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Прикладная статистика – это раздел математики, который занимается изучением методов статистического анализа реальных статистических данных, представленных в виде случайных выборок. Методы статистического анализа данных активно применяются в научных и технических исследованиях, экономике, теории и практике управления, социологии, медицине и т.д. С ними имеют дело специалисты во многих отраслях практической деятельности.

В основу статистического анализа случайных выборок положено предположение о независимости в совокупности и одинаковом распределении вероятностей образующих их наблюдений. При этом используются вероятностно-статистический математический аппарат.

Современное развитие вычислительной техники и программного обеспечения благоприятствует широкому внедрению методов статистического анализа данных в практику. Пакеты прикладных программ (ППП) с удобным пользовательским интерфейсом (такие как ППП STATISTICA), а также современные технологии компьютерного анализа данных (например, специальный язык программирования R), способствуют их применению.

Учебная дисциплина «Прикладная статистика» знакомит студентов с классическими и современными методами решения задач статистического анализа реальных данных, представленных в виде случайных выборок.

**Целью** преподавания учебной дисциплины является:

- изучение основных математических моделей, методов, алгоритмов и программного обеспечения статистического анализа случайных выборок;
- расширение фундаментального математического образования;
- формирование у студентов II ступени (магистрантов) профессиональных знаний в предметной области, подкрепленных владением математическими методами прикладной статистики, связанными с ними ППП и специальными языками программирования.

В рамках поставленной цели **задачи** учебной дисциплины состоят в следующем:

- Изучение основных понятий, связанных с данной дисциплиной.
- Изучение методов и алгоритмов статистического оценивания по случайным выборкам функции распределения и связанных с ней вероятностных характеристик.
- Изучение методов и алгоритмов статистической проверки гипотез относительно случайных выборок.

Учебная дисциплина «Прикладная статистика» относится к циклу дисциплин специальной подготовки компонента учреждения высшего образования.

Учебная программа составлена с учетом межпредметных связей с учебными дисциплинами. Так, основой для изучения дисциплины «Прикладная статистика» является дисциплина первой ступени «Теория вероятностей и математическая статистика». Знания, полученные в результате изучения дисциплины, будут использованы при изучении дисциплины II ступени высшего образования «Интеллектуальный анализ данных», а также способствовать успешному прохождению производственной практики по специальности и подготовки магистерской диссертации.

В результате освоения учебной дисциплины студент магистратуры должен:

*знать:*

- методы статистического оценивания функции распределения вероятностей и связанных с ней характеристик;
- статистические методы проверки гипотез относительно функции распределения и ее числовых характеристик;
- подходы к статистическому анализу выборок на совпадение их законов распределения;

*уметь:*

- осуществлять статистическое оценивание числовых характеристик случайных выборок;
- проводить проверку различных статистических гипотез относительно выборок;
- использовать соответствующие пакеты прикладных программ и специальные языки программирования, а также современные технологии компьютерного анализа данных;

*владеть:*

- методами решения основных задач статистического анализа случайных выборок;
- навыками по сбору и подготовке статистических данных и их представлению в виде выборок;
- навыками применения современных ППП и специальных языков программирования для решения задач статистического анализа реальных данных;
- навыками по подготовке отчетов с результатами проведенного статистического анализа, интерпретацией полученных результатов, а также комментариями, выводами и рекомендациями.

Освоение учебной дисциплины «Прикладная статистика» должно обеспечить формирование следующих академических, социально-личностных и профессиональных компетенций:

**академические** компетенции:

АК-3. Способность к постоянному самообразованию.

**социально-личностные** компетенции:

СЛК-5. Формировать и аргументировать собственные суждения и профессиональную позицию.

**профессиональные** компетенции:

ПК-5. Применять методы анализа и организации внедрения инноваций.

Структура содержания учебной дисциплины включает такие дидактические единицы, как темы (разделы), в соответствии с которыми разрабатываются и реализуются соответствующие лекционные и семинарские занятия. Примерная тематика занятий приведена в информационно-методической части.

Дисциплина изучается в 1 семестре (II ступень). Всего на освоение учебной дисциплины «Прикладная статистика» отведено 162 часа, в том числе 52 аудиторных часа, из них: лекции – 18 часов, семинарские занятия – 16 часов, лабораторные занятия – 18 часов.

Трудоемкость учебной дисциплины составляет 4 зачетные единицы.

Форма текущей аттестации – экзамен.

## СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

### Раздел 1. Эмпирическая функция распределения и связанные с ней статистики

**Тема 1.1. Эмпирическая функция распределения и ее свойства.** Несмещенность, строгая состоятельность, асимптотическая нормальность и вычисление вариации.

**Тема 1.2. Подстановочный метод в статистике (на примере выборочных моментов).** Оценивание других характеристик: выборочная характеристическая функция.

**Тема 1.3. Порядковые статистики и их свойства.** Функция распределения вероятностей и плотность порядковых статистик.

**Тема 1.4. Ранговые статистики и их свойства.** Распределение вероятностей рангового вектора и проверка гипотез о случайности выборки.

**Тема 1.5. Выборочные квантили и их свойства.** Строгая состоятельность, асимптотическая нормальность и вычисление асимптотической дисперсии.

**Тема 1.6. Проверка гипотез о значении квантилей.** Критерий квантилей.

**Тема 1.7. Выборочная медиана и ее свойства.** Различные определения выборочной медианы, их асимптотическая эквивалентность и вычисление асимптотической дисперсии. Проверка гипотез о значении медианы: критерий знаков.

### Раздел 2. Проверка гипотез о законах распределения вероятностей

**Тема 2.1. Проверка гипотез согласия с заданным распределением вероятностей: критерий согласия Пирсона.** Статистика Пирсона и ее асимптотическое распределение. Построение критерия Пирсона.

**Тема 2.2. Проверка гипотез согласия с заданным распределением вероятностей: критерий согласия Колмогорова.** Расстояние Колмогорова, его свойства и построение критерия согласия с заданным распределением вероятностей. Критерий Колмогорова-Смирнова о совпадении распределений вероятностей в двух выборках.

## УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов			Форма контроля знаний
		Лекции	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	
<b>1</b>	<b>Эмпирическая функция распределения и связанные с ней статистики</b>	<b>14</b>	<b>12</b>	<b>14</b>	
1.1	Эмпирическая функция распределения и ее свойства	2		2	Устный опрос
1.2	Подстановочный метод в статистике (на примере выборочных моментов)	2	2	2	Устный опрос. Защита подготовленного студентом реферата
1.3	Порядковые статистики и их свойства	2	2	2	Устный опрос
1.4	Ранговые статистики и их свойства	2	2	2	Контрольная работа №1
1.5	Выборочные квантили и их свойства	2	2	2	Отчет по заданию с устной защитой
1.6	Проверка гипотез о значении квантилей	2	2	2	Устный опрос
1.7	Выборочная медиана и ее свойства	2	2	2	Коллоквиум
<b>2</b>	<b>Проверка гипотез о законах распределения вероятностей</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	
2.1	Проверка гипотез согласия с заданным распределением вероятностей: критерий согласия Пирсона	2	2	2	Отчет по заданию с устной защитой
2.2	Проверка гипотез согласия с заданным распределением вероятностей: критерий согласия Колмогорова	2	2	2	Контрольная работа №2
<b>ИТОГО</b>		<b>18</b>	<b>16</b>	<b>18</b>	

## **ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ**

### **Перечень основной литературы**

1. Ивченко Г.И., Медведев Ю.И. Введение в математическую статистику. – М.: URSS, 2009.
2. Андерсон Т.В. Введение в многомерный статистический анализ. М., Физматгиз, 1963.
3. Харин Ю.С., Жук Е.Е. Математическая и прикладная статистика. Мн.: БГУ, 2005.
4. Харин Ю.С., Зуев Н.М., Жук Е.Е. Теория вероятностей, математическая и прикладная статистика: учебник. Мн.: БГУ, 2011.
5. Бендат Дж., Пирсол А. Прикладной анализ случайных данных. Москва: Мир, 1993.
6. Харин Ю.С., Малюгин В.И., Абрамович М.С. Математические и компьютерные основы статистического моделирования и анализа данных. Мн.: БГУ, 2008.
7. Харин Ю.С., Абрамович М.С., Малюгин В.И. Компьютерный учебник по статистике. Мн.: БГУ, 2001.
8. Харин Ю.С., Степанова М.Д. Практикум на ЭВМ по математической статистике. Мн.: Университетское, 1987.

### **Перечень дополнительной литературы**

1. Афифи С.А., Эйзен С. Статистический анализ. Подход с использованием ЭВМ. М.: Мир, 1982.
2. Айвазян С.А. и др. Прикладная статистика. Основы моделирования и первичная обработка данных. М.: Финансы и статистика, 1983.
3. Айвазян С.А. и др. Прикладная статистика. Исследование зависимостей. М.: Финансы и статистика, 1985.
4. Айвазян С.А. и др. Прикладная статистика. Классификация и снижение размерности. М.: Финансы и статистика, 1989.
5. Дубров А.М., Мхитарян В.С., Трошин Л.И. Многомерные статистические методы. М.: Финансы и статистика, 1998.
6. Тюрин Ю.Н., Макаров А.А. Анализ данных на компьютере. М.: ИНФРА-М, 1995.
7. Боровиков В.П. STATISTICA. Статистический анализ и обработка данных в среде Windows. М.: Филинь, 1997.

### **Примерный перечень тем для коллоквиумов**

1. Выборочная медиана и ее свойства

### **Рекомендуемая тематика контрольных работ**

- 1) Контрольная работа №1. *Ранговые статистики и их свойства.*
- 2) Контрольная работа №2. *Проверка гипотез согласия с заданным распределением вероятностей: критерий согласия Колмогорова.*

### **Методические рекомендации по организации самостоятельной работы обучающихся**

Для организации самостоятельной работы студентов магистратуры по учебной дисциплине следует использовать современные информационные технологии: разместить в сетевом доступе комплекс учебных и учебно-методических материалов (учебно-программные материалы, ссылки на учебные издания для теоретического изучения дисциплины, методические указания к лабораторным занятиям, материалы текущего контроля и текущей аттестации, позволяющие определить соответствие учебной деятельности обучающихся требованиям образовательных стандартов высшего образования и учебно-программной документации, в т.ч. вопросы для подготовки к зачету, задания, тесты, вопросы для самоконтроля, тематика рефератов и др., список рекомендуемой литературы, информационных ресурсов и др.). Эффективность самостоятельной работы студентов магистратуры проверяется в ходе текущего и итогового контроля знаний. Для общей оценки качества усвоения студентами магистратуры учебного материала рекомендуется использование рейтинговой системы.

### **Перечень рекомендуемых средств диагностики**

Для текущего контроля качества усвоения знаний студентами магистратуры используется следующий диагностический инструментарий:

1. Устная форма: устные опросы; защиты отчетов по домашним заданиям, при выполнении студентами магистратуры лабораторных работ; проведение коллоквиума; защита подготовленного студентом магистратуры реферата (рефераты используются для обобщения и систематизации учебного материала; в процессе подготовки реферата студент магистратуры мобилизует и актуализирует имеющиеся умения, приобретает самостоятельно новые знания, необходимые для раскрытия темы, сопоставляя разные позиции и точки зрения).

2. Письменная форма: письменные контрольные работы по отдельным темам учебной дисциплины.

## Методика формирования итоговой оценки

Формой текущей аттестации по учебной дисциплине «Прикладная статистика» учебным планом предусмотрен экзамен.

Оценка за семинарские занятия включает:

- ответ (полнота и корректность ответа) – 70 %;
- постановку вопросов – 20 %;
- оценка работы на семинаре (группы, индивидуально) – 10 %.

При оценивании реферата внимание обращается на:

- содержание, корректность и последовательность изложения – 35%;
- релевантность и полноту раскрытие темы – 20 %;
- самостоятельность суждений – 35%;
- оформление – 10%.

Рекомендуется использовать рейтинговую оценку знаний студента магистратуры, дающую возможность проследить и оценить динамику процесса достижения целей обучения. Рейтинговая оценка предусматривает использование весовых коэффициентов для текущего контроля знаний и текущей аттестации студентов по дисциплине. Примерные весовые коэффициенты, определяющие вклад текущего контроля знаний в рейтинговую оценку:

- ответы на семинарах – 10 %;
- подготовка реферата – 15 %;
- работа на лабораторных занятиях – 35 %;
- контрольные работы – 25 %;
- коллоквиум – 15 %.

Итоговая оценка формируется на основе:

- 1) Правил проведения аттестации студентов (Постановление Министерства образования Республики Беларусь № 53 от 29 мая 2012г.);
- 2) Положение о рейтинговой системе оценки знаний по дисциплине в БГУ (Приказ ректора БГУ от 18.08.2015 № 382-ОД);
- 3) Критериев оценки знаний студентов (письмо Министерства образования от 22.12.2003).

**ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ УВО**

Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
Методы машинного обучения	Кафедра математического моделирования и анализа данных	нет	Оставить содержание учебной дисциплины без изменения, протокол № 13 от 29 марта 2018

**ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ ПО  
ИЗУЧАЕМОЙ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**  
на \_\_\_\_ / \_\_\_\_ учебный год

№ п/п	Дополнения и изменения	Основание

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры  
\_\_\_\_\_ (протокол № \_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.)

Заведующий кафедрой  
\_\_\_\_\_

УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета  
\_\_\_\_\_