

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное учреждение
высшего профессионального образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Институт вычислительной математики и информационных технологий



Программа дисциплины

Оптимальные статистические решения Б1.В.ДВ.3

Направление подготовки: 01.04.02 - Прикладная математика и информатика

Профиль подготовки: Методы прикладной математической статистики

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Автор(ы):

Володин И.Н.

Рецензент(ы):

Симушкин С.В.

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий(ая) кафедрой: Турилова Е. А.

Протокол заседания кафедры No ____ от " ____ " _____ 201__ г

Учебно-методическая комиссия Института вычислительной математики и информационных технологий:

Протокол заседания УМК No ____ от " ____ " _____ 201__ г

Регистрационный No 9109515

Казань

2015

Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) профессор, д.н. (профессор) Володин И.Н. кафедра математической статистики отделение прикладной математики и информатики ,
Igor.Volodin@kpfu.ru

1. Цели освоения дисциплины

изучить методы решения задач оптимального статистического вывода;
ознакомить с классическими и современными концепциями гарантийного статистического вывода;
научить способам планирования статистических экспериментов;
дать представление о математических (теоретико-вероятностных) основаниях построения процедур проверки гипотез и оценивания параметров модели

2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел " Б1.В.ДВ.3 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 01.04.02 Прикладная математика и информатика и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 2 курсе, 3 семестр.

Дисциплина (Б1.В. ДВ 3) входит в число дисциплин по выбору магистерской программы "Методы прикладной математической статистики" и изучается в 3 семестре.

В результате освоения предшествующих дисциплин студент должен:

знать:

основные понятия и методы линейной алгебры (решение систем линейных уравнений, обращение матриц, приведение квадратичных форм к главным осям, формирование базиса линейных пространств);

основные способы решения оптимизационных задач (метод Лагранжа), основные интегральные соотношения (интегралы Эйлера, Дирихле, Лапласа);

основные вероятностные законы (нормальный, Фишера, хи-квадрат), метод характеристических функций;

способы вычисления числовых характеристик случайных величин и случайных векторов

уметь:

производить алгебраические операции над матрицами и векторами;

решать линейные уравнения;

решать задачи на экстремум функций многих переменных;

использовать разложение в ряд Тейлора функцию многих переменных;

использовать основные алгебраические и тригонометрические тождества для преобразования алгебраических выражений;

находить распределение статистик и их основные характеристики (среднее значение, ковариация, корреляция);

владеть:

навыками использования математических справочников и таблиц;

приемами работы в основных пакетах прикладных программ ("Excel", "Mathematica").

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОК-1 (общекультурные)	

компетенции)

способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОК-3 (общекультурные компетенции)	готовность к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала
ОПК-3 (профессиональные компетенции)	способность самостоятельно приобретать с помощью информационных технологий и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе, в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности, расширять и углублять своё научное мировоззрение
ОПК-4 (профессиональные компетенции)	способность использовать и применять углубленные знания в области прикладной математики и информатики
ПК-12 (профессиональные компетенции)	способность к взаимодействию в рамках международных проектов и сетевых сообществ
ПК-3 (профессиональные компетенции)	способность углубленного анализа проблем, постановки и обоснования задач научной и проектно-технологической деятельности
ПК-4 (профессиональные компетенции)	способность разрабатывать концептуальные и теоретические модели решаемых задач проектной и производственно-технологической деятельности

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

основные принципы описания статистических структур;
основные способы построения оптимальных процедур статистического вывода (переход к достаточным статистикам, информационные неравенства, байесовские и минимаксные правила, процедуры с минимальной функцией риска);
основные принципы планирования экспериментов;
методы построения гарантийных статистических правил;
методы построения оптимальных планов для полиномиальной и тригонометрической регрессий

2. должен уметь:

применять методы построения оптимальных правил для обработки реальных числовых данных, учитывая границы применимости математической модели;
применять специализированные программные продукты для проведения вычислительных процедур дисперсионного анализа;
реализовывать процедуры дисперсионного анализа в рамках имеющихся средств обработки данных;
выбирать методику статистического исследования экспериментальных данных

3. должен владеть:

методами построения оптимальных процедур статистического вывода

способность и готовность применять на практике методы оптимального и гарантийного статистического вывода

4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных(ые) единиц(ы) 108 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины экзамен в 3 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю

Тематический план дисциплины/модуля

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Проблема статистического вывода и информация.	3		3	4	0	коллоквиум
2.	Тема 2. Статистические решения с минимальным риском.	3		3	4	0	контрольная работа
3.	Тема 3. Равномерно наиболее мощные критерии.	3		4	3	0	научный доклад
4.	Тема 4. Гарантийный статистический вывод.	3		4	3	0	контрольная работа
	Тема . Итоговая форма контроля	3		0	0	0	экзамен
	Итого			14	14	0	

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Проблема статистического вывода и информация.

лекционное занятие (3 часа(ов)):

Аксиматическое построение статистического вывода. Управление статистическим экспериментом и статистическая структура. Риск процедуры и её гарантийность. Статистические структуры, обладающие достаточными статистиками. Различные меры информации и их свойства (по Кульбаку-Лейблеру, по Фишеру). Нижние границы для среднего объема выборки.

практическое занятие (4 часа(ов)):

Найти достаточные статистики. Вычислить информацию по Кульбаку-Лейблеру и Фишеру
Вычислить необходимый объем выборки и сравнить с границей

Тема 2. Статистические решения с минимальным риском.

лекционное занятие (3 часа(ов)):

Байесовские решения. Эмпирический байесовский подход. Минимаксные решения.
Построение статистических оценок с равномерно минимальным риском - классический и d-апостериорный подход. Инвариантный статистический вывод.

практическое занятие (4 часа(ов)):

Построить байесовское решение Найти оценку с равномерно минимальным риском. Найти распределение максимального инварианта.

Тема 3. Равномерно наиболее мощные критерии.

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Построение равномерно наиболее мощных критериев при наличие мешающих параметров.
Построение равномерно наиболее мощных критериев для вероятностных моделей с монотонным отношением правдоподобия. Равномерно наиболее точные доверительные границы. Равномерно наиболее мощные несмещенные критерии.

практическое занятие (3 часа(ов)):

Найти равномерно наиболее мощный критерий. Определить наличие у вероятностной модели статистики, относительно которой монотонно отношение правдоподобия. Построить равномерно наиболее точные доверительные границы.

Тема 4. Гарантийный статистический вывод.

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Статистические оценки с гарантированной точностью и надёжностью. d-гарантийные процедуры статистического вывода. Определение необходимого объема выборки. Асимптотика минимального объема выборки.

практическое занятие (3 часа(ов)):

Найти оценку среднего значения с гарантированной точностью и надежностью. Построить d-гарантийный критерий. Вычислить необходимый объем выборки для гарантийного оценивания.

4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
1.	Тема 1. Проблема статистического вывода и информация.	3		подготовка к коллоквиуму	11	коллоквиум
2.	Тема 2. Статистические решения с минимальным риском.	3		подготовка к контрольной работе	11	контрольная работа
3.	Тема 3. Равномерно наиболее мощные критерии.	3		подготовка к научному докладу	11	научный доклад
4.	Тема 4. Гарантийный статистический вывод.	3		подготовка к контрольной работе	11	контрольная работа
	Итого				44	

5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Часть материала теоретического характера преподается в виде лекций у доски или в виде презентаций на мультимедийном экране. Предполагается использование диалоговой формы ведения занятий с постановкой и решением проблемных задач, обсуждением дискуссионных моментов.

Некоторые разделы курса студенты изучают самостоятельно по указанным методическим материалам или по Интернет-источникам с последующим докладом в виде презентаций и дискуссией.

При проведении практических занятий, на которых теоретический материал применяется к конкретным данным, используются готовые статистические процедуры стандартных пакетов, а также предлагается студентам разработать самостоятельные вычислительные процедуры. Перед каждым занятием, как лекционной, так и практической направленности проводится экспресс-опрос по пройденному теоретическому материалу.

В целях выработки навыков работы в коллективе и развития коммуникативных способностей, часть занятий, а также проработку новейших методов статистического вывода студенты выполняют, разбившись на творческие группы

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Тема 1. Проблема статистического вывода и информация.

коллоквиум , примерные вопросы:

Пространство решений. Класс наблюдаемых случайных величин. Семейство возможных распределений наблюдаемых случайных величин. Параметрическое пространство. Семейство априорных распределений. Вероятностная модель. Интерпретация решений в терминах значений параметра. Функция потерь.

Тема 2. Статистические решения с минимальным риском.

контрольная работа , примерные вопросы:

Определение минимаксного правила принятия решения. Наименее благоприятное распределение.

Тема 3. Равномерно наиболее мощные критерии.

научный доклад , примерные вопросы:

Проверка простой гипотезы при простой альтернативе. Критерий отношения правдоподобия. Лемма Неймана-Пирсона. Несмещенность критерия отношения правдоподобия. Статистические структуры с монотонным отношением (ССМО) некоторой статистики отношению правдоподобия. Равномерно наиболее мощные (РНМ) критерии для ССМО при различении односторонних гипотез.

Тема 4. Гарантийный статистический вывод.

контрольная работа , примерные вопросы:

Необходимый объем выборки (НОВ) для оценки параметра с гарантированной точностью и надежностью. Двухступенчатая процедура Стейна для оценки среднего значения нормального распределения при неизвестном значении дисперсии. НОВ при гарантийном различении гипотез. Асимптотика НОВ при сближающихся альтернативах.

Тема . Итоговая форма контроля

Примерные вопросы к экзамену:

По первым трем разделам дисциплины проводится коллоквиум в виде опроса по пройденному материалу

Экзаменационная оценка по дисциплине (из расчета 100 баллов) складывается из текущей работы (50 баллов = 36 баллов за ответы на коллоквиумах + 14 баллов за подготовку док-лада по выбранной теме) и ответа на экзаменационный билет (50 баллов).

Варианты вопросов при проведении коллоквиума и задания для самостоятельной работы

1. Проблема статистического вывода

1.1. Пространство решений. Класс наблюдаемых случайных величин. Семейство возможных распределений наблюдаемых случайных величин.

1.2. Параметрическое пространство. Семейство априорных распределений.

1.3. Вероятностная модель. Интерпретация решений в терминах значений параметра. Функция потерь.

1.4. Статистический эксперимент. Правила остановки, выбора и принятия решения. Решающая функция.

1.5. Стратегия. Образ стратегии. Оперативная характеристика. 1.6. Функция риска. Априорный риск. Функция d-риска.

1.7. Гарантийность статистического вывода.

2. Статистические структуры, обладающие достаточными статистиками

2.1. Определение достаточности.

2.2. Факторизационное тождество Неймана.

2.3. Экспоненциальное семейство.

2.4. Минимальная достаточность.

2.5. Методы построения минимальных достаточных статистик.

2.6. Полнота семейства распределений статистики.

3. Байесовские решения

3.1. Апостериорный риск.

3.2. Байесовское решение.

3.3. Байесовская оценка при квадратичной функции потерь.

3.4. Байесовское различение двух гипотез.

3.5. Эмпирический байесовский подход (ЭБП).

4. Минимаксные решения

4.1. Определение минимаксного правила принятия решения.

4.2. Наименее благоприятное распределение.

4.3. Минимаксная оценка вероятности успеха в испытаниях Бернулли при нормированной квадратичной функции потерь.

4.4. Минимаксная оценка среднего значения нормального распределения при квадратичной функции потерь и функции потерь типа 1-0.

5. Несмещенные оценки с равномерно минимальным риском.

5.1. Достаточные условия существования несмещенных оценок с равномерно минимальным риском (НОРМР).

5.2. Теорема Рао-Блекуэлла-Колмогорова.

5.3. Методы построения НОРМР.

5.4. НОРМР оценки параметров биномиального распределения,

5.5. пуассоновского,

5.6. нормального,

5.7. показательного.

5.8. Оценки с минимальным d-риском.

6. Равномерно наиболее мощные критерии и наиболее точные доверительные множества.
 - 6.1. Проверка простой гипотезы при простой альтернативе. Критерий отношения правдоподобия.
 - 6.2. Лемма Неймана-Пирсона.
 - 6.3. Несмещенность критерия отношения правдоподобия.
 - 6.4. Статистические структуры с монотонным относительно (ССМО) некоторой статистики отношением правдоподобия.
 - 6.5. Равномерно наиболее мощные (РНМ) критерии для ССМО при различении односторонних гипотез.
 - 6.6. Роль рандомизации при построении РНМ для дискретных распределений.
 - 6.7. РНМ критерии при наличии мешающих параметров. Методы устранения мешающих параметров.
 - 6.8. Инвариантные РНМ критерии. Максимальные инварианты для линейной группы преобразований.
 - 6.9. Оптимальный критерий при d -гарантийном различении гипотез.
 - 6.10. Определение доверительной области.
 - 6.11. Равномерно наиболее точная доверительная область РНТДО.
 - 6.12. Построение РНТДО для ССМО.
7. Меры информации и их свойства. Нижние границы для среднего объема выборки
 - 7.1. Определение различающей информации по Кульбаку-Лейблеру.
 - 7.2. Точечная информация по Фишеру.
 - 7.3. Свойства мер информации: положительность,
 - 7.4. инвариантность,
 - 7.5. аддитивность.
 - 7.6. Нижние границы для среднего объема выборки.
 - 7.7. Критерий недостаточности имеющегося объема наблюдений для принятия решения с гарантированной точностью и надежностью.
8. Необходимый объем выборки
 - 8.1. Необходимый объем выборки (НОВ) для оценки параметра с гарантированной точностью и надежностью.
 - 8.2. Двухступенчатая процедура Стейна для оценки среднего значения нормального распределения при неизвестном значении дисперсии.
 - 8.3. НОВ при гарантийном различении гипотез. Асимптотика НОВ при сближающихся альтернативах.
9. Последовательный критерий отношения правдоподобия
 - 9.1. Определение границ продолжения наблюдений по заданным ограничениям на вероятности ошибок первого и второго рода.
 - 9.2. Средний объем наблюдений.
 - 9.3. Мощность критерия.
 - 9.4. Примеры с нормальным и биномиальным распределениями.
 - 9.5. Последовательные критерии в d -апостериорном подходе к различению гипотез.

БИЛЕТЫ К ЭКЗАМЕНУ

Билет ♦ 1

1. Вероятностная модель и статистическая структура.
2. Минимаксное решение. Теорема о минимаксе.

Билет ♦ 2

1. Информация по Кульбаку-Лейблеру.

2. Наиболее точные нижние доверительные границы.

Билет ♦ 3

1. Функция риска и априорный риск.

2. Байесовское решение при различении двух гипотез.

Билет ♦ 4

1. Апостериорный риск. Функция d -риска .

2. Наиболее мощный критерий проверки простой гипотезы при простой альтернативе.

Билет ♦ 5

1. Процедура статистического решения и ее составляющие.

2. Принцип двойственности в построении доверительных множеств и проверке гипотез.

Билет ♦ 6

1. Информация по Фишеру - определение через различающую информацию.

2. Проверка гипотезы о вероятности успеха в испытаниях Бернулли.

Билет ♦ 7

1. Свойство инвариантности мер информации.

2. Характеризация минимаксного решения постоянством функции риска.

Билет ♦ 8

1. Аддитивность мер информации.

2. Байесовская оценка при квадратичной функции потерь.

Билет ♦ 9

1. Рандомизированные правила остановки и принятия решения.

2. Равномерно наиболее мощный критерий для распределений с монотонным отношением правдоподобия.

Билет ♦ 10

1. Нижние границы для среднего объема выборки.

2. Несмещенность наиболее мощного критерия.

Билет ♦ 11

1. Несмещенная оценка с минимальным риском для надежности (показательное распределение долговечности).

2. Дать определение критерия, критической области, функции мощности, размера критерия, уровня значимости и критического уровня значимости.

Билет ♦ 12

1. Лемма Неймана-Пирсона.

2. Минимаксная оценка вероятности успеха в испытаниях Бернулли при нормированной квадратичной функции потерь.

Билет ♦ 13

1. Априорный риск и его представление через апостериорный риск.

2. Равномерно наиболее точная нижняя доверительная граница для вероятности успеха в испытаниях Бернулли.

Билет ♦ 14

1. Соотношение между информацией в выборке и статистике.

2. Полная достаточная статистика для семейства биномиальных распределений.

Билет ♦ 15

1. Критерий, критическая функция, уровень значимости, функция мощности.

2. Метод построения несмещенных оценок с равномерно минимальным риском.

Билет ♦ 16

1. Достаточность. Теорема факторизации.

2. Максимальные инварианты и их роль при построении инвариантных критериев.

Билет ♦ 17

1. Статистический эксперимент. Правила остановки и принятия решения, Решающая функция.
2. Двухступенчатая процедура Стейна для построения доверительного интервала фиксированной ширины.

Билет ♦ 18

1. Инвариантность мер информации.
2. Построение равномерно наиболее точных доверительных областей на основе РНМ критериев.

Билет ♦ 19

1. Минимальная достаточная статистика (метод ее нахождения).
2. Лемма Неймана-Пирсона (необходимое условие наибольшей мощности критерия отношения правдоподобия).

Билет ♦ 20

1. Достаточность. Теорема факторизации.
2. Эмпирическая байесовская оценка среднего значения в рамках модели NN.

Билет ♦ 21

1. Вероятностная модель и статистическая структура.
2. Определение границ продолжения наблюдений в последовательном критерии отношения правдоподобия.

Билет ♦ 22

1. Найти минимальную достаточную статистику для статистической структуры гамма-распределения.
2. Асимптотика необходимого объема выборки при различении сближающихся параметрических гипотез.

Билет ♦ 23

1. Рандомизированные правила остановки и принятия решения.
2. Равномерно наиболее мощный критерий для распределений с монотонным отношением правдоподобия.

Билет ♦ 24

1. Критерий, критическая функция, функция мощности.
2. Методы построения несмещенных оценок с равномерно минимальным риском.

7.1. Основная литература:

1. Володин И.Н. Оптимальные статистические решения / И.Н. Володин. - Казань: Изд-во КФУ, 2012. - 182 с.

URL: http://libweb.kpfu.ru/ebooks/09_66%20_ds004.pdf

2. Симушкин С.В. Задачи по теории вероятностей / С.В. Симушкин, Л.Н. Пушкин. - Казань: Изд-во КГУ, 2011. - 222с.

URL: <http://libweb.kpfu.ru/ebooks/publicat/0-787673.pdf>

3. Бородин А.Н. Элементарный курс теории вероятностей и математической статистики. - СПб.: Лань, 2011. - 256с.

ЭБС "Лань": http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2026

4. Свешников А.А. Прикладные методы теории вероятностей.- СПб.: Лань, 2012. - 480 с.

ЭБС "Лань": http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=3184

7.2. Дополнительная литература:

1. Коралов Л.Б., Синай Я.Г. Теория вероятностей и случайные процессы. - м.: МЦНМО, 2014. - 408 с.
ЭБС "Лань": <http://e.lanbook.com/view/book/56404/>
2. Королев В.Ю., Бенинг В.Е., Шоргин С.Я. Математические основы теории риска. - М.: Физматлит, 2011. - 620 с.
ЭБС "Лань": <http://e.lanbook.com/view/book/2742/>
3. Алон Н., Спенсер Дж. Вероятностный метод. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. - 320 с.
ЭБС "Лань": <http://e.lanbook.com/view/book/8716/>
4. Лагутин М.Б. Наглядная математическая статистика. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. - 472 с.
ЭБС "Лань": <http://e.lanbook.com/view/book/56887/>

7.3. Интернет-ресурсы:

Вычисление тестовых статистик - exponenta.ru

курс лекций - http://chaos.phys.msu.ru/loskutov/PDF/Lectures_time_series_analysis.pdf

учебник -

<http://baguzin.ru/wp/wp-content/uploads/2013/09/%D0%90%D0%BD%D0%B0%D0%BB%D0%B8%D0%B>

учебное пособие - <http://www.bestreferat.ru/referat-208334.html>

электронный учебник - <http://www.statsoft.ru/home/textbook/modules/sttimser.html>

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Оптимальные статистические решения" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

Компьютерный класс, представляющий собой рабочее место преподавателя и не менее 15 рабочих мест студентов, включающих компьютерный стол, стул, персональный компьютер, лицензионное программное обеспечение. Каждый компьютер имеет широкополосный доступ в сеть Интернет. Все компьютеры подключены к корпоративной компьютерной сети КФУ и находятся в едином домене.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, УМК, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

Занятия проходят в аудитории, снабженной доской и мелом (маркером)

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 01.04.02 "Прикладная математика и информатика" и магистерской программе Методы прикладной математической статистики .

Автор(ы):

Володин И.Н. _____

"__" _____ 201__ г.

Рецензент(ы):

Симушкин С.В. _____

"__" _____ 201__ г.