

**ГОУ ВПО РОССИЙСКО – АРМЯНСКИЙ (СЛАВЯНСКИЙ)
УНИВЕРСИТЕТ**

УТВЕРЖДЕНО УС РАУ

Ректор



А.Р. Дарбинян

08.08.2020 г., протокол № 8

**ПРОГРАММА
ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПЕРЕПОДГОТОВКИ
«МАТЕМАТИКА И ПРОДВИНУТЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
ПРОГРАММИРОВАНИЯ» ПО ПРОФИЛЮ ОСНОВНОЙ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ «ПРИКЛАДНАЯ
МАТЕМАТИКА И ИНФОРМАТИКА»**

1. Аннотация:

Актуальность программы

Актуальность программы заключается в том, что слушатели сначала знакомятся с базовыми разделами математики, который лежит в основе многих продвинутых технологий в области информатики. Далее слушатели знакомятся с такими продвинутыми технологиями как, анализ больших данных, прикладная статистика, стохастические модели, машинное обучение, криптография и безопасность программного обеспечения.

Цель реализации программы

Целью курса является подготовка высококвалифицированных специалистов с фундаментальной математической базой в областях анализа больших данных, машинного обучения, криптографии и безопасности программного обеспечения.

Программа профессиональной переподготовки «Математика и продвинутое технологии программирования» направлена на получение компетенции в области прикладной математики и информатики, необходимой для выполнения нового вида профессиональной деятельности, приобретение новой квалификации.

Задача реализации программы

Слушатели должны получить навыки и умения для применения современных методов машинного обучения, анализа данных и использовать математический аппарат для решения конкретных задач в области прикладной математики и информатики.

2. Уровень образовательной программы – дополнительное профессиональное образование.

3. Вид образовательной программы: дополнительная (профессиональная переподготовка).

4. Трудоемкость программы профессиональной переподготовки

Настоящая программа рассчитана на 918 академических часов.

5. Формы обучения – очная.

6. Срок освоения программы 46 недель по 5 занятий в неделю.

7. Категориями слушателей для программы профессиональной переподготовки являются лица, имеющие среднее профессиональное и (или) высшее образование.

8. Для приема на обучение предоставляются следующие документы:

- 8.1. Заполненная в установленной форме заявка.
- 8.2. Копия документа, удостоверяющего личность.
- 8.3. Диплом о наличии среднего профессионального или высшего образования лица, имеющие среднее профессиональное и (или) высшее образование;

9. Планируемые результаты обучения:

По завершению курса слушатели будут иметь:

1. **Базовые знания** математики, в частности касательно: математического анализа, дискретной математики, линейной алгебры, математической статистики
2. **Умения** решать прикладные задачи в областях машинного обучения, анализа больших данных, криптографии и безопасности программного обеспечения
3. **Навыки** применения математического аппарата для решения задач из разных областей информатики.

10. Описание перечня профессиональных компетенций, формируемых в результате освоения программы профессиональной переподготовки

- способностью проводить научные исследования и получать новые научные и прикладные результаты самостоятельно и в составе научного коллектива;
- способностью разрабатывать и анализировать концептуальные и теоретические модели решаемых научных проблем и задач;
- способностью разрабатывать и применять математические методы, системное и прикладное программное обеспечение для решения задач научной и проектно-технологической деятельности.

11. Форма итоговой аттестации - устный экзамен.

12. Распределение объема программы по разделам и/или темам и видам учебной работы

Разделы и темы дисциплины	Всего (ак. часов)	Лекции (ак. часов)	Практ. занятия (ак. часов)	Самост. оательн ая работа
1	2=3+4+5+6	3	4	6
Раздел 1. Математический анализ	72	36		36
Тема 1.1 Предел последовательности. Необходимое и достаточное условие Коши для сходимости последовательностей.	8	4		4
Тема 1.2 Предел монотонных последовательностей. Число e .	4	2		2
Тема 1.3 Основные теоремы о непрерывных функциях (I и II теоремы Больцано-Коши, I и II теоремы Вейерштрасса).	8	4		4
Тема 1.4 Равномерная непрерывность и теорема Кантора.	4	2		2
Тема 1.5 Основные теоремы о дифференцируемых функциях (теоремы Ферма, Ролля, Лагранжа).	8	4		4
Тема 1.6 Формула Тейлора. Остаточные члены в форме Пеано и Лагранжа. Приближенное вычисление элементарных функций при помощи формулы Тейлора.	8	4		4
Тема 1.7 Определение определенного интеграла, формула Ньютона-Лейбница.	8	4		4
Тема 1.8 Теоремы о среднем значении определенного интеграла.	4	2		2
Тема 1.9 Несобственные интегралы.	4	2		2
Тема 1.10 Полный дифференциал функции от многих переменных и его геометрическая интерпретация.	4	2		2
Тема 1.11 Частные производные высших порядков. Теорема Шварца.	4	2		2

Тема 1.12 Экстремумы функции от многих переменных.	8	4		4
Раздел 2. Линейная алгебра	72	36		36
Тема 2.1. Системы линейных уравнений. Перестановки и подстановки. Метод Гаусса.	4	2		2
Тема 2.2. Перестановки и подстановки, их количество и четность. Транспозиции, циклы. Функция знака подстановки.	4	2		2
Тема 2.3. Матрицы и определители.	4	2		2
Тема 2.4. Теорема о ранге матрицы.	4	2		2
Тема 2.5. Формула обратной матрицы. Вычисление обратной матрицы элементарными образованиями. Теорема Крамера.	4	2		2
Тема 2.6. Поле комплексных чисел и кольцо многочленов.	4	2		2
Тема 2.7. Кольца целых чисел и многочленов	4	2		2
Тема 2.8. Теорема Безу. Кратность корня, ее понижение при дифференцировании.	4	2		2
Тема 2.9. Операции над векторами. Линейная зависимость и независимость, коллинеарность и компланарность. Базисы, аффинная система координат.	4	2		2
Тема 2.10. Прямая на плоскости. Плоскость и прямая в пространстве.	4	2		2
Тема 2.11. Линейные пространства	4	2		2
Тема 2.12. Линейные отображения векторных пространств.	4	2		2
Тема 2.13. Жорданова нормальная форма.	4	2		2
Тема 2.14. Билинейные и квадратичные формы. Кривые и поверхности второго порядка.	4	2		2

Тема 2.15. Канонические уравнения кривых и поверхностей второго порядка.	4	2		2
Тема 2.16 Группы, подгруппы, изоморфизм групп. Теорема Кэли. Теорема Лагранжа.	4	2		2
Тема 2.17. Идеалы колец, Фактор-кольца. Теорема о гомоморфизмах колец	4	2		2
Тема 2.18. Характеристика поля. Простые поля. Простое	4	2		2
Раздел 3. Дискретная математика	72	36		36
Тема 3.1. Метод кодирования	8	4		4
Тема 3.2. Метод рекуррентных соотношений	8	4		4
Тема 3.3. Метод включений и исключений	8	4		4
Тема 3.4. Определение бинарных отношений и операции над ними	8	4		4
Тема 3.5. Функциональные отношения	8	4		4
Тема 3.6. Дизъюнктивные нормальные формы, понятия полноты и замкнутости классов булевых ф-й	8	4		4
Тема 3.7. Основные классы булевых ф-й Теорема Поста, предполные классы	8	4		4
Тема 3.8. Функция Шеннона, оценки	8	4		4
Тема 3.9. Однозначность декодирования. Оптимальность кодирования	8	4		4
Раздел 4. Стохастические модели	36	18		18
Раздел 4.1. Изложение основных принципов применения вероятностного метода в задачах дискретной математики.	4	2		2
Раздел 4.2. Вероятностный метод в комбинаторных задачах.	8	4		4

Тема 4.2.1. Пары с пустым пересечением. Теорема об оценке количества непересекающихся пар в семействе подмножеств.	4	2		2
Тема 4.2.2. Семейства пересекающихся множеств. Теорема Эрдеша – Ко –Радо.	4	2		2
Раздел 4.3. Вероятностный метод в теории графов.	12	6		6
Тема 4.3.1 Раскраски графов. Числа Рамсея и их оценки.	4	2		2
Тема 4.3.2. Клики в графах. Размер максимальной клики.	4	2		2
Тема 4.3.3. Хроматическое число. Теорема Болобаса.	4	2		2
Раздел 4.4. Основная модель передачи данных.	12	6		6
Тема 4.4.1. Мера информации. Средняя взаимная информация и энтропия.	4	2		2
Тема 4.4.2. Кодирование дискретного источника.	4	2		2
Тема 4.4.3. Теорема кодирования Шеннона для каналов с шумами.	4	2		2
Раздел 5. Криптография	72		36	36
Тема 5.1. Принципы построения современных симметричных шифров, режимы работы. Поточковые шифры - алгоритм RC4	8		4	4
Тема 5.2. Математические основы, введение в конечные поля	8		4	4
Тема 5.3. Введение в теорию чисел	8		4	4
Тема 5.4. Алгоритмы AES и SAFER+	8		4	4
Тема 5.5. Управление ключами и альтернативы	4		2	2
Тема 5.6. Подходы Diffie-Hellman, RSA, El-Gamal.	8		4	4

Тема 5.7. Эллиптическая криптография	4		2	2
Тема 5.8. Проверка подлинности сообщений. Хеш-функции. Цифровые подписи и цифровые сертификаты	8		4	4
Тема 5.9. Протоколы Secure Socket layer (SSL) и Secure Electronic Transactions (SET)	8		4	4
Тема 5.10. Межсетевые экраны и защита от вторжений	8		4	4
Раздел 6. BigData	72	19	17	36
Тема 6.1 Введение в BigData	4	1	1	2
Тема 6.2 Введение в Hadoop	4	1	1	2
Тема 6.3 Распределенная файловая система GFS	8	3	1	4
Тема 6.4 Распределенная файловая система HDFS	8	2	2	4
Тема 6.5 Понятие MapReduce. Алгоритмы	8	2	2	4
Тема 6.6 MapReduce: Графы	8	2	2	4
Тема 6.7 Платформы Pig и Hive	8	2	2	4
Тема 6.8 Распределенная база данных HBase	8	2	2	4
Тема 6.9 Нереляционная распределенная СУБД Cassandra	8	2	2	4
Тема 6.10 Введение в Spark	4	1	1	2
Тема 6.11 Визуализация больших данных.	4	1	1	2
Раздел 7. DataMining	72	19	18	35
Тема 7.1 Введение в DataMining	4	1	1	2
Тема 7.2 Задачи DataMining: интеллектуальный анализ данных	4	1	1	2
Тема 7.3 Инструменты DataMining	8	3	2	3

Тема 7.4 Задачи классификации	8	2	2	4
Тема 7.5 Линейные модели для классификации и регрессии	8	2	2	4
Тема 7.6 Методы снижения размерности пространства	8	2	2	4
Тема 7.7 Кластерный анализ	8	2	2	4
Тема 7.8 Поиск ассоциативных правил	8	2	2	4
Тема 7.9 Рекомендательные системы	8	2	2	4
Тема 7.10 Методы классификации и прогнозирования	8	2	2	4
Раздел 8. Основы облачных вычислений	72	36		36
Тема 8.1. Виртуализация	8	4		4
Тема 8.2. Основы облачные вычисления	8	4		4
Тема 8.3. Концепты облака	8	4		4
Тема 8.4. Бизнес-принципы облачных сред	4	2		2
Тема 8.5. Управление и риск	8	4		4
Тема 8.6. Соблюдение безопасности	4	2		2
Тема 8.7. Технические аспекты разработки ОВ приложений	8	4		4
Тема 8.8. Сценарии устранения неполадок в облаке	8	4		4
Тема 8.9. Настройка и развертывание облака	8	4		4
Тема 8.10. Обслуживание в облаке	8	4		4
Раздел 9. Безопасность программного обеспечения	72	36		36
Тема 9.1. Представление программы в памяти, Организация вызовов функций.	4	2		2

Тема 9.2. Ошибка переполнения стека. внедрение вредоносного кода.	8	4		4
Тема 9.3. Способы автоматической защиты программ.	4	2		2
Тема 9.4. Переполнение буфера в куче. Ошибки форматной строки.	8	4		4
Тема 9.5. Возвратно-ориентированное программирование.	4	2		2
Тема 9.6. Разработка безопасного ПО.	4	2		2
Тема 9.7. Введение в веб. Модель клиент-сервер. Протокол http. Сессия и куки.	4	2		2
Тема 9.8. Введение в базу данных. Ошибка sql-injection. Причины появления ошибки. Примеры эксплуатации ошибки. Защита программ от внедрения sql кода.	4	2		2
Тема 9.9. Ошибка CSRF. Причины появления ошибки. Примеры эксплуатации ошибки. Защита программ.	4	2		2
Тема 9.10. Ошибка XSS. Причины появления ошибки. Примеры эксплуатации ошибки. Защита программ.	4	2		2
Тема 9.11. Классификация ошибок. Системы CWE, CVE. Организация owasp. Советы по безопасной разработке. Ограничение и валидация входных данных. Ограничение привилегий программ. Примеры.	8	4		4
Тема 9.12. Статический анализ программ. Чувствительный к потоку анализ. Чувствительный к контексту анализ. Taint анализ.	8	4		4

Тема 9.13. Символьное выполнения. Решатели (solvers). Автоматическая генерация тестов.	4	2		2
Тема 9.14. Динамический анализ программ. Фазеры. Метод белого, серого и черного ящика. Использование фазера в цикле безопасной разработки программ.	4	2		2
Раздел 10. Сложные структуры данных	36	18		18
Тема 10.1. Квад-дерево (Quadtree)	8	4		4
Тема 10.2. Слабые стороны квад-деревьев	4	2		2
Тема 10.3. Интервальное дерево	4	2		2
Тема 10.4. K-d дерево	4	2		2
Тема 10.5. Дерево Фенвика	4	2		2
Тема 10.6. Частичное каскадирование	4	2		2
Тема 10.7. Ку-Ку хеширование и X-fasttrie, Y-fasttrie	4	2		2
Тема 10.8. Расстояние Хемминга и Левенштейна, приближенный поиск	4	2		2
Раздел 11. Introduction to ML	36	18		18
Тема 11.1 Классификация	8	4		4
Тема 11.2 NaiveBayes, K-NN алгоритмы	4	2		2
Тема 11.3 Tree-based алгоритмы: введение в деревья	4	2		2
Тема 11.4 Tree-based алгоритмы: ансамбли	4	2		2
Тема 11.5 Регрессия	4	2		2
Тема 11.6 Оценка качества алгоритмов	4	2		2
Тема 11.7 Кластеризация	4	2		2
Тема 11.8 Уменьшение размерности	4	2		2

Раздел 12. Neural Networks & Deep Learning	144	36	36	72
Тема 12.1 Многослойный Perceptron	4	1	1	2
Тема 12.2 Нейронные сети: интуиция	4	1	1	2
Тема 12.3 Последовательная сеть прямого распространения	8	2	2	4
Тема 12.4 Точность, функция ошибки, правило цепи	8	2	2	4
Тема 12.5 Метод обратного распространения ошибки	8	2	2	4
Тема 12.6 Расширенные сети	8	2	2	4
Тема 12.7 Сверточные сети	8	2	2	4
Тема 12.8 Рекуррентная нейронная сеть	8	2	2	4
Тема 12.9 Генеративно-состязательная сеть	8	2	2	4
Тема 12.10 Классификация день-ночь	8	2	2	4
Тема 12.11 Подтверждение лица	8	2	2	4
Тема 12.12 Передача стиля	8	2	2	4
Тема 12.13 Обнаружение слов в речи	8	2	2	4
Тема 12.14 Ансамбль (Ensembling)	8	2	2	4
Тема 12.15 Dropout	8	2	2	4
Тема 12.16 Рекуррентная нейронная сеть	8	2	2	4
Тема 12.17 Исчезновение градиента	8	2	2	4
Тема 12.18 GRU	8	2	2	4
Тема 12.19 LSTM	4	1	1	2
Тема 12.20 Transformers	4	1	1	2
Раздел 13 Статистика для анализа данных. Теория вероятностей и математическая статистика	72	36		36

Раздел 13.1 Теория вероятностей	48	24		24
Тема 13.1.1. Понятие вероятности события. Вероятностное пространство.	8	4		4
Тема 13.1.2. Независимость. Формула полной вероятности	8	4		4
Тема 13.1.3. Формула Бернули. Формулы Байеса	8	4		4
Тема 13.1.4. Случайная величина и ее числовые характеристики	8	4		4
Тема 13.1.5. Функция распределения и плотность распределения непрерывных величин.	8	4		4
Тема 13.1.6. Предельные теоремы. Закон больших чисел. Центральная предельная теорема.	8	4		4
Раздел 13.2. Математическая статистика	24	12		12
Тема 13.2.1. Предмет математической статистики. Выборочный метод и выборочная функция распределения	8	4		4
Тема 13.2.2. Выборочные моменты и их свойства. Оценки. Методы оценивания.	8	4		4
Тема 13.2.3. Статистические гипотезы. Проверка статистических гипотез.	8	4		4
Раздел 14. Прикладная статистика и Stata и R	18	9		9
Тема 14.1. Основы R, RStudio, воспроизводимые исследования.	6	3		3
Тема 14.2. Функциональное программирование.	6	3		3
Тема 14.3. Прикладной статистический анализ.	6	3		3
ИТОГО	918	353	107	458

13. Содержание разделов/ тем программы

Раздел 1. Математический анализ

Аннотация:

Целью курса математического анализа является научное обоснование тех относящихся к нему понятий, первое представление о которых дается в школе. Курс математического анализа имеет общеобразовательное и прикладное значение. Он способствует повышению профессиональной подготовки и уровня математических знаний студентов.

Тема 1.1 Предел последовательности. Необходимое и достаточное условие Коши для сходимости последовательностей.

Тема 1.2 Предел монотонных последовательностей. Число ϵ .

Тема 1.3 Основные теоремы о непрерывных функциях (I и II теоремы Больцано-Коши, I и II теоремы Вейерштрасса).

Тема 1.4 Равномерная непрерывность и теорема Кантора.

Тема 1.5 Основные теоремы о дифференцируемых функциях (теоремы Ферма, Ролля, Лагранжа).

Тема 1.6 Формула Тейлора. Остаточные члены в форме Пеано и Лагранжа. Приближенное вычисление элементарных функций при помощи формулы Тейлора.

Тема 1.7 Определение определенного интеграла, формула Ньютона-Лейбница.

Тема 1.8 Теоремы о среднем значении определенного интеграла.

Тема 1.9 Несобственные интегралы. Признаки Абеля и Дирихле для сходимости несобственных интегралов I рода.

Тема 1.10 Полный дифференциал функции от многих переменных и его геометрическая интерпретация.

Тема 1.11 Частные производные высших порядков. Теорема Шварца.

Тема 1.12 Экстремумы функции от многих переменных.

Тема 1.13 Интегральный признак Коши для сходимости положительных рядов.

Литература:

1. Г.М.Фихтенгольц. «Курс дифференциального и интегрального исчисления» т.1, 2, 3.
2. Г.М.Фихтенгольц. «Курс математического анализа» т.1, 2, 3.
3. В.А.Ильин, В.А.Садовничий, Бл.Х.Сендов. «Математический анализ» т.1, 2.
4. В.А.Ильин, З.Г.Позняк. «Основы математического анализа» ч. 1, 2.

5. А.М.Тер-Крикоров, М.И.Шабунин. «Курс математического анализа».

Раздел 2. Линейная алгебра

Аннотация

Современная алгебра определяется как наука об алгебраических операциях, выполняемых над элементами различных множеств. Сами алгебраические операции выросли из элементарной арифметики.

Но значение алгебраических структур – множеств с алгебраическими операциями, далеко выходит за рамки теоретико-числовых применений. Алгебраические средства весьма полезны при исследовании элементарных частиц в квантовой механике, свойств твердого тела и кристаллов, при анализе модельных задач экономики при конструировании современных компьютеров, в программировании и т.д.

Тема 2.1. Системы линейных уравнений. Прямоугольные матрицы. Приведение матриц и систем линейных уравнений к ступенчатому виду. Метод Гаусса.

Тема 2.2. Перестановки и подстановки конечного множества, знак подстановки (четность), знакопеременная группа, разложение подстановки в произведение транспозиций и независимых циклов.

Тема 2.3. Определитель квадратной матрицы, его основные свойства. Формула разложения определителя матрицы по строке (столбцу). Определитель Вандермонда. Операции над матрицами и их свойства. Определитель произведения матриц. Ассоциативность умножения матриц. Дистрибутивность. Определитель произведения квадратных матриц.

Тема 2.4. Линейная зависимость строк (столбцов). Основная лемма о линейной зависимости, база и ранг системы строк (столбцов). Ранг матрицы. Теорема о ранге матрицы. Критерий совместности и определенности системы линейных уравнений в терминах рангов матриц. Фундаментальная система решений однородной системы линейных уравнений. Теорема о ранге произведения двух матриц.

Тема 2.5. Определитель произведения квадратных матриц. Обратная матрица, ее явный вид

Тема 2.6. Поле комплексных чисел, геометрическое изображение, алгебраическая и тригонометрическая форма записи, извлечение корней, корни из единицы. Теорема Гаусса об алгебраической замкнутости поля комплексных чисел.

Тема 2.7. Кольцо многочленов от одной переменной над полем. Возможность и единственность деления на ненулевой многочлен с остатком. Наибольший общий делитель двух многочленов, его выражение через многочлены, алгоритм Евклида. Факториальность кольца многочленов и кольца целых чисел. Неприводимые многочлены над вещественным и комплексным полями. Формулы Виета.

Тема 2.8. Корни многочлена. Формальная производная, ее свойства, снижение кратности неприводимого множителя (корня) при дифференцировании. Интерполяционный многочлен, формула Лагранжа и метод Ньютона для его построения. Поле рациональных дробей. Представление правильной рациональной дроби в виде суммы простейших дробей, случай вещественного и комплексного полей.

Тема 2.9. Векторы и точки на плоскости и в пространстве. Операции над векторами. Линейная зависимость и независимость, коллинеарность и компланарность. Базисы, аффинная система координат. Координаты векторов и точек. Длина вектора и расстояние между точками. Скалярное произведение векторов. Векторное произведение векторов. Смешанное произведение векторов. Прямая на плоскости. Плоскость и прямая в пространстве. Различные виды уравнения прямой на плоскости. Различные виды уравнения плоскости в пространстве. Взаимное расположение прямых и плоскостей.

Тема 2.10. Линейные пространства. Линейная зависимость векторов. Базис и размерность линейного пространства. Координаты вектора в базисе. Переход от одного базиса к другому, матрица перехода, связь между координатами вектора в разных базисах. Изоморфизм линейных пространств одинаковой размерности.

Тема 2.11. Подпространства линейного пространства, линейные оболочки, действия над пространствами: пересечение, объединение, сумма. Прямая сумма линейных подпространств. Фактор пространство. Изоморфизм линейных пространств.

Тема 2.12. Линейные отображения векторных пространств. Образ и ядро линейного отображения. Размерность ядра и образа. Критерий инъективности. Матричное задание. Сопряженное линейное пространство, дуальные базисы. Второе сопряженное пространство, канонический изоморфизм. Инвариантные подпространства. Собственные векторы и собственные значения линейного оператора. Характеристический многочлен и характеристические корни. Теорема Гамильтона - Кэли. Минимальный аннулирующий многочлен, спектр и условия диагонализруемости линейного оператора.

Тема 2.13. Разложение пространства в прямую сумму корневых подпространств линейного оператора. Существование и единственность жордановой нормальной формы комплексной матрицы.

Тема 2.14. Билинейные функции и формы, их матрицы. Ранг билинейной функции. Симметрические и кососимметрические билинейные функции, и формы. Положительно определенные квадратичные функции. Квадратичные функции и формы, их матрицы. Приведение квадратичных форм к каноническому виду методом Лагранжа. Закон инерции для вещественных квадратичных форм. Метод Якоби. Положительно определенные квадратичные формы. Критерий Сильвестра.

Тема 2.15. Канонические уравнения кривых и поверхностей второго порядка. Кривые второго порядка, их классификация. Поверхности второго порядка, их классификация.

Тема 2.16. Группы, подгруппы, изоморфизм групп. Порядок элемента. Циклические группы, их подгруппы. Изоморфизм циклических групп одинакового порядка. Разложение группы по подгруппе. Теорема Лагранжа о группах и ее следствия. Порождающие множества. Порождающие множества симметрических, знакопеременных и линейных групп. Теорема Кэли о представлении группы подстановками.

Тема 2.17. Идеалы колец, Фактор-кольца. Теорема о гомоморфизмах колец. Простые и максимальные идеалы. Кольцо целых гауссовых чисел. Теорема Ферма. Теорема Вильсона. Функция Эйлера. Китайская теорема об остатках.

Тема 2.18. Характеристика поля. Простые подполя. Простое алгебраическое расширение полей.

Основная литература

1. Винберг Э.Б., Курс алгебры, М., Факториал Пресс, 2001.
2. Фаддеев Д.К. Лекции по алгебре. М., Наука, 1984.
3. Кострикин А.И., Введение в алгебру, М., Наука, 1977.
4. Курош А.Г., Курс высшей алгебры, М., Наука, 1971

Дополнительная литература

1. Кострикин А.И., Введение в алгебру, ч. I, М., Физико-математическая литература, 2000.
2. Кострикин А.И., Манин Ю. Линейная алгебра и геометрия. 1982г.
3. Проскуряков И.В. Сборник задач по линейной алгебре.

Раздел 3. Дискретная математика

Аннотация

Предмет “Дискретная математика” включает основные положения ряда математических дисциплин: теории множеств, комбинаторики, теории булевых функций, теории кодирования. Наиболее подробно изучаются операции над множествами, метод кодирования, выборки, рекуррентные соотношения, типы бинарных отношений, классы булевых функций, схемы из функциональных элементов, вопросы оптимального кодирования и построения кодов, исправляющие ошибки.

Цель и задачи дисциплины углубить представление о понятиях бинарных отношений, о различных методах комбинаторики, о различных классах булевых функций, о возможностях синтеза булевых функций, об основных задачах теории кодирования.

Тема 3.1. Решение комбинаторных задач методом кодирования: количество решений уравнений, задача о путях, задача о правильных очередях.

Тема 3.2. Решение различных задач с помощью рекуррентных соотношений. Выведение формул для специальных типов рекуррентных соотношений, ряд Фибоначчи.

Тема 3.3. Решение задач методом включений и исключений.

Тема 3.4. Определение бинарных отношений, операции над ними и свойства этих операций.

Тема 3.5. Функциональные отношения, определение, свойства, разновидности.

Тема 3.6. Разложение булевых ф-й по части переменных. Дизъюнктивные нормальные формы, понятия полноты и замкнутости классов булевых ф-й.

Тема 3.7. Изучение основных классов булевых ф-й (монотонных, самодвойственных, линейных, сохраняющих 0 и сохраняющих 1) и их свойств. Критерий полноты системы булевых ф-й, теорема Поста, предполные классы.

Тема 3.8. Определение функции Шеннона, верхняя и нижняя оценки ф-ии Шеннона.

Тема 3.9. Понятие оптимального кода, построения оптимальных кодов (коды Хаффмена, коды Фано). Коды с исправлением ошибок; построение кодов Хемминга, геометрическая интерпретация.

Основная литература

1. Новиков Ф.Ф. “Дискретная математика для программистов”, ЁП-5, Питер, 2001
2. Яблонский С.В., “Введение в дискретную математику”, М., Наука 1979
3. Тоноян П.Н, Курс дискретной математики, Ереван, 1999 (на армянском языке)
4. Гаврилов Г.П, Сапоженко А.А., “Сборник задач по дискретной математике”, М., Наука, 2006

Раздел 4. Стохастические модели

Аннотация

В курсе «Стохастические модели» на примере решения посредством вероятностных распределений некоторых задач из комбинаторики, теории графов и теории информации показывается сколь высока эффективность их применения в дискретной математике. Умение использовать указанный метод значительно расширит возможности математического аппарата исследователя.

Раздел 4.1 Изложение основных принципов применения вероятностного метода в задачах дискретной математики.

Раздел 4.2 Вероятностный метод в комбинаторных задачах.

Тема 4.2.1. Пары с пустым пересечением. Теорема об оценке количества непересекающихся пар в семействе подмножеств.

Тема 4.2.2. Семейства пересекающихся множеств. Теорема Эрдеша – Ко –Радó.

Раздел 4.3 Вероятностный метод в теории графов.

Тема 4.3.1 Раскраски графов. Числа Рамсея и их оценки.

Тема 4.3.2 Клики в графах. Размер максимальной клики.

Тема 4.3.3 Хроматическое число. Теорема Болобаса.

Раздел 4.4 Основная модель передачи данных

Тема 4.4.1 Мера информации. Средняя взаимная информация и энтропия.

Тема 4.4.2 Кодирование дискретного источника.

Тема 4.4.3 Дискретные каналы без памяти и их пропускная способность.

Основная литература:

1. Н. Алон, Дж. Спенсер «Вероятностный метод», Москва, Бином. Лаборатория знаний 2007.
2. Ф. Харрари «Теория графов», Москва, «Мир», 1976.

3. Р. Галлагер «Теория информации и надежная связь», Москва, «Советское радио», 1974.
4. А.Н. Ширяев «Вероятность», Москва, «Наука», 1989

Дополнительная литература

1. П. Эрдеш, Дж. Спенсер «Вероятностные методы в комбинаторике», Москва, «Мир», 1973.

Раздел 5. Криптография

Аннотация

Целью данного курса является знакомство студентов с основными методами и принципами прикладной криптографии. Демонстрировать как математический аппарат используется для решения реальных задач.

Тема 5.1. Принципы построения современных симметричных шифров, режимы работы. Поточковые шифры - алгоритм RC4

Рассказывается об основных принципах построения современных симметричных шифров. Представляется алгоритм RC4.

Тема 5.2. Математические основы, введение в конечные поля

Введение в математические основы, необходимой для данного курса.

Тема 5.3. Введение в теорию чисел

Введение в теорию чисел, необходимой для данного курса.

Тема 5.4. Алгоритмы AES и SAFER+

Представляются алгоритмы AES и SAFER+.

Тема 5.5. Управление ключами и альтернативы

Представляются основные принципы работы с ключами.

Тема 5.6. Подходы Diffie-Hellman, RSA, El-Gamal.

Рассказывается о подходах Diffie-Hellman, RSA, El-Gamal.

Тема 5.7. Эллиптическая криптография

Представляются основные принципы эллиптической криптографии.

Тема 5.8. Проверка подлинности сообщений. Хеш-функции. Цифровые подписи и цифровые сертификаты

Рассказываются о методах проверки подлинности сообщений. Представляются понятия цифровой подписи и сертификата.

Тема 5.9. Протоколы Secure Socket layer (SSL) и Secure Electronic Transactions (SET)

Рассказывается о протоколах SSL и SET.

Тема 5.10. Межсетевые экраны и защита от вторжений

Представляются основные принципы работы межсетевых экранов и защиты от вторжения.

Литература

1. William Stallings, Cryptography and Network Security, 4/e, ISBN: 0-13-100681-9
2. Bruce Schneier, Applied Cryptography, 2/e, ISBN: 0-47-11709-9
3. Niels Ferguson, Bruce Schneier, Practical Cryptography, ISBN: 0-13-187316-4

Раздел 6. BigData

Аннотация

К категории Большие данные (Big Data) относится информация, которую уже невозможно обрабатывать традиционными способами (структурированные данные, нереляционные СУБД, случайные объекты и т.д.). Целью курса «Big Data» формирование у студентов профессиональной компетенции в области разработки и анализа больших данных. Данная цель соотносится с целью образовательной программой в частности с технологий разработки специализированных программных систем, отвечающих за обработку больших данных.

Тема 6.1 Введение в Big Data

Тема 6.2 Введение в Hadoop

Тема 6.3 Распределенная файловая система GFS

Тема 6.4 Распределенная файловая система HDFS

Тема 6.5 Понятие Map Reduce. Алгоритмы

Тема 6.6 Map Reduce: Графы

Тема 6.7 Платформы Pig и Hive

Тема 6.8 Распределенная база данных HBase

Тема 6.9 Нереляционная распределенная СУБД Cassandra

Тема 6.10 Введение в Spark

Тема 6.11 Визуализация больших данных

Литература

1. Tom White Hadoop: The Definitive Guide, 2012.
2. Jimmy Lin and Chris Dyer Data-Intensive Text Processing with MapReduce, 2010.
3. Donald Miner, Adam Shook MapReduce Design Patterns, 2012.
4. Виктор Маер-Шенбергер, Кеннет Кукьер. Большие данные: Революция, которая изменит то, как мы живем, работаем и мыслим. — М.: «Манн, Иванов и Фербер», 2013.
5. Gaurav Vaish. Getting Started with NoSQL, 2013.
6. A. Blum, J. Hopcroft, R. Kannan. Foundations of Data Science., 2016.
7. Фрэнкс Б. Пер. с англ. Баранов А. Укрощение больших данных: как извлекать знания из массивов информации с помощью глубокой аналитики. – Манн, Иванов и Фербер, 2014.
8. Маекс Д. Пер. с англ. Миронова П. Ключевые цифры. Как заработать больше, используя данные, которые у вас уже есть. – Манн, Иванов и Фербер, 2013.

Раздел 7. Data Mining

Аннотация

Целью освоения дисциплины «Data Mining» является формирование представления о типах задач, возникающих в области интеллектуального анализа данных (Data Mining) и методах их решения, которые помогут обучающимся выявлять, формализовать и успешно решать практические задачи анализа данных, возникающие в процессе их профессиональной деятельности. В ходе изучения дисциплины перед обучающимися ставятся следующие задачи:

- изучение методов и моделей Data Mining;
- изучение алгоритмов классификации и регрессии;
- изучение алгоритмов поиска ассоциативных правил;

– изучение методов кластеризации.

Тема 7.1 Введение в Data Mining

Тема 7.2 Задачи Data Mining: интеллектуальный анализ данных

Тема 7.3 Инструменты Data Mining

Тема 7.4 Задачи классификации

Тема 7.5 Линейные модели для классификации и регрессии

Тема 7.6 Методы снижения размерности пространства

Тема 7.7 Кластерный анализ

Тема 7.8 Поиск ассоциативных правил

Тема 7.9 Рекомендательные системы

Тема 7.10 Методы классификации и прогнозирования

Литература

1. Барсегян А.А., Куприянов М.С., Степаненко В.В., Холод И.И. Методы и модели анализа данных: OLAP и DataMining. – СПб.: БХВ-Петербург, 2004
2. Барсегян А.А., Куприянов М.С., Степаненко В.В., Холод И.И. Технологии анализа данных :DataMining, VisualMining, TextMining, OLAP- СПб.: БХВ-Петербург, 2008
3. ЧубуковаИ.А. Data Mining. Учебное пособие – М.: Изд-во «Интернет-университет информационных технологий – ИНТУИТ.ру, 2006
4. Jones H. Data Analytics: An Essential Beginner’s Guide To Data Mining, Data Collection, Big Data Analytics For Business, And Business Intelligence Concepts. 2018.

Раздел 8. Основы облачных вычислений

Аннотация

Цель этого курса представить студентам основные принципы облачных вычислений и ознакомить с основными поставщиками сервисов.

Тема 8.1. Виртуализация

Рассматриваются основные требования к аппаратным и программным средствам виртуализации. Рассматривается вопрос безопасности.

Тема 8.2. Основы облачные вычисления

Представляются основы работы облачных инфраструктур. Рассматриваются основные типы облачных систем. Объясняются понятия: “Инфраструктуру как услугу”, “Платформа как услугу” и “Программное обеспечение как услуга”.

Тема 8.3. Концепты облака

Рассматриваются такие свойства облака как: эластичность и самообслуживание.

Тема 8.4. Бизнес-принципы облачных сред

Объясняются базовые условия создания оболочной инфраструктуры в зависимости окружающей среды и технико-экономической обстановки. Рассматриваются финансовые аспекты привлечения поставщиков облачных услуг. Научить оценивать предложения общедоступных облачных сервисов в соответствии с требованиями вашей организации.

Тема 8.5. Управление и риск

Рассказывается о наиболее распространенных проблемах безопасности и способах решений. Представляются основные принципы шифрования и их использование.

Тема 8.6. Соблюдение безопасность

Рассказывается о моделирование угроз. Рассматриваются существующие политики и процедуры управления для операций в облаке.

Тема 8.7. Технические аспекты разработки ОВ приложений

Объясняются технические аспекты разработки приложений в облачной среде.

Тема 8.8. Сценарии устранения неполадок в облаке

Рассматриваются различные сценарии устранения неполадок. Изучаются некоторые инструменты устранения неполадок.

Тема 8.9. Настройка и развертывание облака

Рассматриваются шаги развертывания облака. Объясняются оценка необходимых ресурсов для развертки.

Тема 8.10. Обслуживание в облаке

Рассматриваются способы автоматизации задач обновления и обслуживания облака. Объясняются концепции резервного копирования и восстановления.

Литература

1. Michael J. Kavis, Architecting the Cloud: Design Decisions for Cloud Computing Service Models
2. Thomas Erl, Cloud Computing: Concepts, Technology & Architecture

Раздел 9. Безопасность программного обеспечения

Аннотация

Цель данного курса научить студентов основам безопасной разработки программ. Объяснить, причину появления программных ошибок, способы их эксплуатации, а также способы защиты программ от таких ошибок.

Тема 9.1. Представление программы в памяти, Организация вызовов функций.

Представление программы в памяти. Сегменты кода, стека и кучи. Помещение локальных переменных в стек сегменте. Организация вызовов функций. Передача аргументов. Работа в среде линукс. Gdbдебаггер.

Тема 9.2. Ошибка переполнения стека. Внедрение вредоносного кода

Ошибка переполнения стека. Примеры. Эксплуатация ошибки - изменение потока управления программы, вызов системных функций, внедрение вредоносного кода. Реальные примеры эксплуатации ошибок.

Тема 9.3. Способы автоматической защиты программ.

Невыполняемая память. Канарейка стека. Метод ASLR. ASLR для 32 и 64 битных архитектур. Способы обходов существующие защиты.

Тема 9.4. Переполнение буфера в куче. Ошибки форматной строки.

Переполнение ошибки в куче. Ошибки форматной строки. Эксплуатация ошибок на тестовых программах. Переполнение виртуальных таблиц C++. Ошибка двойного освобождения памяти. Использование памяти после освобождения. Атака unlink. Переполнение целых чисел.

Тема 9.5. Возвратно-ориентированное программирование

Введение в возвратно-ориентированное программирование. Способы и ограничения. Метод слепой ROP атаки.

Тема 9.6. Разработка безопасного ПО.

Ограничение и валидация входных данных. Ограничение привилегий программ. Примеры.

Тема 9.7. Введение в разработку веб-приложений

Введение в веб. Модель клиент-сервер. Протокол http/https. Сессия и куки.

Тема 9.8. Ошибка sql-injection

Введение в базу данных. Ошибка sql-injection. Причины появления ошибки. Примеры эксплуатации ошибки. Защита программ от внедрения sql кода.

Тема 9.9. Ошибка CSRF

Причины появления уязвимости CSRF. Примеры эксплуатации ошибки. Защита программ

Тема 9.10. Ошибка XSS.

Ошибка XSS. Причины появления ошибки. Примеры эксплуатации ошибки. Защита программ.

Тема 9.11. Классификация ошибок

Классификация ошибок. Системы CWE, CVE. Организация owasp. Советы по безопасной разработки. Ограничение и валидация входных данных. Ограничение привилегий программ. Примеры.

Тема 9.12. Статический анализ программ

Статический анализ программ. Чувствительный к потоку анализ. Чувствительный к контексту анализ. Taint анализ.

Тема 9.13. Символьное выполнения

Введение в символьное выполнения. Решатели (solvers). Автоматическая генерация тестов.

Тема 9.14. Динамический анализ

Динамический анализ программ. Фазеры. Метод белого, серого и черного ящика.

Использование фазера в цикле безопасной разработки программ.

Литература

1. Secure Programming with Static Analysis, by Brian Chess and Jacob West. ISBN: 0-321-42477-8
2. The Web Application Hacker's Handbook: Finding and Exploiting Security Flaws 2nd Edition, by Dafydd Stuttard, Marcus Pinto, ISBN-13: 978-1118026472
3. Computer Systems: A Programmer's Perspective 3rd Edition, by Randal Bryant, David O'Hallaron, ISBN-13: 978-0134092669
4. Secure Coding in C and C++ (SEI Series in Software Engineering) 2nd Edition, by Robert Seacord, ISBN-13: 978-0321822130

5. Secure Programming Cookbook for C and C++: Recipes for Cryptography, Authentication, Input Validation & More 1st Edition, by John Viega, Matt Messier, ISBN-13: 978-0596003944

Раздел 10. Сложные структуры данных

Аннотация

Целью дисциплины является развитие у магистров представления о структурах данных, иллюстрацией различных сценариев и задач, которые не решаются эффективно при помощи обыкновенных структур данных, и иллюстрацией возможности создания специализированных структур данных для конкретных задач из достаточно узких областей.

Тема 10.1. Квад-дерево (Quadtree)

Хранение двумерных протяженных объектов; Квад-дерево (Quadtree); Выявление сталкивающихся объектов; выявление объектов подлежащих прорисовке; трехмерный аналог.

Тема 10.2. Слабые стороны квад-деревьев

Слабые стороны квад-деревьев; задача многомерного промежуточного поиска; многомерный поиск с деревьями диапазонов (rangetrees).

Тема 10.3. Интервальное дерево

Продолжительные одномерные объекты; интервальное дерево; исключение непрерывности объектов за счет увеличения их размерности.

Тема 10.4. K-d дерево

Задача нахождения ближайшего соседа; K-d дерево, основные операции над ним; задача K ближайших соседей.

Тема 10.5. Дерево Фенвика

Статистики над диапазонами данных; дерево Фенвика; динамические статистики над диапазонами; многомерное дерево Фенвика.

Тема 10.6. Частичное каскадирование

Частичное каскадирование и связанные с ним геометрические задачи; сокращение последнего измерения в деревьях диапазонов; динамическое частичное каскадирование.

Тема 10.7. Ку-ку хеширование и X-fasttrie, Y-fasttrie

Ку-ку хеширование; целочисленные структуры данных; X-fasttrie, Y-fasttrie.

Тема 10.8. Расстояние Хемминга и Левенштейна, приближенный поиск

Приближенное сравнение строк; расстояние Хемминга; расстояние Левенштейна; ВК-дерево; приближенный поиск строк; толерантность поиска; некоторые статистики производительности.

Литература

1. Data structures, By Wikipedians, https://www.unf.edu/~wkloster/3540/wiki_book.pdf

Раздел 11. Introduction to ML

Аннотация

В курсе рассматриваются основные задачи обучения по прецедентам: классификация, кластеризация, регрессия, понижение размерности. Изучаются методы их решения, как классические, так и новые, созданные за последние 10–15 лет. Упор делается на глубокое понимание математических основ, взаимосвязей, достоинств и ограничений рассматриваемых методов. Отдельные теоремы приводятся с доказательствами. Все методы излагаются по единой схеме:

- исходные идеи и эвристики;
- их формализация и математическая теория;
- описание алгоритма в виде слабо формализованного псевдокода;
- анализ достоинств, недостатков и границ применимости;
- пути устранения недостатков;
- сравнение с другими методами;
- примеры прикладных задач.

Тема 11.1 Классификация

Тема 11.2 NaiveBayes, K-NN алгоритмы

Тема 11.3 Tree-based алгоритмы: введение в деревья

Тема 11.4 Tree-based алгоритмы: ансамбли

Тема 11.5 Регрессия

Тема 11.6 Оценка качества алгоритмов

Тема 11.7 Кластеризация

Тема 11.8 Уменьшение размерности

Литература:

1. Peter Flach, "The Art and Science of Algorithms that Make Sense of Data", 2012
2. Kevin Murphy, "Machine Learning: A Probabilistic Perspective", 2012
3. Trevor Hastie and others, "The Elements of Statistical Learning", 2008
4. Christopher Bishop, "Pattern Recognition and Machine Learning", 2006

Раздел 12. Neural Networks & Deep Learning

Аннотация

Целями освоения дисциплины «Neural Networks & Deep Learning» являются формирование у студентов теоретических знаний и практических навыков по основам построения больших нейронных сетей для глубинного обучения.

Глубинное обучение – популярная область, в которой используются нейронные сети сложной архитектуры. Подобные системы дают лучшие результаты в таких областях как обработка изображений, видео, звука и текста. В рамках курса будут рассмотрены основные типы архитектур, принципы работы и обучения глубоких нейронных сетей, а также проведены практические занятия по вышеупомянутым областям применения.

Тема 12.1 Многослойный Перцептрон

Тема 12.2 Нейронные сети: интуиция

Тема 12.3 Последовательная сеть прямого распространения

Тема 12.4 Точность, функция ошибки, правило цепи

Тема 12.5 Метод обратного распространения ошибки

Тема 12.6 Расширенные сети

Тема 12.7 Сверточные сети

Тема 12.8 Рекуррентная нейронная сеть

Тема 12.9 Генеративно-сопоставительная сеть

- Тема 12.10** Классификация день-ночь
- Тема 12.11** Подтверждение лица
- Тема 12.12** Передача стиля
- Тема 12.13** Обнаружение слов в речи
- Тема 12.14** Ансамбль (Ensembling)
- Тема 12.15** Dropout
- Тема 12.16** Рекуррентная нейронная сеть
- Тема 12.17** Исчезновение градиента
- Тема 12.18** GRU
- Тема 12.19** LSTM
- Тема 12.20** Transformers

Литература

1. Андрейчиков, А.В. Интеллектуальные информационные системы: Учебник / А.В. Андрейчиков, О.Н. Андрейчикова.– М. : Финансы и статистика, 2005.
2. Башмаков, А.И. Интеллектуальные информационные технологии: учеб. пособие / А.И. Башмаков, И.А Башмаков. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2005. – 304 с.
3. Люгер Д.Ф. Искусственный интеллект: стратегии и методы решения сложных проблем. – М.: Издательский дом “Вильямс”, 2003. – 864 с.
4. Осовский С. Нейронные сети для обработки информации – М.: Финансы и статистика, 2007. – 345 с.
5. Хайкин С. Нейронные сети: полный курс. М.: Вильямс, 2006. – 1104 с.
6. Neural Networks and Deep Learning / By: Aggarwal. Springer International Publishing. 2018
7. Introduction to Deep Learning / Skansi; Wheeler. SpringerInternationalPublishing. 2018
8. Evolutionary Approach to Machine Learning and Deep Neural Networks: Neuro-Evolution and Gene Regulatory Networks / By: Iba, Hitoshi. Springer. 2018
9. Mathematics of Fuzzy Sets and Fuzzy Logic / Barnabas Bede; Di Cecco. SpringerBerlinHeidelberg. 2013

10. Artificial Neural Networks / Ivan Nunes da Silva; James. Springer International Publishing.
2017

Раздел 13. Статистика для анализа данных. Теория вероятностей и математическая статистика

Аннотация

Актуальность программы заключается в том, что слушатели знакомятся с вероятностными моделями, теорией случайных величин, теорией предельных теорем и математической статистики. Методологическая концепция моделирования, основанная на теоретическом знании теории вероятностей и математической статистики занимающиеся задачами построения вероятностных (статистических) моделей используется во всех сферах практической деятельности, в которых необходимо принимать решения на основе результатов экспериментов.

Цель и задачи дисциплины

Целью данного курса является получение дополнительных знаний по теории вероятностей, применение их к решению прикладных задач, ознакомление с основными принципами применения вероятностных методов.

Тема 13.1. Понятие вероятности события. Вероятностное пространства

Представляется аксиоматика Колмогорова для вероятности.

Тема 13.2. Независимость. Формула полной вероятности

Определяется условная вероятность и дается определение понятия независимости.

Тема 13.3. Формула Бернули. Формулы Байеса

Определяется независимость испытаний на вероятностной основе и доказывается несколько важных формул для практик.

Тема 13.4. Случайная величина и ее числовые характеристики

Определяется понятие случайной величины ее представление и распределение.

Определяются также ее числовые характеристики.

Тема 13.5. Функция распределения и плотность распределения непрерывных величин

Определяется понятие плотность распределения непрерывных величин и плотность совместного распределения многомерной величины.

Тема 13.6. Предельные теоремы. Закон больших чисел. Центральная предельная теорема

Рассматриваются разные виды сходимости и основные предельные теоремы.

Тема 13.7. Предмет математической статистики. Выборочный метод и выборочная функция распределения

Представляется основная задача математической статистики и как оценивается основное распределение генеральной совокупности.

Тема 13.8. Выборочные моменты и их свойства. Оценки. Методы оценивания

Рассматриваются основные методы оценивания неизвестных параметров распределения генеральной совокупности.

Тема 13.9. Статистические гипотезы. Проверка статистических гипотез

Рассматриваются основные критерии проверки гипотез. Критерия согласия Пирсона Колмогорова, критерия независимости и т.п.

Основная литература

1. Севастьянов Курс теории вероятностей и математической статистики "Наука", 2007
2. Ширяев А.Н., Вероятность, "Наука", 2004.
3. Боровков А. А., Теория вероятностей, Москва, Наука, 2016.
4. Чернова Н. И. Лекции по математической статистике (электронная версия)
5. Биллингсли П., Сходимость вероятностных мер. М., Наука, 1977

Дополнительная литература

1. Kallenberg O. Foundations of Modern Probability. Springer-Verlag, New York, 1997.

Раздел 14. Прикладная статистика и Stata и R

Аннотация

Включает основные сведения по теории прикладного статистического анализа данных и методов вычислений с применением пакета STATISTICA. Курс состоит из двух составляющих, выполняемых параллельно, в виде лекций и практических занятий. Первая составляющая предполагает подачу теоретического материала в виде единой методики прикладного статистического анализа с применением взаимосвязанных и легко запоминаемых сведений, основанных на знаниях основ теории вероятностей и

математической статистики, которыми предположительно владеют магистранты. Вторая составляющая курса предназначена для выработки навыков решения задач прикладного статистического анализа при помощи пакета STATISTICA, т.е. постановку задачи анализа, ее формализацию, выполнение расчетов и интерпретацию полученных результатов.

Тема 14.1. Основы R, RStudio, воспроизводимые исследования.

Информирование студентов о плюсах и минусах языка программирования R. Демонстрация преимуществ R над существующими современными коммерческими продуктами. Объяснение воспроизводимых принципов исследования. Ознакомление студентов с консольным интерфейсом, скриптами и рабочей средой. Демонстрация нескольких часто используемых форматов данных и чтение наборов данных, экспортированных из популярного статистического программного обеспечения. Введение в базовые структуры R:

Тема 14.2. Функциональное программирование.

Объяснение различий между форматами данных из различных программных пакетов, упомянутых в лекции 1, и принятие мер предосторожности при их импорте в R. Демонстрация правильного способа написания наборов данных для воспроизводимых исследований без потери скрытых атрибутов. Показано, как ускорить импорт данных с помощью специально написанных пакетов. Показано, как объединить несколько наборов данных в один и как проверить объединенный результат на целостность. Ознакомление студентов с наиболее общими принципами программирования: различными типами условий и циклов. Демонстрация того, как ускорить вычисления в R, избегая циклов в больших наборах данных (BigData). Отображение объема различных функций применения и преобразование сокращенных списков в векторы матриц. Знакомство студентов с основами параллельных вычислений.

Тема 14.3. Прикладной статистический анализ.

Знакомство студентов с наиболее часто используемыми обобщенными линейными моделями: простой линейной регрессией, моделями бинарного выбора. Проверка значимости коэффициентов и объяснение того, можно ли считать результаты надежными или нет. Демонстрация того, как извлекать интуитивно понятные предельные эффекты из нелинейных моделей. Показаны основные инструменты регрессионной диагностики и приведены меры

предосторожности в отношении устаревших методов и статистики, которые все еще отображаются по умолчанию. Предупреждение об ошибке применения наивных методов к данным, где ошибки могут не быть независимыми, и исправление потенциальной корреляции внутри кластера.

Основная литература

1. Adler, J. (2012). R in a Nutshell : A Desktop Quick Reference (Vol. 2nd ed). Sebastopol, CA: Reilly - O'Reilly Media. Retrieved from <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&site=eds-live&db=edsebk&AN=488356>
 2. Teetor, P., & Loukides, M. K. (2011). R Cookbook : Proven Recipes for Data Analysis, Statistics, and Graphics (Vol. 1st ed). Sebastopol, CA: O'ReillyMedia.
- 14.** Лицам, успешно освоившим соответствующую дополнительную профессиональную программу и прошедшим итоговую аттестацию, выдается диплом о профессиональной переподготовке.
- 15.** Программа составлена кафедрами математической кибернетики, системного программирования, математики и математического моделирования и одобрена Советом Института математики и информатики РАУ.