

Профиль знаний и навыков студент к концу второго курса для специализации на 3-м потоке.

Математика.

Общеобразовательная.

1. Основные понятия алгебры и геометрии.

- Векторная алгебра, системы координат.
- Прямые линии и плоскости.
- Линии и поверхности второго порядка.
- Матрицы, определители, обратная матрица, ранг матрицы. Алгоритмы вычисления определителя.
- Системы линейных алгебраических уравнений. Алгоритмы решения СЛАУ.
- Операции векторно-матричной арифметики.
- Алгоритмы нахождения собственных значений и векторов.
- Обусловленность матрицы, плохо обусловленные матрицы.
- Линейные пространства.
- Евклидовы и унитарные пространства.
- Линейные операторы, структура линейного оператора, линейные операторы в унитарном и евклидовом пространстве.
- Уравнения Фредгольма
- Множества и отображения
- Группы, кольца и поля. Основные свойства.
- Поля Галуа.
- Гомоморфные отображения и вычисления – основные понятия и свойства
- Тензорное произведение в векторных пространствах.

2. Основные понятия математического анализа, включая наиболее часто используемые подходы к доказательству теорем и утверждений:

- Теория множеств. Вполне упорядоченные множества. Несчетность множества вещественных чисел. Лемма Цорна. Вполне упорядоченные множества. Базис Коши-Гамеля. Теорема Кантора-Бернштейна.
- Действительные числа. Функция действительной переменной. Числовые последовательности и их предела.
- Предел и непрерывность функций одной и нескольких переменных. Свойства функций непрерывных на отрезке.
- Производная и дифференциал функций одной и нескольких переменных. Достаточные условия дифференцируемости.
- Определенный интеграл, его свойства. Основная формула интегрального исчисления.
- Числовые ряды. Абсолютная и условная сходимость. Признаки сходимости: Даламбера, интегральный, Лейбница.
- Функциональные ряды. Равномерная сходимость. Признак Вейерштрасса. Непрерывность суммы равномерно сходящегося ряда непрерывных функций.
- Криволинейный интеграл, формула Грина.
- Производная функции комплексного переменного. Условия Коши-Римана. Аналитическая функция.
- Степенные ряды в действительной и комплексной области. Радиус сходимости.
- Преобразования Фурье. Ряды Фурье и интеграл Фурье.

3. Дифференциальные уравнения: в курсе должны рассматриваться наиболее часто используемые на практике методы решения обыкновенных дифференциальных

уравнений и дифференциальных уравнений в частных производных, демонстрируются основные приемы доказательств.

- Линейные обыкновенные дифференциальные уравнения и системы. Определитель Вронского.
- Теоремы существования и единственности решения задачи Коши для обыкновенного дифференциального уравнения первого порядка, разрешенного относительно производной.
- Теория устойчивости. Понятие устойчивости решения. Нелинейные колебания. Странные аттракторы
- Преобразования Лапласа
- Основы теории автоматических систем и теории идентификации
- Дифференциальные уравнения в частных производных и методы их решения.
- Дифференциальные операторы, эллиптические операторы. Оператор Лапласа и его свойства. Самосопряженные операторы с дискретным спектром.
- Применения дифференциального исчисления в задачах моделирования.

4. Численный анализ

- Численные методы решения алгебраических уравнений
- Численные методы интегрирования
- Разностные схемы
- Метод конечных разностей
- Метод конечных элементов
- Основы выбора сеток
- Методы аппроксимации и интерполяции функций
- «Сеточные» функциональные пространства
- Численные методы решения ОДУ (условия сходимости)

Специализированная (необходимая для дальнейшего обучения на кафедре АСВК).

1. Дискретная математика

- Алгебра логики. Функции алгебры логики, их представление таблицами истинности и формулами. Существенность переменных. Тожества, эквивалентные преобразования формул. Дизъюнктивные и конъюнктивные нормальные формы (ДНФ и КНФ). Полиномы Жегалкина. Полнота в алгебре логики. Замкнутые классы. Предполные классы.
- Графы. Графы, их простейшие свойства. Связность. Деревья, остовные деревья. Планарность графов. Раскраски графов.
Примечание – расширенная программа по графам приведена в пункте «Теория графов».
- Коды. Кодирование. Алфавитные коды, их свойства. Однозначность (разделимость) алфавитных кодов. Оптимальность алфавитных кодов. Коды, обнаруживающие и исправляющие ошибки. Коды Хэмминга. Линейные коды.
- Конечные автоматы. Конечные автоматы-преобразователи и конечно-автоматные функции. Представления конечных автоматов и конечно-автоматных функций. Упрощение конечных автоматов.
- Сложность. Схемы из функциональных элементов (СФЭ), представление функций алгебры логики ими. Сумматор, оценка его сложности в СФЭ. Вычитатель, оценка его сложности в СФЭ. Умножитель, оценка его сложности в СФЭ.
- Многозначные логики. Функции многозначной логики, их представление нормальными формами и полиномами.

2. Основы комбинаторики

- Правило сложения. Правило умножения. Принцип Дирихле.
- Основные комбинаторные величины и их свойства. Размещения.
- Сочетания с повторениями и без.

- Комбинаторные тождества. Биномиальные коэффициенты. Тождества с биномиальными коэффициентами.
- Формула включений и исключений. Применение формулы включений и исключений.

3. Теория графов (алгоритмы на графах см. пункт «Алгоритмы и структуры данных»)

- Понятие ориентированного и неориентированного графа.
- Планарные графы, двудольные графы, последовательно-параллельные графы.
- Пути, циклы, обходы графа.
- Паросочетания.
- Клики графа. Раскраски.
- Формы матричного представления графов (матрица инцидентности, матрица смежности и алгоритмы работы с ними).
- Критический путь графа.
- Деревья и их свойства.
- Частично-упорядоченные множества. Представление отношения частичного порядка в виде ориентированного графа.
- Схемы из функциональных элементов и простейшие алгоритмы их синтеза. Оценка сложности схем, получаемых по методу Шеннона.

4. Теория вероятностей (Курсы Теория Вероятностей 1 + Теория Вероятностей 2 – 2й семестр).

- Вероятностное пространство. Операции над событиями. Свойства вероятности.
- Условная вероятность. Независимость событий. Критерий независимости.
- Формула полной вероятности. Формула Байеса.
- Случайная величина. Порожденное и индуцированное вероятностные пространства. Функция распределения, ее свойства.
- Дискретные и непрерывные функции распределения и случайные величины. Плотность распределения.
- Числовые характеристики случайных величин: моменты, математическое ожидание, дисперсия. Их свойства.
- Числовые характеристики случайных величин: квантили. Медиана и ее свойства. Интерквартильный размах.
- Испытания Бернулли. Биномиальное распределение. Теорема Пуассона. Распределение Пуассона.
- Испытания Бернулли. Геометрическое распределение. Теорема Реньи. Показательное распределение.
- Испытания Бернулли. Теорема Муавра—Лапласа. Нормальное распределение.
- Совокупности случайных величин. Совместная функция распределения. Независимость случайных величин. Критерии независимости. Ковариация, коэффициент корреляции.
- Виды сходимости последовательностей случайных величин.
- Неравенства Маркова, Чебышева и Гаусса. Правило «трех сигм». Закон больших чисел в форме Чебышева.
- Характеристические функции и их свойства.
- Закон больших чисел в форме Хинчина.
- Центральная предельная теорема.
- Последовательности событий. Закон нуля и единицы. Неравенство Колмогорова. Усиленный закон больших чисел.
- Условное математическое ожидание (дискретный и абсолютно непрерывный случай).
- Производящие функции. Ветвящиеся процессы Гальтона-Ватсона. Вероятность вырождения.

- Цепи Маркова.
- Основные понятия теории информации. Энтропия. Дифференциальная энтропия. Экстремальные энтропийные свойства некоторых распределений вероятностей. Принципы формирования вероятностных моделей.
- Основные понятия теории случайных процессов. Процессы с независимыми приращениями.
- Определение и элементарные свойства пуассоновского процесса.
- Определение и элементарные свойства винеровского процесса.
- Простейшие системы и сети массового обслуживания.

5. Алгоритмы с машинным обучением

- Когда следует использовать алгоритмы с машинным обучением. Обучающая и тестовая выборки, проблема их представительности.
- Линейная, выпуклая и невыпуклая разделимость в задачах классификации.
- Обучение с учителем (разработка предсказательных моделей: классификация, аппроксимация функций). Обучение без учителя (сжатие, интерпретация входных данных: кластеризация).
- Математическая модель искусственного нейрона. Персептроны (нейросети прямого распространения), их возможности, обучение с обратным распространением ошибки. Эффект обобщения и переобучения.
- Рекуррентные нейросети. Сеть Хопфилда, энергия и динамика сети.
- Ассоциативная память на основе сетей Хопфилда, запись и воспроизведение, емкость памяти, разобучение.
- Метод опорных векторов: принципы построения алгоритмов и обучение (пояснить на примере проблему выбора опорных векторов).
- Случайный поиск с самообучением для решения непрерывных задач безусловной оптимизации: принципы построения алгоритмов, способы самообучения.
- Свободно доступные библиотеки с реализациями алгоритмов машинного обучения.

Информатика.

1. Алгоритмы и алгоритмические языки (два семестра)

- Основы теории алгоритмов
 - Понятие алгоритма
 - Формализация понятия алгоритма и вычисления (Машина Тьюринга, Нормальные алгоритмы Маркова, частично рекурсивные функции)
 - Алгоритмическая полнота и Тезис Чёрча
 - Алгоритмически неразрешимые проблемы (самоприменимости, остановка, эквивалентности)
- Основы семантики программ
 - Описание синтаксиса языка с помощью БНФ и синтаксических диаграмм
 - Повторное использование формальной записи алгоритма: функции (процедуры) и макроопределения
 - Представление данных: именованное (адресация), область действия имени, указатели, ссылки и общие данные, свободные переменные
 - Пространства имён и их иерархия (инкапсуляция)
 - Понятие потока вычислений
 1. Вычисления, управляемые данными: условный оператор и оператор сопоставления (выбора)
 2. Итеративное выполнение: цикл и рекурсия
 3. Нелинейная передача управления: исключения
- Алгоритмы и структуры данных.
 - Понятие вычислительной сложности алгоритма
 1. Сложность по действиям и по памяти

2. Асимптотическая оценка сложности
3. Классы сложности, понятие доминирования
- Скалярные типы данных и фиксированный составной тип (структура)
- Структуры данных и оценка сложности алгоритмов работы с ними
 1. Фиксированный индексируемый тип (массив). Поиск и сортировка.
 2. Геометрическое масштабирование. Динамический массив, список, стек и очередь.
 3. Ассоциативный массив и его реализация посредством хеш-таблицы (словаря); хэш-функции; открытая и закрытая адресация; множества (и их реализация на основе деревьев).
 4. Куча и её реализация на массиве.
 5. Деревья: двоичные, сбалансированные/несбалансированные, красно-черные, B, AVL.
 6. Простейшие графы, алгоритм Флойда-Уоршелла, алгоритм Дейкстры
- Типовые операции над структурами данных: множествами, массивами/таблицами, списками, очередями, стеками.
- Алгоритмы над деревьями: балансировка, поиск, вставка/удаление.
- Алгоритмы над строками: сравнение, выявление подстроки по образцу.
- Алгоритмы сортировки.
- Графы и алгоритмы на них:
 - Поиск в глубину и в ширину.
 - Связность графов, выделение компонент связности
 - Остовное дерево, его выделение.
 - Разбиение графов: взвешенное/невзвешенное, с минимизацией числа секущих ребер.
 - Поиск кратчайшего пути между вершинами. Алгоритм Дейкстры. Поиск K кратчайших путей.
 - Ориентированные графы. Циклы, их выявление. Поиск критического пути. Построение транзитивного замыкания.
- Графы как модель алгоритма/программы. Граф управления. Граф потока данных. Ярусно-параллельная форма графа алгоритма.
- Файловый и потоковый ввод-вывод.
- Свободно доступные библиотеки с реализациями алгоритмов.
- Объектно-ориентированное программирование
 - Основные принципы: абстракция, инкапсуляция, наследование, полиморфизм
 - Множественное наследование и MRO
 - Перегрузка операций и неявная динамическая типизация
 - Публичные, приватные и виртуальные методы; абстрактные классы
 - Модификация объектной модели: метаклассы, динамические пространства имён и т. п.
 - Объектное планирование больших и сверхбольших проектов; разработка «сверху вниз»

2. Архитектура вычислительных систем

- Принципы фон Неймана и их реализация
- Уровни представления архитектуры (цифровой-логический уровень, уровень микроархитектуры, уровень набора команд).
- Понятие (0,1,2,3)-адресной архитектур и их сравнение
- Режимы адресации (непосредственная, прямая, косвенная)
- Регистры и их роль в планировании вычислений
- Стек, аппаратная и программная варианты реализации
- Представление целых и вещественных чисел
- Сопроцессоры (математический и иные)
- Управление внешними устройствами: ММО, порты В/В и т. п.
- Прерывания и ловушки

- Прямой доступ к памяти и управление шиной
- Уровни выполнения: аппаратный, гипервизор, ядерный, пользовательский
- Организация виртуальной памяти
- Аппаратные потоки и модель доступа к памяти
- Повышение эффективности работы ВС:
- Кеширование. Ассоциативное, прямое и множественно-ассоциативное кеширование
- Конвейер и суперскалярность
- Векторные операции
- Многопроцессорные системы и проблемы доступа к общим ресурсам
- Предсказание переходов
- Упреждающие вычисления
- Проблемы безопасности при повышении быстродействия (Specter, Melt и т. п.)

3. Низкоуровневое программирование

- Двоичная система счисления.
- Организация ассемблерной программы
- Секции программы (данные, код, стек и т. п.) и адресация в них
- Стек как хранилище локальных переменных
- Понятие ABI и архитектурных конвенций
- Подпрограммы, конвенции по передаче параметров
- Преамбула, пролог и эпилог подпрограммы
- Понятие фрейма при вызове подпрограммы
- Псевдоинструкции и макрокоманды
- Организация ввода-вывода и взаимодействие с операционной системой
- Моделирование простых структур данных: массивы и связанные списки

4. Основы операционных систем.

- История развития операционных систем. Задачи современных операционных систем.
- Функции ядра ОС. Микроядерные и монолитные ОС. Системный вызов.
- Многозадачность: виды (пакетная, кооперативная, вытесняющая) и аппаратная поддержка вытесняющей многозадачности
- Виртуальная память: таблица страниц, подкачка страниц
- Управление памятью, задачи дефрагментации и повторного использования физической памяти
- Потоки ввода-вывода. Проблема разделения потоков данных и управления. Буферизация В/В.
- Работа с терминальной линией, прямой и обработанный режим ввода. Связь с процесса терминальной линией по вводу и по выводу.
- Файловая система как структура данных на носителе и как логическая структура каталогов и хранимых объектов.
- Права доступа. Субъект-субъектная и субъект-объектная табличные (дискреционные) модели доступа. Мандатная модель доступа.
- Процессы как реализация вытесняющей многозадачности. Планировщик процессов. Приоритет процесса.
- Порождение процессов. Окружение процесса, его наследование и изменение.
- Межпроцессное взаимодействие (сигналы, сообщения, каналы, разделяемая память, локальные сокеты)
- Группы процессов
- Асинхронный доступ к ресурсам. Состояние гонок и тупики. методы синхронизации (семафоры, мьютексы). Критическая секция и алгоритм Петерсона.
- Основы сетевого программирования. Сетевые сокеты. Клиент-серверная архитектура. (при условии параллельного курса Введение в сети)
- Представление о виртуализации
- Этапы загрузки и жизненный цикл работы ОС.

5. Инженерия ПО

- Прагматика языка программирования

- Абстрактный и конкретный вычислитель
- Уровень языка программирования как отличие предлагаемой языком абстрактной вычислительной модели от конкретной
- Выбор ЯП при проектировании решения задач
- Документирование исходных текстов
- Дисциплина оформления исходных текстов
- Жизненный цикл ПО
- Цикл разработка - тестирование - внедрение - сопровождение - консервация
- Простейшие методики тестирования и деплоя
- Понятие о системе контроля версий. Дисциплина оформления элементарных изменений (коммитов)
- Совместная разработка ПО, основы командного взаимодействия

6. Введение в сети ЭВМ

- Понятие протокола, принципы уровневости, инкапсуляции, адресации, именования в сетях
- Модели протоколов канального, сетевого и транспортного уровней
- Методы коммутации и мультиплексирования
- Понятие сквозной задержки и ее составляющих в сетях
- Алгоритмы управления перегрузками в сетях
- Физический уровень. Теоретические основы систем передачи данных и кодирования сигналов. Теоремы Найквиста, Котельникова, Шеннона для канала с шумом и условия существования кодировки для передачи сообщения.
- Примеры кодов с обнаружением ошибок (CRC), кода Хэмминга с исправлением одиночной ошибки
- Алгоритмы и протоколы маршрутизации
- Организация основных приложений DNS, SNMP, WWW, SMTP, FTP в интернете
- Методы анализа функционирования сетей ЭВМ: оценка сквозной задержки, математические модели среды передачи данных с общим доступом
- Представление о программно-конфигурируемых сетях
- Представление о методах виртуализации вычислений и сетей
- Представление об организации облачных вычислений и виртуальных сервисах в сетях
- Основные понятия информационной безопасности и примеры методов обеспечения инф. Безопасности в сетях ЭВМ
- Беспроводные сети: основные понятия, примеры.

Общеобразовательные.

1. Английский язык.
2. Русский язык.
3. Философия
4. Экономика

Здесь студенты должны приобрести умение написания рефератов по заданной тематике (реферат не по одной статье, а по нескольким статьям) и ведению деловой переписки (по крайней мере письма не должны начинаться с фразы «Я дико извиняюсь, что вовремя не прислал презентацию», а псевдоним в мессенджере не должен выглядеть как «Не вовремя проснувшаяся соня»).