

03.04.01 Прикладные математика и физика

Очная форма обучения, 2017 года набора

Аннотации рабочих программ дисциплин

Введение в современный анализ

Цель дисциплины:

изучение некоторых полезных в приложениях современных разделов математического и функционального анализа и связанных с ними дисциплин.

Задачи дисциплины:

- знакомство с основными фактами теории;
- получение знания об основных приложениях;
- знакомство с геометрическими и вероятностными аспектами теории.

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

☐ основные модели, неравенства и теоремы.

Уметь:

- ☐ уметь доказывать и применять модели и теоремы;
- ☐ понять поставленную задачу и провести ее формализацию;
- ☐ оценивать корректность постановок задач;
- ☐ строго доказывать или опровергать утверждения.

Владеть:

- ☐ иметь навыки работы с разнообразными техническими инструментами теории;
- ☐ навыками самостоятельной работы и освоения новых дисциплин;
- ☐ культурой постановки, анализа и решения математических и прикладных задач;
- ☐ навыками освоения большого объема информации.

К содержанию дисциплины относятся основные разделы курса:

- Основные функциональные пространства
- Соболевские пространства
- Приложения

Основная литература:

1. Элементы теории функций и функционального анализа [Текст] : учебник для вузов / А. Н. Колмогоров, С. В. Фомин .— 7-е изд. — М. : Физматлит, 2004, 2006, 2009, 2012 .— 572 с.
2. Псевдодифференциальные операторы и спектральная теория [Текст] : [учеб. пособие для вузов] / М. А. Шубин .— М. : Наука, 1978 .— 280 с.
3. Операторные методы [Текст] : учеб. руководство для вузов по спец. "Прикладная математика" / В. П. Маслов .— М. : Наука, 1973 .— 543 с.

Военная подготовка

Цель дисциплины:

Получение необходимых знаний, умений, навыков в военной области в соответствии с избранной военно-учётной специальностью "Математическое, программное и информационное обеспечение функционирования автоматизированных систем".

Задачи дисциплины:

1. Прохождение студентами дисциплины "Общественно-государственная подготовка".
2. Прохождение студентами дисциплины "Военно-специальная подготовка".
3. Прохождение студентами дисциплины "Тактика ВВС".
4. Прохождение студентами дисциплины "Общая тактика".
5. Прохождение студентами дисциплины "Общевойсковая подготовка".
6. Прохождение студентами дисциплины "Тактико-специальная подготовка".
7. Допуск к сдаче и сдача промежуточной аттестации, предусмотренной учебным планом.

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны
знать:

по дисциплине "Военно-специальная подготовка":

1. принципы построения, функционирования и практической реализации основных алгоритмов АСУ ВВС;
2. взаимодействие алгоритмов КСА объединения ВВС и ПВО, АСУ соединения ВКО в процессе боевой работы, организации и несения боевого дежурства;
3. особенности построения алгоритмов управления частями (подразделениями) ЗРВ, ИА, РЭБ;
4. основы построения КСА КП и штаба объединения ВВС и ПВО, АСУ соединения ВКО;
5. назначение, состав, технические характеристики, устройство и принципы функционирования основных комплексов технических средств КСА;
6. взаимодействие функциональных устройств КСА.

по дисциплине "Общественно-государственная подготовка":

1. историю славных побед российского воинства и русского оружия;
2. порядок организации и проведения мероприятий морально-психологического обеспечения в подразделении;
3. основные этапы развития ВС РФ;
4. цели и задачи воспитательной работы в подразделении;
5. порядок организации и проведения мероприятий воспитательной работы в подразделении;
6. методику индивидуально-воспитательной работы с военнослужащими, проходящими военную службу по призыву и по контракту.

по дисциплине "Тактика ВВС":

1. основы боевого применения Сил и средств воздушно-космического нападения вооруженных Сил блока НАТО;
2. порядок и методику оценки воздушного противника;
3. организацию, вооружение частей и подразделений ПВО ВВС;
4. боевые возможности частей и подразделений ПВО ВВС;
5. организацию маневра подразделений ПВО ВВС;
6. основы подготовки частей и подразделений ПВО ВВС к боевому применению;
7. основы планирования боевого применения, сущность и содержание заблаговременной и непосредственной подготовки к боевому применению частей и подразделений ПВО ВВС;
8. правила разработки и оформления боевых документов;

9. организацию боевого дежурства в ПВО ВВС;

10. основные этапы и способы ведения боевых действий в ПВО ВВС.

по дисциплине "Общая тактика":

1. организационно-штатную структуру общевойсковых подразделений;

2. сущность, виды, характерные черты и принципы ведения современного общевойскового боя;

3. основы боевого применения мотострелковых подразделений Сухопутных войск, их боевые возможности;

4. организацию системы огня, наблюдения, управления и взаимодействия;

5. основы огневого поражения противника в общевойсковом бою;

6. организацию непосредственного прикрытия и наземной обороны позиции подразделения и объектов;

7. последовательность и содержание работы командира взвода (отделения) по организации общевойскового боя, передвижения и управления подразделением в бою и на марше;

8. основы управления и всестороннего обеспечения боя;

9. порядок оценки обстановки и прогноз ее изменений в ходе боевых действий;

10. основные приемы и способы выполнения задач инженерного обеспечения;

11. назначение, классификацию инженерных боеприпасов, инженерных заграждений и их характеристики;

12. назначение, устройство и порядок применения средств маскировки промышленного изготовления и подручных средств;

13. последовательность и сроки фортификационного оборудования позиции взвода (отделения);

14. общие сведения о ядерном, химическом, биологическом и зажигательном оружии, средствах

Уметь:

по дисциплине "Военно-специальная подготовка":

1. технически грамотно эксплуатировать математическое обеспечение вычислительного комплекса в различных степенях боевой готовности и обеспечивать боевую работу в условиях активного воздействия противника;

2. самостоятельно разбираться в описаниях и инструкциях на математическое обеспечение новых АСУ ВВС;

3. методически правильно и грамотно проводить занятия с личным составом по построению и эксплуатации математического обеспечения АСУ ВВС.

по дисциплине "Общественно-государственная подготовка":

1. целенаправленно использовать формы и методы воспитательной работы с различными категориями военнослужащих;

2. применять методы изучения личности военнослужащего, социально-психологических процессов, протекающих в группах и воинских коллективах.

по дисциплине "Тактика ВВС":

1. проводить оперативно-тактические расчеты боевых возможностей частей (подразделений) ПВО ВВС.

по дисциплине "Общая тактика":

1. передвигаться на поле боя;

2. оборудовать одиночные окопы для стрельбы из автомата из всех положений, укрытия для вооружения и военной техники;

3. оценивать обстановку (уточнять данные обстановки) и прогнозировать ее изменения;

4. разрабатывать и оформлять карточку огня взвода (отделения);

5. осуществлять подготовку и управление боем взвода (отделения);

6. пользоваться штатными и табельными техническими средствами радиационной, химической и биологической разведки и контроля, индивидуальной и коллективной защиты, специальной обработки;

7. оценивать состояние пострадавшего и оказывать первую медицинскую помощь при различных видах поражения личного состава;

8. читать топографические карты и выполнять измерения по ним;

9. определять по карте координаты целей, боевых порядков войск и осуществлять целеуказание;

10. вести рабочую карту, готовить исходные данные для движения по азимутам в пешем порядке;

11. организовывать и проводить занятия по тактической подготовке.

по дисциплине "Тактико-специальная подготовка":

1. выполнять функциональные обязанности дежурного инженера в составе боевого расчета;

2. готовить аппаратуру КСА к боевому применению и управлять боевым расчетом центра АСУ в ходе ведения боевой работы;

3. проводить проверку параметров, определяющих боевую готовность АСУ (КСА);

4. оценивать техническое состояние аппаратуры КСА и ее готовность к боевому применению;

5. выполнять нормативы боевой работы.

по дисциплине "Общевойсковая подготовка":

1. выполнять и правильно применять положения общевоинских уставов Вооруженных Сил Российской Федерации в повседневной деятельности;
2. выполнять обязанности командира и военнослужащего перед построением и в строю;
3. правильно выполнять строевые приемы с оружием и без оружия;
4. осуществлять разборку и сборку автомата, пистолета и подготовку к боевому применению ручных гранат;
5. определять по карте координаты целей;

Владеть:

по дисциплине "Военно-специальная подготовка":

1. устройством КСА КП, аппаратным и программным обеспечением их функционирования;
2. основы защиты информации от несанкционированного доступа.

по дисциплине "Общественно-государственная подготовка":

1. основными положениями законодательных актов государства в области защиты Отечества.

по дисциплине "Тактика ВВС":

1. формами и способами ведения боевых действий частей и подразделений ПВО ВВС, их влиянием на работу АСУ в целом, работу КСА лиц боевого расчёта.

по дисциплине "Общая тактика":

1. организацией современного общевойскового боя взвода самостоятельно или в составе роты.
2. принятием решения с составлением боевого приказа, навыками доклада предложений командиру.

по дисциплине "Тактико-специальная подготовка":

1. методами устранения сбоев и задержек в работе программных и аппаратных средств КСА АСУ.

по дисциплине "Общевойсковая подготовка":

1. штатным оружием, находящимся на вооружении Вооружённых сил РФ.

К содержанию дисциплины относятся основные разделы курса:

- Военно-специальная подготовка
- Общая тактика
- Тактика Военно-воздушных сил
- Военно-специальная подготовка
- Общая тактика
- Тактико-специальная подготовка

- Общевоенная подготовка

Основная литература

1. Строевой устав вооружённых сил РФ.
2. В.В. Апакидзе, Р.Г. Дуков «Строевая подготовка» Под ред. Генерал-полковника В.А. Меримского (Учебное пособие). М.: Воениздат, 1988. 336 с.
3. Методика строевой подготовки. (Учебное пособие). М.: Воениздат, 1988. 358 с.
4. Руководство по 5,45-мм автомату Калашникова АК-74. М.: Воениздат, 1986. 158 с.
5. Наставление по стрелковому делу 9-мм пистолет Макарова (МП). М.: Воениздат, 94 с.
6. Наставление по стрелковому делу Ручные гранаты. М.: Воениздат, 1981. 64 с.
7. Наставление по стрелковому делу. Основы стрельбы из стрелкового оружия. Изд. второе, испр. и доп. М.: Воениздат, 1970. 176 с.
8. Курс стрельб из стрелкового оружия, боевых машин и танков Сухопутных войск (КС СО, БМ и Т СВ-84). М.: Воениздат. 1989, 304 с.
9. Военная топография» / Учебное пособие. Под общ. Ред. А.С. Николаева, М.: Воениздат. 1986. 280 с. ил.
10. «Топографическая подготовка командира» / Учебное пособие. М.: Воениздат. 1989.
11. Молостов Ю.И. Работа командира по карте и на местности. Учебное пособие. Солнечногорск, типография курсов «Выстрел», 1996.

Вычислительная геофизическая гидродинамика

Цель дисциплины:

Освоение студентами фундаментальных знаний в области принципов математического моделирования общей циркуляции атмосферы, а также в области природы самой общей циркуляции атмосферы.

Задачи дисциплины:

- формирование базовых знаний в области динамики и физики атмосферы;

- обучение студентов принципам построения моделей общей циркуляции атмосферы как основной компоненты модели земной системы;
- формирование подходов к выполнению исследований студентами в области динамики и физики атмосферы, а также математического моделирования атмосферы в рамках выпускных работ на степень магистра.

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны знать:

- ☐ место и роль общих вопросов науки в научных исследованиях;
- ☐ современные проблемы физики, химии, математики;
- ☐ теоретические модели фундаментальных процессов и явлений в физике и ее приложениях;
- ☐ принципы симметрии и законы сохранения;
- ☐ новейшие открытия естествознания;
- ☐ постановку проблем математического моделирования;
- ☐ о взаимосвязях и фундаментальном единстве естественных наук.

Уметь:

- ☐ эффективно использовать на практике теоретические компоненты науки: понятия, суждения, умозаключения, законы;
- ☐ представить панораму универсальных методов и законов современного естествознания;
- ☐ работать на современных компьютерах;
- ☐ абстрагироваться от несущественных влияний при моделировании реальных физических ситуаций;
- ☐ планировать оптимальное проведение численного эксперимента.

Владеть:

- ☐ планированием, постановкой и обработкой результатов численного эксперимента;
- ☐ научной картиной мира;
- ☐ математическим моделированием физических задач.

К содержанию дисциплины относятся основные разделы курса:

- Зачем нужны модели общей циркуляции атмосферы. Уравнения движения вязкой сжимаемой жидкости. Упрощения исходных уравнений. Уравнения геофизической гидродинамики, баротропного вихря. Геострофическое приближение.
- Предсказуемость низкочастотной изменчивости атмосферы. Эль-Ниньо, квазидвухлетняя осцилляция, арктическая осцилляция. Эмпирические ортогональные функции. Совместные модели атмосферы с моделями океана, биосферы, химии. Наблюдаемые и ожидаемые изменения климата. Моделирование изменений климата.
- Радиация в атмосфере и ее параметризация. Турбулентность в пограничном слое и ее описание в моделях. Процессы в почве и на поверхности. Конденсация и формирование облачности. Баланс энергии и воды в атмосфере. Циркуляция Хэдли и Уокера. Муссонная циркуляция. Ячейка Ферреля. Волны Россби, бароклинная неустойчивость и их взаимодействие со средним потоком. Стационарные волны. Региональные особенности атмосферной циркуляции. Гравитационные волны и их взаимодействие со крупномасштабным потоком в средней атмосфере.
- Различные системы координат. Законы сохранения для уравнений. Необходимость параметризации процессов подсеточного масштаба. Решение уравнений гидротермодинамики конечно-разностным, спектральным и полулагранжевым методом. Схемы по времени.

Основная литература:

1. Володин Е.М., Дианский Н.А. Отклик совместной модели общей циркуляции атмосферы и океана на увеличение содержания углекислого газа. Известия РАН. Физика атмосферы и океана, 2003, Т.39, N2, с.170-186.
2. Houghton J. The physics of atmospheres. Cambridge University Press, 2002, 320p.
3. Batchelor G. An introduction to fluid dynamics. Cambridge University Press, 1967.

Газовая динамика

Цель дисциплины:

формирование у студентов знаний и навыков работы с понятиями газовой динамики, краевых и начально-краевых задач в приложении их к проблемам и задачам народного хозяйства.

Задачи дисциплины:

- освоение студентами базовых знаний (понятий, концепций, методов и моделей) газодинамики;

- приобретение теоретических знаний и практических умений и навыков в области елей) газодинамики;
- оказание консультаций и помощи студентам в проведении собственных теоретических исследований в области газодинамики.

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны знать:

- ☐ фундаментальные понятия, законы теоретической газодинамики;
- ☐ современные проблемы теоретической газодинамики;
- ☐ понятия, аксиомы, методы доказательств и доказательства основных теорем в разделах, входящих в базовую часть цикла Газовая динамика ;
- ☐ основные свойства соответствующих математических объектов;
- ☐ аналитические и численные подходы и методы для решения типовых прикладных задач газодинамики.

Уметь:

- ☐ понять поставленную задачу;
- ☐ использовать свои знания для решения фундаментальных и прикладных задач газодинамики;
- ☐ оценивать корректность постановок задач;
- ☐ строго доказывать или опровергать утверждение;
- ☐ самостоятельно находить алгоритмы решения задач газодинамики, в том числе и нестандартных, и проводить их анализ;
- ☐ самостоятельно находить следствия полученных результатов;
- ☐ точно представить математические знания в области газодинамики в устной и письменной форме.

Владеть:

- ☐ навыками освоения большого объема информации и решения задач газодинамики (в том числе, сложных);
- ☐ навыками самостоятельной работы и освоения новых дисциплин;
- ☐ культурой постановки, анализа и решения математических и прикладных задач, требующих для своего решения использования математических подходов и методов теоретической

газодинамики;

▣ предметным языком дискретной математики и навыками грамотного описания решения задач и представления полученных результатов.

К содержанию дисциплины относятся основные разделы курса:

- Газодинамические функции в стационарном течении.
- Обтекание затупленного тела с отошедшей ударной волной.
- Отображение в плоскость годографа скорости. Риманова поверхность отображения в областях эллиптичности и гиперболичности.
- Первые интегралы системы дифференциальных уравнений идеального газа.
- Полная система дифференциальных уравнений.
- Профилирование крыла самолета.
- Теория пограничного слоя.
- Теория сопла Лавалю.
- Ударные волны.
- Эллипτικο-гиперболический тип уравнений стационарного течения идеального газа.

Основная литература:

1. Н.Е.Кочин, И.А.Кибель, Н.В.Розе. Теоретическая гидромеханика, ЧАСТЬ 2. - М.: Физматгиз, 1963.
2. Э.Г.Шифрин. Потенциальные и вихревые трансзвуковые течения идеального газа. - М.: Физматлит, 2001.

Геометрическое моделирование и построение расчетных сеток

Цель дисциплины:

Изучение основных понятий и методов геометрического моделирования и построение расчетных сеток.

Задачи дисциплины:

- освоение студентами базовых знаний в области геометрического моделирования и построение расчетных сеток;

- приобретение теоретических знаний в области геометрическое моделирование и построение расчетных сеток;
- оказание консультаций и помощи студентам в решении теоретических и практических задач.

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- ☐ фундаментальные понятия, законы, методы геометрического моделирования и построение расчетных сеток;
- ☐ основные свойства соответствующих математических объектов;
- ☐ аналитические и численные подходы и методы для решения типовых прикладных задач.

Уметь:

- ☐ понять поставленную задачу;
- ☐ использовать свои знания для решения фундаментальных и прикладных задач теории геометрического моделирования и построение расчетных сеток ;
- ☐ оценивать корректность постановок задач;
- ☐ строго доказывать или опровергать утверждение;
- ☐ самостоятельно находить алгоритмы решения задач геометрического моделирования и построение расчетных сеток, в том числе и нестандартных, и проводить их анализ;
- ☐ самостоятельно видеть следствия полученных результатов.

Владеть:

- ☐ навыками освоения большого объема информации и решения задач;
- ☐ навыками самостоятельной работы и освоения новых дисциплин;
- ☐ культурой постановки, анализа и решения математических и прикладных задач, требующих для своего решения использования математических подходов и методов геометрического моделирования и построение расчетных сеток;
- ☐ предметным языком дискретной математики и навыками грамотного описания решения задач и представления полученных результатов.

К содержанию дисциплины относятся основные разделы курса:

- Критерии взаимнооднозначности многомерных отображений.
- Предмет курса и исторический обзор: методы численного моделирования и расчетные сетки; понятие криволинейной сетки, методы Винслоу, Годунова-Прокопова и др.; структурированные и неструктурированные сетки, их области применения.
- Распластывание поверхностей в задачах анатомии, геологии, штамповки, компьютерной графики; принцип максимума для дискретных гармонических отображений, деформации триангуляции (Флоатер); метод упаковки окружностей и конформное распастывание (Стефенсон, Бобенко); квазиизометричное распастывание (Гаранжа).
- Теорема Делоне о "пустом шаре" и современные методы построения неструктурированных сеток: минимаксные свойства разбиений Делоне; вариационный принцип (Раджан); практические методы построения триангуляции Делоне (Жорж).

Основная литература:

1. Лекции по современным аспектам линейной алгебры [Текст] / С. К. Годунов ; Ин-т математики им. С. Л. Соболева СО РАН .— Научное изд. — Новосибирск : Научная книга, 2002 .— 216 с.

Гидродинамика атмосферных систем и задачи экологии

Цель дисциплины:

Освоение студентами фундаментальных знаний в области гидротермодинамики атмосферных дисперсных систем, изучение способов построения математических моделей динамики атмосферных процессов и кинетических процессов газовой и аэрозольной динамики и методов их решения, а также их практического применения в области экологии.

Задачи дисциплины:

- формирование базовых знаний в области динамики и кинетики газовых примесей в атмосфере, интегрирующей гидродинамическую, вычислительную и физико-химическую подготовку физиков и обеспечивающей технологические основы современных инновационных сфер деятельности;
- обучение студентов принципам построения комплексных математических моделей

включающих: динамику атмосферных процессов и переноса многокомпонентных газовых примесей и аэрозолей с учетом кинетических процессов трансформации, выявление основных особенностей построения численных алгоритмов для их реализации на вычислительных комплексах, и их практическое использование для решения конкретных задач экологии;

- формирование подходов к выполнению исследований студентами в области физики атмосферы и аэродисперсных систем.

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны знать:

- ☐ место и роль общих вопросов науки в научных исследованиях;
- ☐ современные проблемы физики, химии, математики;
- ☐ теоретические модели фундаментальных процессов и явлений в физике и ее приложениях;
- ☐ принципы симметрии и законы сохранения;
- ☐ новейшие открытия естествознания;
- ☐ постановку проблем физико-химического моделирования;
- ☐ о взаимосвязях и фундаментальном единстве естественных наук.

Уметь:

- ☐ эффективно использовать на практике теоретические компоненты науки: понятия, суждения, умозаключения, законы;
- ☐ представить панораму универсальных методов и законов современного естествознания;
- ☐ работать в построении современных математических моделей;
- ☐ абстрагироваться от несущественных влияний при моделировании реальных физических ситуаций.

Владеть:

- ☐ постановкой физических моделей для решения конкретных прикладных задач в области физики атмосферы и охраны окружающей среды;
- ☐ научной картиной мира;
- ☐ навыками самостоятельной работы в лаборатории на современных вычислительных комплексах;
- ☐ математическим моделированием физических задач.

К содержанию дисциплины относятся основные разделы курса:

- Кинетика зарождения и роста частиц дисперсной фазы. Формирования частиц новой фазы из газов предшественников. Кинетическое уравнение для процесса конденсации и испарения.
- Построение математической модели формирования сульфатных и полярных облаков в верхней тропосфере и стратосфере. Антарктические «озоновые дыры». Влияние вулканических извержений на изменчивость газового и аэрозольного состава атмосферы в тропосфере и стратосфере. Атмосферная циркуляция, динамика газовых примесей и аэрозолей в атмосфере при лесных и торфяных пожарах.
- Совместная модель конвекции и уравнения сохранения химических веществ, входящих в бинарную реакцию второго порядка. Основные сведения о дисперсных системах.
- Турбулентное движение жидкости. Уравнения гидротермодинамики атмосферных процессов.
- Уравнение коагуляции и дробления. Кинетика аэрозолей под влиянием электрических полей. Силы действующие на заряженную аэрозольную частицу.
- Формулировка кинетического уравнения коагуляции. Численный алгоритм решения уравнения коагуляции.
- Формулировка общего уравнения переноса многокомпонентных газовых примесей и аэрозолей в атмосфере с учетом кинетических процессов трансформации. Влажная конвекция и формирование облачности.
- Химические и фотохимические процессы в атмосфере. Газофазные и жидкофазные реакции. Влияние конвективной турбулентности на скорость химических реакций в пограничном слое атмосферы.

Основная литература:

1. Fundamentals of atmospheric modeling/. Jacobson M.Z., Cambridge Univ. press, 1999, 640 p ISBN 0-52163-143- 2, 0- 521- 63717- 1.
2. Atmospheric chemistry and physics: from pollution to climate change/ Wiley, N.Y., 2006, 1300 p. ISBN 0-471- 17815- 2, 0- 471- 17816-0.
3. Моделирование динамики и кинетики газовых примесей и аэрозолей в атмосфере/ Алоян А.Е., М. Издательство «Наука», 2 008. — 415 с, . ISBN 978-5-02-036067-9.

Динамика океана

Цель дисциплины:

Освоение студентами фундаментальных знаний в области крупномасштабной

гидротермодинамики океана и морского льда для применения их при решении современных

задач математического моделирования климата Земли, оперативного прогноза состояния системы океан-лед, и решения экологических задач.

Задачи дисциплины:

- формирование базовых знаний в области крупномасштабной гидротермодинамики океана и морского льда, интегрирующих общетеоретическую подготовку физиков и вычислительных математиков, и обеспечивающих технологические основы современных методов математического моделирования состояния океана и морского льда;
- обучение студентов принципам построения современных систем наблюдения за Мировым океаном и формирование представления о степени достоверности экспериментальных данных, обучение студентов основным понятиям, принятым среди экспериментальных океанологов;
- формирование представлений о современных проблемах в области моделирования динамики океана, и перспективных методах их решений.

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны знать:

- ☐ Особенности наблюдаемой крупномасштабной динамики и состояния океана и морского льда;
- ☐ Особенности построения наблюдательных систем за состоянием океана – в первую очередь – глубоко океана, и представлять их ограниченность;
- ☐ Специфику математического описания крупномасштабной динамики океана и морского льда: проблему осреднения, физические и геометрические приближения;
- ☐ Основные асимптотические решения уравнений крупномасштабной динамики океана и морского льда и связанную с этим терминологию;
- ☐ Особенности длинноволновой динамики океана и связанные с ней вопросы численного решения задачи;
- ☐ Основы теории приливов и их роль в формировании крупномасштабного состояния океана.

Уметь:

- ☐ Квалифицированно оценивать значимость тех или иных физических процессов в их системной взаимосвязи в формирование состояния океана и морского льда;
- ☐ Оценивать адекватность выбранной математической модели для исследований той или иной

теоретической или практической задачи;

☐ Оценивать адекватность используемых методов вычислительной математики для решения той или иной теоретической или практической задачи;

☐ Планировать оптимальное проведение натурного или вычислительного эксперимента исходя из особенностей объекта и особенностей построения наблюдательной системы.

Владеть:

☐ планированием, постановкой и обработкой результатов численного эксперимента по выбранной математической модели;

☐ методами вычислительной математики для решения той или иной теоретической или практической задачи;

☐ навыками самостоятельной работы в лаборатории на современном компьютерном оборудовании;

☐ навыками освоения большого объёма информации;

☐ культурой постановки и моделирования физических задач.

К содержанию дисциплины относятся основные разделы курса:

- Введение.
- Наблюдаемое среднее состояние океана.
- Основная система уравнений и граничных условий крупномасштабной динамики океана.
- Простые решения 1.
- Длинные волны в океане.
- Морской лед.
- Основы теории приливов.
- Простые решения 2

Основная литература:

1. Должанский Ф.В. Основы геофизической гидродинамики. - М.: Физматлит, 2011.
2. IOC, SCOR and IAPSO, 2010: The international thermodynamic equation of seawater – 2010: Calculation and use of thermodynamic properties. Intergovernmental Oceanographic Commission, Manuals and Guides No. 56, UNESCO (English), 196 pp.

Дифференциально-геометрические методы и приложения

Цель дисциплины:

Формирование у студентов знаний и навыков работы с применениями дифференциально-геометрических методов в физике, механике и теории управления.

Задачи дисциплины:

- освоение студентами базовых знаний (понятий, концепций, методов и моделей) в области применения дифференциально-геометрических методов в физике, механике и теории управления;
- приобретение теоретических знаний и практических умений и навыков в применении дифференциально-геометрических методов в физике, механике и теории управления;
- оказание консультаций и помощи студентам в проведении собственных теоретических исследований в области применения дифференциально-геометрических методов в физике, механике и теории управления.

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны знать:

- ☐ фундаментальные понятия применения дифференциально-геометрических методов в физике, механике и теории управления;
- ☐ современные проблемы применения дифференциально-геометрических методов в физике, механике и теории управления;
- ☐ понятия, аксиомы, методы доказательств и доказательства основных теорем в разделах, входящих в базовую часть области применения дифференциально-геометрических методов в физике, механике и теории управления;
- ☐ основные свойства соответствующих математических объектов.

Уметь:

- ☐ понять поставленную задачу;
- ☐ использовать свои знания для решения фундаментальных и прикладных задач применения дифференциально-геометрических методов в физике, механике и теории управления;
- ☐ оценивать корректность постановок задач;

☐ строго доказывать или опровергать утверждение;

☐ самостоятельно находить алгоритмы решения задач применения

дифференциально-геометрических методов в физике, механике и теории управления;

☐ самостоятельно видеть следствия полученных результатов;

☐ точно представить математические знания в области применения

дифференциально-геометрических методов в физике, механике и теории управления.

Владеть:

☐ навыками освоения большого объема информации и решения задач применения

дифференциально-геометрических методов в физике, механике и теории управления (в том числе, сложных);

☐ навыками самостоятельной работы и освоения новых дисциплин;

☐ культурой постановки, анализа и решения математических и прикладных задач, требующих для своего решения использования математических подходов и методов применения дифференциально-геометрических методов в физике, механике и теории управления, и навыками грамотного описания решения задач и представления полученных результатов.

К содержанию дисциплины относятся основные разделы курса:

- Бинарные отношения и группы.
- Векторные поля и распределения.
- Геометрия в области пространства.
- Гладкие многообразия.
- Группы диффеоморфизмов.
- Элементы тензорного анализа.
- Групповой анализ дифференциальных уравнений математической физики.
- Метрика в физике и механике.
- Обыкновенные дифференциальные уравнения с управлениями (управляемые динамические системы).

Основная литература:

1. Краткий курс дифференциальной геометрии и топологии [Текст] : учебник для вузов / А. С. Мищенко, А. Т. Фоменко .— М. : Физматлит, 2004 .— 304 с.
2. В.И. Елкин. Редукция нелинейных управляемых систем. Симметрии и классификация. - М.: Фазис.2006.

З. В.И.Елкин. Редукция нелинейных управляемых систем. Декомпозиция и инвариантность по возмущениям. - М.: Фазис, 2003, 207 с.

История, философия и методология естествознания

Цель дисциплины:

приобщить студентов к историческому опыту мировой философской мысли, дать ясное представление об основных этапах, направлениях и проблемах истории и философии науки, способствовать формированию навыков работы с предельными вопросами, связанными с границами и основаниями различных наук и научной рациональности, овладению принципами рационального философского подхода к процессам и тенденциям развития современной науки.

Задачи дисциплины:

- систематизированное изучение философских и методологических проблем естествознания с учетом историко-философского контекста и современного состояния науки;
- приобретение студентами теоретических представлений о многообразии форм человеческого опыта и знания, природе мышления, соотношении истины и заблуждения;
- понимание роль науки в развитии цивилизации, соотношение науки и техники и связанные с ними современные социальные и этические проблемы, умение различать исторические типы научной рациональности, знать структуру, формы и методы научного познания в их историческом генезисе, современные философские модели научного знания;
- знакомство с основными научными школами, направлениями, концепциями, с ролью новейших информационных технологий в мире современной культуры и в области гуманитарных и естественных наук;
- понимание смысла соотношения биологического и социального в человеке, отношения человека к природе, дискуссий о характере изменений, происходящих с человеком и человечеством на рубеже третьего тысячелетия;
- знание и понимание диалектики формирования личности, ее свободы и ответственности, своеобразие интеллектуального, нравственного и эстетического опыта разных исторических эпох.

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- структуру естественных и социо-гуманитарных наук, специфику их методологического аппарата;
- соотношение принципов и гипотез в построении научных систем и теорий;
- основы современной научной картины мира, базовые принципы научного познания и ключевые направления междисциплинарных исследований;
- концепции развития науки и разные подходы к проблеме когнитивного статуса научного знания;
- проблему материи и движения;
- понятия энергии и энтропии;
- проблемы пространства–времени;
- современные проблемы физики, химии, математики, биологии, экологии;
- великие научные открытия XX и XXI веков;
- ключевые события истории развития науки с древнейших времён до наших дней;
- взаимосвязь мировоззрения и науки;
- проблему формирования мировоззрения;
- систему интердисциплинарных отношений в науке, проблему редукционизма в науке;
- теоретические модели фундаментальных процессов и явлений в физике и ее приложениях к естественным наукам;
- о Вселенной в целом как физическом объекте и ее эволюции;
- о соотношении порядка и беспорядка в природе, о проблемах нелинейных процессов и самоорганизующихся систем;
- динамические и статистические закономерности в природе;
- о роли вероятностных описаний в научной картине мира;
- принципы симметрии и законы сохранения;
- новейшие открытия естествознания для создания технических устройств;
- особенности биологической формы организации материи, принципы воспроизводства и развития живых систем;
- о биосфере и направлении ее эволюции.

Уметь:

- эффективно использовать на практике теоретические компоненты науки: понятия, суждения,

умозаключения, гипотезы, доказательства, законы;

- применять методологию естествознания при организации конкретных исследований;
- дать панораму наиболее универсальных методов и законов современного естествознания.

Владеть:

- научной методологией как исходным принципом познания объективного мира;
- принципами выбора адекватной методологии исследования конкретных научных проблем;
- системным анализом;
- знанием научной картины мира;
- понятийным и методологическим аппаратом междисциплинарных подходов в науке.

К содержанию дисциплины относятся основные разделы курса:

- Возникновение и развитие науки на Западе и на Востоке
- Методология научного и философского познания
- Современная философия о проблемах естественнонаучного знания
- Современная философия о проблемах естественнонаучного знания
- Современная философия о проблемах социального и гуманитарного знания
- Наука, религия, философия
- Проблема кризиса культуры в научном и философском дискурсе
- Наука и философия о природе сознания

Основная литература:

1. Западная философия от истоков до наших дней [Текст] : [в 4 т.] Т. 3. От Возрождения до Канта / С. А. Мальцева, Д. Антисери, Дж. Реале .— СПб. : Пневма, 2004, 2010 .— 880 с.
2. Западная философия от истоков до наших дней [Текст] : [в 4 т.] / Д. Антисери, Дж. Реале ; пер. с итал. под ред. С. А. Мальцевой .— СПб. : Пневма, 2003. — Т. 1-2: Античность и Средневековье. - 2003. - 688 с.
3. Западная философия от истоков до наших дней [Текст] : [в 4 т.] Т. 4 / Д. Антисери, Дж. Реале;пер.с итал.под ред.С.А.Мальцевой .— СПб. : Пневма, 2003, 2008 .— 880 с.
4. Западная философия от истоков до наших дней [Текст]:[в 4т.] / Д. Антисери, Дж. Реале;пер.с итал.С.А.Мальцевой .— СПб. : Пневма, 2004 .— Т. 3: От Возрождения до Канта. - 2004. - 880 с.
5. Философия [Текст] : Хрестоматия / сост. П. С. Гуревич .— М. : Гардарики, 2002 .— 543 с.
6. Философия науки [Текст] : учебник для магистратуры / под ред. А. И. Липкина ; Моск. физ.-техн. ин-т (гос. ун-т) .— 2-е изд., перераб. и доп. — М. : Юрайт, 2015 .— 512 с

Кинетические уравнения

Цель дисциплины:

Освоение студентами фундаментальных знаний в области оптимального управления сложными динамическими системами, поведение которых описывается дифференциальными уравнениями с частными производными, а также ознакомление с областями практического применения этих знаний.

Задачи дисциплины:

- формирование у студентов базовых знаний в области оптимального управления сложными динамическими системами;
- приобретение студентами навыков постановки задач оптимизации, возникающих в математической физике;
- овладение студентами аналитическими и численными методами решения прикладных задач оптимизации сложных систем.

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны знать:

- ☐ место и роль общих вопросов науки в научных исследованиях;
- ☐ современные проблемы теории оптимизации сложных динамических систем;
- ☐ основные современные методы решения задач оптимального управления сложными системами;
- ☐ новейшие открытия в естествознании;
- ☐ постановку проблем физико-математического и компьютерного моделирования;
- ☐ о взаимосвязях и фундаментальном единстве естественных наук.

Уметь:

- ☐ эффективно использовать на практике теоретические компоненты науки: понятия, суждения, умозаключения, законы;
- ☐ представить панораму универсальных методов и законов современного естествознания;
- ☐ использовать современную вычислительную технику;

☐ абстрагироваться от несущественных влияний при моделировании реальных физических ситуаций;

☐ планировать оптимальное проведение вычислительного эксперимента.

Владеть:

☐ планированием, постановкой и обработкой результатов вычислительного эксперимента;

☐ научной картиной мира;

☐ навыками самостоятельной работы на современной вычислительной технике;

☐ методами математического моделирования сложных систем и управления этими системами.

К содержанию дисциплины относятся основные разделы курса:

- Уравнения химической кинетики и H-теорема. Возрастание энтропии.
- Дискретные модели уравнения Больцмана.
- Квантовые кинетические уравнения и квантовая энтропия.
- Реактивные контрреактивные и хемореактивные силы.

Основная литература:

1. Лекции по теории газов [Текст] / Л. Больцман ; пер. с нем. под ред. Б. И. Давыдова .— М. : Гостехиздат, 1953 .— 554 с.

Компьютерная графика

Цель дисциплины:

теоретическое и практическое освоение компьютерной графики, как раздела компьютерных наук и активно развивающейся прикладной области.

Задачи дисциплины:

- изучение основных понятий и алгоритмов компьютерной графики;
- знакомство с программными библиотеками и технологиями компьютерной графики;
- оказание консультаций и помощь студентам в написании программ, занимающихся построением, обработкой и анализом изображений в рамках их самостоятельных научных исследований и написания дипломных работ.

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- основные способы компьютерного моделирования изображений;
- основные стадии графического конвейера (формирования изображения) в современных аппаратных системах компьютерной графики;
- принципы представления цвета в компьютере и важнейшие особенности физиологии цветного зрения человека;
- методы преобразования векторных/непрерывных моделей изображений в растровое представление, возникающие при этом эффекты ступенчатости и важнейшие подходы к борьбе с ними;
- идею алгоритма сканирующей строки как подхода к решению задач компьютерной графики и вычислительной геометрии;
- важнейшие структуры данных, применяющиеся для ускорения поиска и обработки в задачах компьютерной графики и вычислительной геометрии;
- топологические структуры данных, используемые для моделирования планарных разбиений (в том числе триангуляций и диаграмм Вороного) и полигональных представлений трёхмерных объектов;
- популярные способы моделирования кривых и поверхностей в компьютерной графике;
- основные подходы к сжатию статических растровых изображений и видео.

Уметь:

- реализовывать простейшие методы обработки растровых изображений;
- создавать векторные модели изображений (с использованием языка PostScript в качестве примера);
- моделировать сложные составные гладкие кривые и поверхности, преобразовывать их в полигональные модели и визуализировать с помощью библиотеки OpenGL;
- применять OpenGL для альтернативных вычислительных задач (построение растровых аппроксимаций различных диаграмм Вороного для точек и поверхностей).

Владеть:

- XnView или любая другая утилита для просмотра растровых файлов;
- Meshlab или любая другая утилита для моделирования триангулированных поверхностей и поверхностей, заданных в виде облака точек;
- Voreen или любой другой пакет визуализации объёмных данных;

- Povray или любая другая программа трассировки лучей;
- TeX (LaTeX с пакетами beamer и Tikz) для подготовки докладов и презентаций с графическими иллюстрациями;
- GhostScript/GhostView для просмотра документов в формате PostScript.

К содержанию дисциплины относятся основные разделы курса:

- Введение в компьютерную графику. История. Области применения. Смежные дисциплины
- Цвет в компьютерной графике.
- Растровая развертка отрезков, кривых. Подходы к устранению ступенчатости. Графический конвейер.
- Растровая развертка многоугольника принадлежность точки многоугольнику. Алгоритм сканирующей строки. Заливка растровых областей
- Алгоритмы отсечения отрезков и многоугольников. Место отсечения в графическом конвейере. Отсечение границами простого многоугольника. Булевы операции над многоугольниками
- Алгоритмы вычислительной геометрии.
- Триангуляция Делоне и диаграммы Вороного. Их применение в КГ
- Типы запросов к пространственным данным. Алгоритмы пространственной индексации данных.
- Кривые Безье и их использование в КГ
- Сплайн кривые: Bsplineкривые
- Сплайн поверхности.
- Алгоритмы сжатия статических изображений и видео
- Способы задания 3 d объектов/сцен
- Анализ топологических свойств полигональных моделей.
- Определение столкновений тел (collisiondetection)
- Визуализация полигональных моделей. Алгоритмы удаления тневидимых линий и поверхностей
- Модели освещения. Использование текстур

Основная литература:

1. Компьютерная графика [Текст] : [учеб. пособие для вузов] / В. Н. Порев . — СПб. : БХВ-Петербург, 2002 . — 432 с.
2. Компьютерная геометрия и алгоритмы машинной графики [Текст] : [учеб. пособие для вузов] / Е. А. Никулин . — СПб. : БХВ-Петербург, 2003 . — 560 с.

Математические методы решения задач дистанционного зондирования

Цель дисциплины:

Освоение студентами фундаментальных знаний в области математических методов обработки данных дистанционного аэрокосмического зондирования Земли.

Задачи дисциплины:

- формирование базовых знаний в области интеллектуализации обработки информации в задачи дистанционного зондирования Земли как дисциплины, интегрирующей общетеоретическую и практическую подготовку специалистов в области прикладной математики и физики и обеспечивающей технологические основы современных методов решения задач
- обучение студентов принципам создания новых методов распознавания образом и решения обратных задач, основанных на методах математической статистики.
- формирование подходов к выполнению исследований студентами в области решения практических задач в рамках выпускных работ на степень магистра.

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны знать:

- ☐ место и роль общих вопросов науки в научных исследованиях;
- ☐ современные проблемы физики, математики;
- ☐ теоретические модели фундаментальных процессов и явлений в физике и ее приложениях;
- ☐ новейшие открытия естествознания;
- ☐ постановку проблем физического моделирования;
- ☐ о взаимосвязях и фундаментальном единстве естественных наук.

Уметь:

- ☐ эффективно использовать на практике теоретические компоненты науки: понятия, суждения, умозаключения, законы;
- ☐ представить панораму универсальных методов и законов современного естествознания;
- ☐ абстрагироваться от несущественных влияний при моделировании реальных физических ситуаций.

Владеть:

- ☐ математическими методами интеллектуальной обработки информации.

К содержанию дисциплины относятся основные разделы курса:

- Основы дистанционного зондирования Земли.
- Регрессионные модели.
- Тематическая классификация

Основная литература:

1. Козодеров В.В., Кондранин Т.В., Дмитриев Е.В. Методы обработки многоспектральных и гиперспектральных аэрокосмических изображений. // Москва, МФТИ, 2013. 224 с.
2. Шовенгерт Р.А. Дистанционное зондирование. Методы и модели обработки изображений. // Москва, Техносфера, 2010. 560 с.

Математическое моделирование в иммунологии и медицине

Цель дисциплины:

Освоение студентами фундаментальных методов математической статистики и областей их практического применения.

Задачи дисциплины:

- формирование базовых знаний по фундаментальным механизмам биологических процессов, определяющих развитие заболеваний, методам математического моделирования медико-биологических процессов и их роли в современных исследованиях;
- обучение студентов приемам анализа медико-биологических данных и решения задач в области математического моделирования медико-биологических процессов;
- обучение студентов приемам выполнения исследований в области анализа данных и моделирования медико-биологических процессов.

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны
знать:

- ☐ принципы системной биологии и физиологии;
- ☐ механизмы биологических процессов и факторы, определяющие развитие заболеваний;
- ☐ типичные задачи анализа медицинских данных и методы их решения;
- ☐ примеры приложения методов математического моделирования в области медико-биологических исследований;
- ☐ границы применимости изучаемых методов и направления их развития.

Уметь:

- ☐ анализировать постановки задач моделирования медико-биологических процессов с целью оценки их адекватности и области применения;
- ☐ представлять спектр задач математического моделирования в медико-биологических исследованиях, примеры успешных приложений.

Владеть:

- ☐ научной картиной мира;
- ☐ навыками самостоятельной постановки и решения задач моделирования биологических процессов и анализа медико-биологических данных.

К содержанию дисциплины относятся основные разделы курса:

- Базовые понятия и процессы системной биологии.
- Математическая модель старения иммунитета. Математическая модель энергетики организма.
- Методы анализа динамики патологического процесса.
- Механизмы иммунитета и инфекционных заболеваний. Статистический анализ клинических данных, построение индексов.
- Модель противовирусного иммунного ответа. Оценка параметров, моделирование гепатита. Модель пневмонии. Оценка параметров. Вариационный принцип.
- Модель противовирусного иммунного ответа. Построение уравнений.
- Построение базовой модели инфекционного заболевания. Исследование базовой модели инфекционного заболевания.

Основная литература:

1. Марчук Г.И. Математические модели в иммунологии. Вычислительные методы и эксперименты. - М.: Наука, 1991.
2. Романюха А.А. Математическое моделирование в иммунологии и эпидемиологии. - М.: Бином, 2012.

3. Геронтология in Silico: становление новой дисциплины: математические модели, анализ данных и вычислительные эксперименты. /Под ред. Г.И. Марчука, и др. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний 2007.

Математическое моделирование общей циркуляции атмосферы

Цель дисциплины:

Освоение студентами фундаментальных знаний в области принципов математического моделирования общей циркуляции атмосферы, а также в области природы самой общей циркуляции атмосферы.

Задачи дисциплины:

- формирование базовых знаний в области динамики и физики атмосферы;
- обучение студентов принципам построения моделей общей циркуляции атмосферы как основной компоненты модели земной системы;
- формирование подходов к выполнению исследований студентами в области динамики и физики атмосферы, а также математического моделирования атмосферы в рамках выпускных работ на степень магистра.

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны знать:

- ☐ место и роль общих вопросов науки в научных исследованиях;
- ☐ современные проблемы физики, химии, математики;
- ☐ теоретические модели фундаментальных процессов и явлений в физике и ее приложениях;
- ☐ принципы симметрии и законы сохранения;
- ☐ новейшие открытия естествознания;
- ☐ постановку проблем математического моделирования;
- ☐ о взаимосвязях и фундаментальном единстве естественных наук.

Уметь:

- ☐ эффективно использовать на практике теоретические компоненты науки: понятия, суждения,

умозаключения, законы;

☐ представить панораму универсальных методов и законов современного естествознания;

☐ работать на современных компьютерах;

☐ абстрагироваться от несущественных влияний при моделировании реальных физических ситуаций;

☐ планировать оптимальное проведение численного эксперимента.

Владеть:

☐ планированием, постановкой и обработкой результатов численного эксперимента;

☐ научной картиной мира;

☐ математическим моделированием физических задач.

К содержанию дисциплины относятся основные разделы курса:

- Зачем нужны модели общей циркуляции атмосферы. Уравнения движения вязкой сжимаемой жидкости. Упрощения исходных уравнений. Уравнения геофизической гидродинамики, баротропного вихря. Геострофическое приближение.
- Предсказуемость низкочастотной изменчивости атмосферы. Эль-Ниньо, квазидвухлетняя осцилляция, арктическая осцилляция. Эмпирические ортогональные функции. Совместные модели атмосферы с моделями океана, биосферы, химии. Наблюдаемые и ожидаемые изменения климата. Моделирование изменений климата.
- Радиация в атмосфере и ее параметризация. Турбулентность в пограничном слое и ее описание в моделях. Процессы в почве и на поверхности. Конденсация и формирование облачности. Баланс энергии и воды в атмосфере. Циркуляция Хэдли и Уокера. Муссонная циркуляция. Ячейка Ферреля. Волны Россби, бароклиническая неустойчивость и их взаимодействие со средним потоком. Стационарные волны. Региональные особенности атмосферной циркуляции. Гравитационные волны и их взаимодействие со крупномасштабным потоком в средней атмосфере.
- Различные системы координат. Законы сохранения для уравнений. Необходимость параметризации процессов подсеточного масштаба. Решение уравнений гидротермодинамики конечно-разностным, спектральным и полулагранжевым методом. Схемы по времени.

Основная литература:

1. Володин Е.М., Дианский Н.А. Отклик совместной модели общей циркуляции атмосферы и океана на увеличение содержания углекислого газа. Известия РАН. Физика атмосферы и океана, 2003, Т.39, N2, с.170-186.

2. Houghton J. The physics of atmospheres. Cambridge University Press, 2002, 320p.
3. Batchelor G. An introduction to fluid dynamics. Cambridge University Press, 1967.

Методы асимптотического и нелинейного анализа

Цель дисциплины:

Познакомить слушателей с математическим аппаратом и методами асимптотического и нелинейного анализа.

Задачи дисциплины:

- ознакомление с элементами нелинейного анализа;
- ознакомление с асимптотическими методами малого параметра.

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны знать:

☐ основные методы и теоремы асимптотического и нелинейного анализа.

Уметь:

☐ понять поставленную задачу и провести ее формализацию;

☐ оценивать корректность постановок задач;

☐ строго доказывать или опровергать утверждения;

☐ самостоятельно находить алгоритмы решения задач, в том числе и нестандартных, и проводить их анализ;

☐ самостоятельно видеть следствия полученных результатов.

Владеть:

☐ навыками освоения большого объема информации и решения задач теории асимптотического и нелинейного анализа;

☐ навыками самостоятельной работы и освоения новых дисциплин;

☐ культурой постановки, анализа и решения математических и прикладных задач;

☐ навыками освоения большого объема информации.

К содержанию дисциплины относятся основные разделы курса:

- Метрическое пространство.
- Функции вещественной переменной со значениями в банаховых пространствах.
- Принцип сжатых отображений.
- Теорема существования и единственности решения задачи Коши для нелинейного дифференциального уравнения.
- Аналитические функции комплексной переменной z со значениями в банаховом пространстве.
- Асимптотический степенной ряд.
- Решение задачи Коши для системы линейных дифференциальных уравнений.
- Системы линейных уравнений с малым параметром при производной.
- Асимптотическое решение задачи Тихонова.
- Метод усреднения.

Основная литература:

1. Нелинейный анализ и асимптотические методы малого параметра [Текст] : учеб. пособие для вузов / А. М. Тер-Крикоров ; М-во образование и науки Рос. Федерации, Моск. физ.-техн. ин-т (гос. ун-т). — М. : Изд-во МФТИ, 2007. — 284 с.

Механика вязкой жидкости

Цель дисциплины:

формирование у студентов знаний и навыков работы с понятиями гидродинамики вязкой жидкости, краевых и начально-краевых задач в приложении их к проблемам и задачам народного хозяйства.

Задачи дисциплины:

- освоение студентами базовых знаний (понятий, концепций, методов и моделей) динамики вязкой жидкости;
- приобретение теоретических знаний и практических умений и навыков в области динамики вязкой жидкости;
- оказание консультаций и помощи студентам в проведении собственных теоретических исследований в области динамики вязкой жидкости.

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны
знать:

- ☐ фундаментальные понятия, законы теоретической гидродинамики;
- ☐ современные проблемы теоретической гидродинамики;
- ☐ понятия, аксиомы, методы доказательств и доказательства основных теорем в разделах, входящих в базовую часть цикла Механика вязкой несжимаемой жидкости;
- ☐ основные свойства соответствующих математических объектов;
- ☐ аналитические и численные подходы и методы для решения типовых прикладных задач гидродинамики.

Уметь:

- ☐ понять поставленную задачу;
- ☐ использовать свои знания для решения фундаментальных и прикладных задач гидродинамики;
- ☐ оценивать корректность постановок задач;
- ☐ строго доказывать или опровергать утверждение;
- ☐ самостоятельно находить алгоритмы решения задач гидродинамики, в том числе и нестандартных, и проводить их анализ;
- ☐ самостоятельно находить следствия полученных результатов;
- ☐ точно представить математические знания в области гидродинамики в устной и письменной форме.

Владеть:

- ☐ навыками освоения большого объема информации и решения задач гидродинамики (в том числе, сложных);
- ☐ навыками самостоятельной работы и освоения новых дисциплин;
- ☐ культурой постановки, анализа и решения математических и прикладных задач, требующих для своего решения использования математических подходов и методов теоретической гидродинамики;
- ☐ предметным языком дискретной математики и навыками грамотного описания решения задач и представления полученных результатов.

К содержанию дисциплины относятся основные разделы курса:

- Асимптотическая устойчивость классических решений уравнений Навье-Стокса.
- Идеальная несжимаемая жидкость.
- Интеграл Коши-Лагранжа.
- Интегральный закон сохранения импульса.
- Интегральный закон сохранения массы.
- Интегральный закон сохранения полной энергии.
- Обобщенное («слабое») решение Э.Хопфа.
- Теорема Эйлера.
- Термодинамика слабо сжимаемых жидкостей.
- Течение жидкости как диффеоморфизм евклидова пространства в себя.

Основная литература:

1. Введение в механику жидкости и газа [Текст] : учеб. пособие для вузов / Н. Н. Широков, Э. Н. Вознесенский ; М-во образования и науки Рос. Федерации, Фед. агентство по образованию, Моск. физ.-техн. ин-т (гос. ун-т .— М. : Изд-во МФТИ, 2007 .— 324 с.
2. Динамика вязкой несжимаемой жидкости [Текст] : учебник для ун-тов : доп. Глав. управ. ун-тов, экономических и юридических вузов М-ва высш. образов. СССР / Н. А. Слѣзкин .— М. : Гостехиздат, 1955 .— 520 с.

Основы эргодической теории

Цель дисциплины:

Познакомить слушателей с математическим аппаратом и с основными моделями эргодической теории.

Задачи дисциплины:

- ознакомление с теорией динамических систем.

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны знать:

□ основные модели и теоремы теории динамических систем.

Уметь:

- ☐ понять поставленную задачу и провести ее формализацию;
- ☐ оценивать корректность постановок задач;
- ☐ строго доказывать или опровергать утверждения;
- ☐ самостоятельно находить алгоритмы решения задач, в том числе и нестандартных, и проводить их анализ;
- ☐ самостоятельно видеть следствия полученных результатов.

Владеть:

- ☐ навыками освоения большого объема информации и решения задач теории динамических систем;
- ☐ навыками самостоятельной работы и освоения новых дисциплин;
- ☐ культурой постановки, анализа и решения математических и прикладных задач;
- ☐ навыками освоения большого объема информации.

К содержанию дисциплины относятся основные разделы курса:

- Введение.
- Временные и пространственные средние.
- Максимальная эргодическая теорема.
- Определение и свойства энтропии разбиения.
- Перемешивание. Связь с эргодичностью.
- Понятие изоморфизма абстрактных динамических систем.
- Свойства собственных чисел и собственных функций эргодических преобразований.
- Сдвиги на окружности. Теорема Боля-Серпинского-Вейля.
- Статистическая эргодическая теорема.
- Теорема Боголюбова-Крылова.
- Эргодичность динамических систем с непрерывным временем.

Основная литература:

1. Динамика стохастических систем [Текст] : курс лекций / В. И. Кляцкин .— Научное изд. — М. : Физматлит, 2003 .— 240 с.

Параллельные методы суперкомпьютерных вычислений

Цель дисциплины:

Формирование у студентов знаний и навыков работы с понятиями и теориями дискретного программирования, приложениями параллельных численных методов к задачам дискретной оптимизации.

Задачи дисциплины:

- освоение студентами базовых знаний (понятий, концепций, методов и моделей) в области разработки параллельных численных методов как дисциплины, обеспечивающей технологические основы современных инновационных сфер деятельности;
- приобретение теоретических знаний и практических умений и навыков в области разработки параллельных численных методов;
- оказание консультаций и помощи студентам в проведении собственных теоретических исследований в области параллельных вычислений и дискретной оптимизации.

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны знать:

- ☐ фундаментальные понятия, законы, теории дискретной оптимизации;
- ☐ современные проблемы соответствующих разделов дискретной оптимизации;
- ☐ основные свойства соответствующих математических объектов;
- ☐ новейшие численные методы эффективного решения задач дискретной оптимизации;
- ☐ постановку проблем увеличения эффективности параллельных вычислений в задачах дискретной оптимизации;
- ☐ аналитические и численные подходы и методы для решения типовых прикладных задач дискретной оптимизации.

Уметь:

- ☐ понять поставленную задачу;
- ☐ использовать свои знания для решения фундаментальных и прикладных задач дискретной оптимизации;

- ☐ оценивать корректность постановок задач;
- ☐ строго доказывать или опровергать утверждение;
- ☐ самостоятельно находить алгоритмы решения на параллельной вычислительной технике задач дискретной оптимизации, в том числе и нестандартных, и проводить их анализ;
- ☐ самостоятельно видеть следствия полученных результатов;
- ☐ точно представить математические знания в области дискретной оптимизации в устной и письменной форме.
- ☐ определять набор средств, могущих быть инструментом исследования задач дискретной оптимизации;
- ☐ пользоваться справочной литературой научного и прикладного характера для быстрого поиска необходимых математических и технических данных и понятий;
- ☐ давать экспертную оценку финальным результатам решения.

Владеть:

- ☐ навыками освоения большого объема информации и решения задач дискретной оптимизации;
- ☐ навыками самостоятельной работы и освоения новых дисциплин;
- ☐ культурой постановки, анализа и решения математических и прикладных задач, требующих для своего решения использования математических подходов и методов распараллеливания вычислений и методов дискретной оптимизации;
- ☐ предметным языком дискретной оптимизации и навыками грамотного описания решения задач и представления полученных результатов.
- ☐ навыками компьютерной обработки информации.

К содержанию дисциплины относятся основные разделы курса:

- Многопроцессорные вычислительные системы. Вычислительные системы с общей памятью. Вычислительные системы с распределенной памятью.
- Параллельные методы вычислительной математики. Прямые методы решения систем линейных уравнений. Итерационные методы решения систем линейных уравнений. Параллельные методы линейного программирования.
- Задачи дискретной оптимизации и метод динамического программирования. Метод ветвей и границ. Параллельные методы для решения задач дискретной оптимизации.

Основная литература:

1. Введение в прикладное дискретное программирование [Текст] : модели и вычислительные алгоритмы : учеб. пособие для вузов / И. Х. Сигал, А. П. Иванова .— М. : Физматлит, 2002 .— 240 с.
2. Численные методы, алгоритмы и программы. Введение в распараллеливание [Текст] : учеб. пособие для вузов / В. Е. Карпов, А. И. Лобанов .— М. : Физматкнига, 2014 .— 192 с.

Практикум по математическому моделированию

Цель дисциплины:

Освоение студентами фундаментальных знаний в области математического моделирования, изучение современных методов решения линейных и нелинейных систем уравнений, технологий построения расчетных сеток, методов дискретизации краевых задач, а также областей их практического применения.

Задачи дисциплины:

- формирование базовых знаний в области вычислительных технологий и математического моделирования как дисциплин, обеспечивающих технологические основы современных инновационных сфер деятельности;
- обучение студентов современным методам решения больших систем, технологиям построения расчетных сеток, методам дискретизации краевых задач, и ознакомление с их приложениями;
- формирование подходов к выполнению исследований студентами по математическому моделированию в рамках выпускных работ на степень магистра

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны
знать:

- ▣ место и роль общих вопросов науки в научных исследованиях;
- ▣ современные проблемы вычислительной математики;

- ☐ современные тренды в развитии вычислительных технологий;
- ☐ постановку проблем моделирования физических процессов;
- ☐ о взаимосвязях и фундаментальном единстве естественных наук.

Уметь:

- ☐ эффективно использовать на практике теоретические компоненты науки: понятия, суждения, умозаключения, законы;
- ☐ представить панораму универсальных методов и законов современного естествознания;
- ☐ работать на современном компьютерном оборудовании;
- ☐ абстрагироваться от несущественных влияний при моделировании реальных физических ситуаций;
- ☐ пользоваться справочной литературой научного и прикладного характера для быстрого поиска необходимых математических и физических данных и понятий.

Владеть:

- ☐ планированием, постановкой и обработкой результатов численного эксперимента;
- ☐ научной картиной мира;
- ☐ навыками самостоятельной работы в лаборатории на современном компьютерном оборудовании;
- ☐ навыками освоения большого объема информации;
- ☐ культурой постановки и моделирования физических задач.

К содержанию дисциплины относятся основные разделы курса:

- Формулировка задач и расчетные сетки. Метод конечных разностей для уравнения диффузии. Метод конечных элементов для уравнения диффузии.
- Метод конечных объемов для уравнения диффузии. Проверка сходимости численного метода на аналитическом решении. Формулировка нестационарных задач.
- Дискретизация по времени. Дискретизация по пространству.
- Численное интегрирование с помощью квадратурных формул Гаусса-Чебышева.

Основная литература:

1.Василевский Ю., Капырин И.. Практикум по современным вычислительным технологиям и основам математического моделирования. - М.:Макс-ПРЕСС, 2009. - 60с. ISBN

978-5-89407-357-6

2. Деммель Дж. Вычислительная линейная алгебра. Теория и приложения. - М.:Мир, 2001. - 430с. ISBN 5-03-003402-1.

3.Тыртышников Е.Е. Методы численного анализа. - М.: Академия, 2007. 320с. ISBN 978-5-7695-3925-1.

4. Saad Y. Iterative methods for sparse linear systems. 2nd Edition. SIAM, 2003.

Практические методы решения систем и многомерных приближений

Цель дисциплины:

Освоение студентами фундаментальных знаний в области математического моделирования, изучение современных численных методов решения линейных и нелинейных систем уравнений, а также областей их практического применения.

Задачи дисциплины:

- формирование базовых знаний в области численных методов математического моделирования как дисциплины, обеспечивающей технологические основы современных инновационных сфер деятельности;
- обучение студентов современным методам решения больших систем и ознакомление с их приложениями;
- формирование подходов к выполнению исследований студентами по математическому моделированию в рамках выпускных работ на степень магистра.

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны знать:

- место и роль общих вопросов науки в научных исследованиях;
- современные проблемы вычислительной математики;
- новейшие численные методы эффективного решения больших систем, порождаемых задачами математической физики;

- ☐ постановку проблем моделирования физических процессов;
- ☐ о взаимосвязях и фундаментальном единстве естественных наук.

Уметь:

- ☐ эффективно использовать на практике теоретические компоненты науки: понятия, суждения, умозаключения, законы;
- ☐ представить панораму универсальных методов и законов современного естествознания;
- ☐ работать на современном компьютерном оборудовании;
- ☐ абстрагироваться от несущественных влияний при моделировании реальных физических ситуаций;
- ☐ пользоваться справочной литературой научного и прикладного характера для быстрого поиска необходимых математических и физических данных и понятий.

Владеть:

- ☐ планированием, постановкой и обработкой результатов численного эксперимента;
- ☐ навыками самостоятельной работы в лаборатории на современном компьютерном оборудовании;
- ☐ навыками освоения большого объема информации;
- ☐ культурой постановки и моделирования физических задач

К содержанию дисциплины относятся основные разделы курса:

- Аппроксимации, связанные с методом Ланцоша. Аппроксимации типа Каратеодори-Фейера. Аппроксимации симметричных тензоров типа алгоритма Сильвестра.
- Классические быстрые прямые методы.
- Метод сопряженных градиентов.
- Многосеточные методы. Методы декомпозиции области.
- Методы декомпозиции области. Метод Ньютона решения нелинейных систем. Варианты метода Ньютона.

Основная литература:

1. Василевский Ю., Ольшанский М. Краткий курс по многосеточным методам и методам декомпозиции области. - М.:Макс-ПРЕСС, 2007. - 103с.
2. Ольшанский М. Лекции и упражнения по многосеточным методам. - М: Физматлит, 2005. - 168с. ISBN 5922105930.

3. Тыртышников Е.Е. Методы численного анализа. - М.: Академия, 2007. 320с. ISBN 978-5-7695-3925-1.
4. Saad Y. Iterative methods for sparse linear systems. 2nd Edition. SIAM, 2003.

Проекционно-сеточные методы решения уравнений математической физики

Цель дисциплины:

формирование у студентов знаний и навыков построения проекционно-сеточных алгоритмов численного решения уравнений математической физики (ПСАРУМФ).

Задачи дисциплины:

- освоение студентами базовых знаний (понятий, концепций, методов) в области построения ПСАРУМФ и исследования свойств этих алгоритмов;
- приобретение теоретических знаний и практических умений и навыков в области ПСАРУМФ;
- оказание консультаций и помощи студентам в проведении собственных теоретических исследований в области вычислительной математики.

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны
знать:

- ☐ фундаментальные понятия, законы, теории вычислительной математики (ПСАРУМФ);
- ☐ современные проблемы соответствующих разделов вычислительной математики (ПСАРУМФ);
- ☐ понятия, аксиомы, методы доказательств и доказательства основных теорем в разделах, входящих в базовую часть цикла ПСАРУМФ;
- ☐ основные свойства соответствующих математических объектов;
- ☐ аналитические и численные подходы и методы для решения типовых прикладных задач вычислительной математики (ПСАРУМФ).

Уметь:

- ☐ понять поставленную задачу;

- ☐ использовать свои знания для решения фундаментальных и прикладных задач ПСАРУМФ;
- ☐ оценивать корректность постановок задач;
- ☐ строго доказывать или опровергать утверждение;
- ☐ самостоятельно находить алгоритмы решения задач ПСАРУМФ, в том числе и нестандартных, и проводить их анализ;
- ☐ самостоятельно видеть следствия полученных результатов;
- ☐ точно представить математические знания в области ПСАРУМФ в устной и письменной форме.

Владеть:

- ☐ навыками освоения большого объема информации и решения задач ПСАРУМФ (в том числе, сложных);
- ☐ навыками самостоятельной работы и освоения новых дисциплин;
- ☐ культурой постановки, анализа и решения математических и прикладных задач, требующих для своего решения использования математических подходов и методов ПСАРУМФ;
- ☐ предметным языком вычислительной математики и навыками грамотного описания решения задач и представления полученных результатов.

К содержанию дисциплины относятся основные разделы курса:

- Общая схема приближенных методов
- Проекционные методы
- Требования к выбору базисных функций
- Аппроксимация и финитные функции
- Примеры построения и исследования проекционно-сеточных алгоритмов

Основная литература:

1. Вариационные методы. Приложения к нелинейным уравнениям в частных производных и гамильтоновым системам [Текст] : [учеб. пособие для вузов] / М. Струве ; пер. с англ. Ю. Ю. Кочеткова ; под ред. С. И. Похожаева .— М. : МЦНМО, 2010 .— 320 с.
2. Методы вычислительной математики [Текст] : учебное пособие для студ.вузов ; доп.М-вом высш.и сред.обр.СССР / Г. И. Марчук .— 2-е изд., перераб. и доп. — М. : Наука, 1980 .— 536 с.

Решение гиперболических систем дифференциальных уравнений

Цель дисциплины:

программа курса ставит своей целью дать студентам набор современных надежных и проверенных численных методик для решения сложных многомерных гиперболических систем уравнений.

Задачи дисциплины:

- научить применять методы для численного решения конкретных линейных и нелинейных гиперболических систем уравнений в частных производных, как одномерных, так и многомерных;
- формирование у студентов знаний в области современного численного моделирования гиперболических систем уравнений.

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны знать:

- ☐ фундаментальные понятия теории вычислительной математики;
- ☐ современные проблемы соответствующих разделов вычислительной математики;
- ☐ основные свойства соответствующих математических объектов;
- ☐ аналитические и численные подходы и методы для решения типовых прикладных задач вычислительной математики и физики.

Уметь:

- ☐ понять поставленную задачу;
- ☐ самостоятельно находить алгоритмы численного решения задач, в том числе и нестандартных, и проводить их анализ;
- ☐ оценивать корректность постановок задач;
- самостоятельно видеть следствия полученных результатов;
- ☐ точно и полно изложить полученные результаты в устной и письменной форме.

Владеть:

- ☐ навыками освоения большого объема информации;
- ☐ навыками самостоятельной работы и освоения новых дисциплин;

■ культурой постановки, анализа и решения математических и прикладных задач, требующих для своего решения использования математических подходов и методов решения гиперболических систем уравнений;

предметным языком вычислительной математики и навыками грамотного описания решения задач и представления полученных результатов.

К содержанию дисциплины относятся основные разделы курса:

- Методы с выделением разрывов. Уравнения нестационарной газовой динамики. Их вывод. Особенности решения. Численные методы решения уравнений газовой динамики. Распад разрыва и метод Годунова.
- Стационарные уравнения газовой динамики и численные методы их решения.
- Уравнения теории мелкой воды. Их вывод и особенности. Численные методы их решения. Распад разрыва и метод Годунова. Методы Куранта-Изаксона-Риса, Лакса-Фридрихса и Роу. Стационарные уравнения теории мелкой воды и численные методы их решения.
- Уравнения магнитной гидродинамики (МГД).
- Простейшие модели твердых деформируемых тел и уравнения динамики твердого деформируемого тела (ТДТ).
- Некоторые особенности численного решения уравнений ТДТ
- Уравнения динамики тонких оболочек.

Основная литература:

1. Лекции по теоретической гидродинамике [Текст] : в 2 ч. : учеб. пособие для вузов по направлению "Прикладные математика и физика". Ч. 1 / В. В. Сычев, В. А. Башкин ; М-во образования РФ, Моск. физико-техн. ин-т (гос. ун-т) .— М. : МФТИ, 2003 .— 188 с.
2. Лекции по теоретической гидродинамике [Текст] : в 2 ч. : учеб. пособие для студентов вузов по направлению "Прикладные математика и физика". Ч. 2 / В. В. Сычев, В. А. Башкин ; М-во образования РФ, Моск. физико-техн. ин-т (гос. ун-т) .— М. : МФТИ, 2003 .— 131 с.
3. Лекции об уравнениях с частными производными [Текст] : учебник : доп. М-вом образования СССР / И. Г. Петровский .— М. - Л. : Гостехиздат, 1950 .— 303 с.

Решение задач математической физики на многопроцессорных вычислительных системах

Цель дисциплины:

Ознакомление студентов с возможностями высокопроизводительных вычислений,

возникающими при этом научными проблемами и путями их решения.

Задачи дисциплины:

- демонстрация потенциальных возможностей использования вычислительных систем сверхвысокой производительности для решения конкретных актуальных научно-технических задач;
- обучение студентов использовать высокопроизводительные системы для решения стоящих перед ним задач;
- формирование подходов к выполнению исследований студентами в области высокопроизводительных вычислений в рамках выпускных работ на степень магистра.

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны знать:

- ☐ место и роль общих вопросов науки в научных исследованиях;
- ☐ соотношение принципов и гипотез в построении научных систем и теорий;
- ☐ понятия энергии и энтропии;
- ☐ современные проблемы физики, химии, математики, биологии, экологии;
- ☐ теоретические модели фундаментальных процессов и явлений в физике и ее приложениях к естественным наукам;
- ☐ принципы симметрии и законы сохранения;
- ☐ применение современных технологий и систем, в том числе компьютерных и информационных технологий и систем, в области устойчивого развития и безопасности жизнедеятельности.

Уметь:

- ☐ эффективно использовать на практике теоретические компоненты науки: понятия, суждения, умозаключения, законы;
- ☐ представить панораму универсальных методов и законов современного естествознания;
- ☐ моделировать процессы и анализировать модели с использованием информационных технологий;
- ☐ использовать вероятностные модели для конкретных процессов и проводить необходимые расчеты в рамках построенной модели.

Владеть:

- ☐ логикой в научном творчестве;
- ☐ научной картиной мира;
- ☐ математическим моделированием природных, антропогенных и технологических процессов и явлений, надежности работы отдельных звеньев технических систем.

К содержанию дисциплины относятся основные разделы курса:

- Вопросы параллельного математического обеспечения.
- История развития параллельных вычислений. Проблемы использования высокопроизводительной вычислительной техники.
- Кинетические и Lattice Boltzmann схемы.
- Метакомпьютинг.
- Моделирование задач современной гидрогазовой динамики на многопроцессорных системах. Моделирование процессов горения.
- Моделирование электронно-дырочной плазмы. Моделирование процессов добычи нефти на параллельных системах.
- Параллельные алгоритмы.
- Требования к параллельным алгоритмам.

Основная литература:

1. Теоретическая физика [Текст] : в 10 т. Т. 6 : Гидродинамика : учеб. пособие для вузов : рек. М-вом образования Рос. Федерации / Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц ; под ред. Л. П. Питаевского .— 5-е изд., стереотип. — 3-е изд., перераб. — М. : Физматлит, 1986, 1988, 2003, 2006 .— 736 с.
2. Четверушкин Б.Н. Кинетические схемы и квазигазодинамическая система уравнений, - Москва: МАКС Пресс, 2004. — 332 с., ISBN 5-317-00974X.
3. Неуважаев В.Е. Математическое моделирование турбулентного перемешивания, - Снежинск: Изд-во РФЯЦ – ВНИИТФ, 2007. — 160 с.

Современные эффективные методы выпуклой оптимизации

Цель дисциплины:

- ознакомление студентов с основами теории экстремальных задач, содержащих негладкие выпуклые функции на выпуклых множествах в гильбертовых и банаховых пространствах, в том

числе обратить внимание на наличие двойственности в задании выпуклых множеств или выпуклых функций.

Задачи дисциплины:

- приобретение слушателями теоретических знаний и практических умений и навыков в области негладкого анализа,
- приобретение слушателями навыков владения аппаратом выпуклого анализа,
- владение общим подходом к решению широкого класса прикладных оптимизационных задач, допускающих математическую формализацию.
- подготовка слушателей к изучению смежных математических дисциплин, связанных с математической теорией оптимального управления, методами оптимизации, математической экономикой и теорией дифференциальных (динамических) игр.
- приобретение навыков в применении методов выпуклого и негладкого анализа в других естественно научных дисциплинах.

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны знать:

- ☐ фундаментальные понятия, законы, и методы выпуклой оптимизации;
- ☐ понятия, аксиомы, методы доказательств и доказательства основных теорем в разделах, входящих в базовую часть цикла;
- ☐ основные свойства соответствующих математических объектов;
- ☐ аналитические и численные подходы и методы для решения типовых прикладных задач.

Уметь:

- ☐ понять поставленную задачу;
- ☐ использовать свои знания для решения фундаментальных и прикладных задач выпуклой оптимизации;
- ☐ оценивать корректность постановок задач;
- ☐ строго доказывать или опровергать утверждение;
- ☐ самостоятельно находить алгоритмы решения задач, в том числе и нестандартных, и проводить их анализ;

☐ самостоятельно видеть следствия полученных результатов.

Владеть:

☐ навыками освоения большого объема информации и решения задач;

☐ навыками самостоятельной работы и освоения новых дисциплин;

☐ культурой постановки, анализа и решения математических и прикладных задач, требующих для своего решения использования математических подходов и методов выпуклой оптимизации;

☐ предметным языком и навыками грамотного описания решения задач и представления полученных результатов.

К содержанию дисциплины относятся основные разделы курса:

- Общая нелинейная оптимизация и ее сложность.
- Оптимальные методы для гладких выпуклых задач.
- Методы отсекающей гиперплоскости для задач выпуклой конечномерной минимизации. Структурная оптимизация.
- Структурная оптимизация. Гладкая минимизация для негладких функций.
- Прямо-двойственные методы решения негладких задач. Минимизация составных функций.
- Методы покоординатного спуска и субградиентные методы решения задач сверхбольшой размерности.

Основная литература:

1. Методы оптимизации. Условия оптимальности в экстремальных задачах [Текст] : учеб. пособие для вузов / А. Г. Бирюков ; М-во образования и науки Рос. Федерации, Моск. физ.-техн. ин-т (гос. ун-т .— М. : МФТИ, 2010 .— 225 с.
2. Численные методы оптимизации [Текст] : [учеб.пособие для вузов] / А.Ф.Измайлов, М.В.Солодов .— М. : Физматлит, 2003, 2005 .— 304 с.

Сопряженные уравнения и методы оптимального управления

Цель дисциплины:

Получение знаний о принципах и методах решения сопряженных уравнений и методах оптимального управления, в том числе методах исследования и решения экстремальных и

обратных задач, методах теории сопряжённых уравнений и оптимального управления в исследовании и решении прикладных задач, а также практическая подготовка студентов к дальнейшей самостоятельной работе в области математического моделирования физических задач и современных технологий.

Задачи дисциплины:

- ознакомление слушателей с методами решения сопряженных уравнений и методах оптимального управления;
- приобретение слушателями теоретических знаний, и практических умений и навыков в области теории сопряжённых уравнений и оптимального управления;
- оказание консультаций и помощи слушателям в проведении собственных исследований при решении прикладных задач методами сопряженных уравнений и оптимального управления.

В современном обществе всевозрастающую роль играют разнообразные обратные задачи, задачи управления сложными процессами, задачи идентификации, задачи усвоения данных наблюдений в математических моделях и др. Поэтому насущной проблемой в образовательном процессе является изучение методологий эффективного решения данных задач. Некоторые из таких методологий представлены в настоящем курсе лекций. Они базируются на подходах и результатах нескольких разделов современной математики: теории сопряженных уравнений, теории оптимального управления системами с распределёнными параметрами, теории линейных уравнений в банаховых пространствах, теории некорректно поставленных задач и общих методах их решения, современных итерационных алгоритмах для операторных уравнений.

Настоящий курс предназначен прежде всего для студентов старших и аспирантов, прослушавших основы теории задач математической физики и вычислительной математики.

Однако в данном курсе в первой его части приводятся сведения (без доказательств) из теории дифференциальных уравнений, теории обратных задач, оптимального управления и ряда других разделов математики, необходимых для данного курса. Особое внимание уделяется теории сопряженных операторов и уравнений в силу их значимости в математическом моделировании, в теории разрешимости уравнений, в вычислительной и прикладной математике.

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны знать:

- основные понятия о линейных и банаховых пространствах, сопряжённых пространствах и сопряжённых операторах;
- основные понятия и типы разрешимости операторных уравнений в банаховых пространствах;
- основные определения элементов выпуклого анализа;
- основные понятия задач оптимального управления;
- свойства решений дифференциальных уравнений основных задач математической физики;
- методы регуляризации и штрафа в обратных и вариационных задачах, алгоритмы возмущений;
- формулировки обратных задач и задач управления как задач оптимального управления с регуляризацией;
- типы разрешимости и разрешимость задач оптимального управления;
- итерационные алгоритмы решения обратных задач и задач оптимального управления;
- методы теории сопряжённых уравнений и оптимального управления в исследовании и решении прикладных задач.

Уметь:

- применять методы теории сопряжённых уравнений и оптимального управления к исследованию и решению прикладных задач;
- абстрагироваться от несущественных влияний при моделировании реальных физических ситуаций;
- оценивать погрешности аппроксимации и точности приближенных решений;
- делать правильные выводы из сопоставления результатов аналитической теории и численного эксперимента;
- производить численные оценки по порядку величины;
- делать качественные выводы при переходе к предельным условиям в изучаемых проблемах;
- пользоваться справочной литературой научного и прикладного характера для быстрого поиска необходимых математических и физических данных и понятий.

Владеть:

- ☐ базовыми знаниями в области сопряженных уравнений и методов оптимального управления и принципами их использования в профессиональной деятельности;
- ☐ навыками самостоятельного решения основных задач сопряженных уравнений и методов оптимального управления;
- ☐ навыками освоения большого объема информации;
- ☐ культурой постановки и моделирования физико-математических задач

К содержанию дисциплины относятся основные разделы курса:

- Описание классов задач и этапов их исследования и решения.
- Понятие о математических моделях сложных физических процессах, об обратных задачах, задачах управления.
- Сведения из теории линейных пространств.
- Задачи на собственные значения в обратных задачах и оптимальном управлении.
- Некоторые уравнения и задачи математической физики.
- Подходы к решению нелинейных задач.

Основная литература:

1. Агошков В.И. Методы оптимального управления и сопряженных уравнений в задачах математической физики. - М.: Институт вычислительной математики РАН, 2003г.
2. Агошков В.И., Дубовский П.Б., Шутяев В.П. Методы решения задач математической физики. - М.: Наука, 2002
3. Ильин В.А., Садовничий В.А., Сендов Бл. Х. Математический анализ. Часть 1. Изд-во «Прспект», Изд-во МГУ, Москва, 2004г.
4. Ильин В.А., Позняк Э.Г. Основы математического анализа, ч.1, М.: Наука, 1982. М.: Физматлит, 1998, 2004.

Спектральный анализ нестационарных систем

Цель дисциплины:

Освоение студентами основных идей и методов матричного спектрального анализа и их применения в задачах численного исследования устойчивости нестационарных физических, технических и физиологических систем.

Задачи дисциплины:

1. Формирование базовых знаний в области матричного спектрального анализа.
2. Формирование базовых знаний в теории устойчивости нестационарных систем.
3. Формирование навыков использования методов матричного спектрального анализа для исследования устойчивости нестационарных систем.
4. Формирование базовых знаний о стандартном численном программном обеспечении этой области.

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- ☐ методы построения спектральных портретов;
- ☐ методы построения спектральных разложений;
- ☐ методы исследования чувствительности разложений к возмущению начальных данных;
- ☐ методы оценки остаточного члена для частичных разложений;
- ☐ методы исследования практической устойчивости на основе квадратичных функций Ляпунова;
- ☐ методы получения оценок максимальной амплификации возмущений и других характеристик устойчивости;
- ☐ основные компоненты QR-технологии;
- ☐ основные компоненты технологии разреженных матриц.

Уметь:

- ☐ эффективно использовать на практике методы матричного спектрального анализа для анализа нестационарных систем;
- ☐ представить панораму универсальных методов и законов современного естествознания;
- ☐ работать в построении современных математических моделей.

Владеть:

- ☐ математическим моделированием и анализом физических задач;
- ☐ научной картиной мира;
- ☐ навыками программирования.

К содержанию дисциплины относятся основные разделы курса:

- Блочная диагонализация (QR-технология).
- Критерии качества дихотомии замкнутым контуром. Уравнения Ляпунова.
- Обобщенные уравнения Ляпунова. Критерии качества линейной дихотомии.
- Оценка нормы матрицы Грина. Вычисление критических параметров.
- Оценка нормы матричной экспоненты
- Проекторы и их представления.
- Псевдоспектры.
- Ряд по инвариантным подпространствам.
- Ряд по собственным и присоединенным векторам.
- Хаусдорфово множество.

Основная литература:

1. Годунов С.К. Лекции по современным аспектам линейной алгебры.—Новосибирск: Научная Книга, 2002.
2. Голуб Дж., Ван Лоун Ч. Матричные вычисления. М.: Мир, 1999.
3. Годунов С.К. Обыкновенные дифференциальные уравнения с постоянными коэффициентами.—Новосибирск: Изд-во Новосиб. ун-та, 1994.
4. Нечепуренко Ю.М. Спектральные разложения. Труды математического центра им. Н.И. Лобачевского. Том 26. - Казань: Изд-во казанского математического общества, 2004, С.18-70.

Теория игр и принятие решений

Цель дисциплины:

- познакомить слушателей с прикладными методами теории игр и принятия решений, является связующим звеном между строгими математическими исследованиями и практическими задачами принятия решения в условиях конфликта.

Задачи дисциплины:

- научить использовать основные принципы, связанные с принятием оптимальных решений в антагонистических и неантагонистических конфликтах, а также в неопределенных ситуациях;
- привить навыки составления формальных игровых моделей задачи экономического и управленческого характера;
- выработать умение применять полученные теоретические знания на практике и анализировать полученные результаты.

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны знать:

- основные принципы оптимального поведения в условиях неопределенности;
- как применять соответствующую процессу математическую модель и проверять ее адекватность;
- основные факты, концепции, принципы теорий, связанных с теорией игр.

Уметь:

- самообучаться, повышать свою квалификацию и мастерство. Работать с информацией в глобальных компьютерных сетях;
- находить организационно-управленческие решения в нестандартных ситуациях и нести ответственность за них;
- использовать в научной и познавательной деятельности профессиональные навыки работы с информационными и компьютерными технологиями.

Владеть:

- обобщением, анализом, восприятием информации, постановкой цели и выбором путей ее достижения, компьютером как средством управления информацией;
- кооперацией с коллегами, работой в коллективе;
- сбором и анализом информационных исходных данных для использования в профессиональной деятельности, подготовкой данных для составления обзоров, отчетов и научных публикаций.

К содержанию дисциплины относятся основные разделы курса:

- Двухпериодные игры с неполной информацией.
- Динамические игры с неполной информацией.
- Динамические игры с полной, но несовершенной информацией.
- Модели аукционов.
- Теория принятия решений и теория игр.
- Экономические модели, основанные на равновесии Нэша.

Основная литература:

1. Теория игр с примерами из математической экономики [Текст] : [учеб. пособие для вузов] / Э. Мулен ; пер. с фр. О. Р. Меньшиковой, И. С. Меньшикова под ред. Н. С. Кукушкина . — М. : Мир, 1985 . — 199 с.

Томография и обратная задача рассеяния

Цель дисциплины:

Формирование у студентов знаний и навыков работы с понятиями и методами интегральной

геометрии и комплексного анализа в приложении их к различным задачам томографии и обратной задаче рассеяния (ОЗР).

Задачи дисциплины:

- освоение студентами базовых знаний (понятий, концепций, методов и моделей) в области томографии и ОЗР;
- приобретение теоретических знаний и практических умений и навыков в области томографии и ОЗР;
- оказание консультаций и помощи студентам в проведении собственных теоретических исследований в области обратных задач и нелинейных дифференциальных уравнений.

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны знать:

- ☐ фундаментальные понятия, законы, теории томографии и ОЗР;
- ☐ современные проблемы соответствующих разделов томографии и ОЗР;
- ☐ понятия, аксиомы, методы доказательств и доказательства основных теорем в разделах, входящих в базовую часть цикла томографии и ОЗР;
- ☐ основные свойства соответствующих математических объектов;
- ☐ аналитические и численные подходы и методы для решения типовых прикладных задач томографии и ОЗР.

Уметь:

- ☐ понять поставленную задачу;
- ☐ использовать свои знания для решения фундаментальных и прикладных задач томографии и ОЗР;
- ☐ оценивать корректность постановок задач;
- ☐ строго доказывать или опровергать утверждение;
- ☐ самостоятельно находить алгоритмы решения задач томографии и ОЗР, в том числе и нестандартных, и проводить их анализ;
- ☐ самостоятельно видеть следствия полученных результатов;
- ☐ точно представить математические знания в области томографии и ОЗР в устной и письменной форме.

Владеть:

- ☐ навыками освоения большого объема информации и решения задач томографии и ОЗР (в том числе, сложных);
- ☐ навыками самостоятельной работы и освоения новых дисциплин;
- ☐ культурой постановки, анализа и решения математических и прикладных задач, требующих для своего решения использования математических подходов и методов томографии и ОЗР;
- ☐ предметным языком дискретной математики и навыками грамотного описания решения задач и представления полученных результатов.

К содержанию дисциплины относятся основные разделы курса:

- Рентгеновская томография и классическое преобразование Радона.
- Обобщенные преобразования Радона и однофотонная эмиссионная томография.
- Обратная задача рассеяния для многомерного уравнения Шредингера.
- Электрическая томография и обратная задача Гельфанда-Кальдерона.

Основная литература:

1. Рентгенографический и электроннооптический анализ [Текст] : практическое руководство по рентгенографии, электронографии и электронной микроскопии металлов, полупроводников и диэлектриков / С. С. Горелик, Л. Н. Расторгуев, Ю. А. Скаков .— 2-е изд., испр. и доп. — М. : Металлургия, 1970 .— 368 с.