Федеральное государственное бюджетное образовательное

учреждение высшего образования

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова

Факультет вычислительной математики и кибернетики

**УТВЕРЖДАЮ**

декан факультета вычислительной математики и кибернетики

**\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_/И.А. Соколов /**

**«\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_20\_\_\_г.**

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Наименование дисциплины:**

**Проекционно-сеточные методы**

**Уровень высшего образования:**

**бакалавриат**

**Направление подготовки / специальность:**

**01.03.02 «Прикладная математика и информатика» (3++)**

**Направленность (профиль):**

**Математические и компьютерные методы решения задач естествознания**

**Форма обучения:**

**очная**

**Москва 2023**

Рабочая программа дисциплины (модуля) разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки 01.03.02, 01.04.02 "Прикладная математика и информатика" программы бакалавриата Утвержден приказом МГУ от 30 августа 2019 года № 1041 (в редакции приказов МГУ от 11 сентября 2019 года № 1109, от 10 июня 2021 года № 609, от 7 октября 2021 года № 1048, от 21 декабря 2021 года № 1404, от 2 ноября 2022 года № 1299)

**1. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО:**

Дисциплина запланирована к изучению в весеннем семетре третьего курса и подразумевает наличие знаний у слушателей по базовым курсам математического анализа, алгебры и геометрии, численных методов и началам фукнционального анализа.

**2. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ:**

*Курс посвящен теоретическим основам проекционно-сеточных методов (методов конечных элементов) для приближенного решения уравнений математической физики.*

Учебный курс включает освоение следующего материала: 1) проекционные методы в гильбертовых пространствах (в различных формулировках); 2) теория аппроксимации конечно-элементными функциями; 3) применение методов и теории аппроксимации для приближенного решения основных уравнений математической физики.

**3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ):**

|  |  |
| --- | --- |
| Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю) |  |
| Содержание и код компетенции. | Индикатор (показатель) достижения компетенции | Планируемые результаты обучения по дисциплине, сопряженные с индикаторами достижения компетенций |
| УК-2. Способен в контексте профессиональной деятельности использовать знания об основных понятиях и методах естествознания | УК-2.1 – Обладает фундаментальными знаниями, полученными в области естественных наукУК-2.2 – Умеет использовать их в профессиональной деятельностиУК-2.3 – Имеет навыки выбора методов решения задач профессиональной деятельности на основе теоретических знаний | Знать:− место и роль общих вопросов науки в научных исследованиях;− современные проблемы теории аппроксимации и вычислительной математики;− методы приближенного решения задач математической физики ;− постановку проблем моделирования физических процессов;− о взаимосвязях и фундаментальном единстве естественных наук. |
| ОПК-1. Способен решать актуальные научно-исследовательские задачи в области фундаментальной и прикладной математики.  | ОПК-1.1 – Обладает фундаментальными знаниями, полученными в области фундаментальной и прикладной математикиОПК-1.2 – Имеет навыки выбора методов решения задач профессиональной деятельности на основе теоретических знаний в области фундаментальной и прикладной математики | 2. Уметь:− эффективно использовать на практике теоретические компоненты науки: понятия, суж-дения, умозаключения, законы;− представить панораму универсальных методов и законов современного естествознания;− работать на современных компьютерах;− абстрагироваться от несущественных влияний при моделировании реальных физическихситуаций;− пользоваться справочной литературой научного и прикладного характера для быстрогопоиска необходимых математических и физических данных и понятий. |
| ОПК-3. Способен применять и модифицировать математические модели, а также интерпретировать полученные математические результаты при решения задач в области профессиональной деятельности.  | ОПК-3.1. Умеет выбирать методы исследования математических моделей; строить и исследовать математические моде-ли, применять и модифицировать их для решения задач в области профессиональной деятельности. ОПК-3.2. Владеет навыками применения математического аппарата к исследуемым математическим моделям. | 3. Владеть:− планированием, постановкой и обработкой результатов численного эксперимента;− научной картиной мира;− навыками самостоятельной работы в лаборатории на современном компьютерном обо-рудовании;− навыками освоения большого объёма информации;− культурой постановки и моделирования физических задач. |

4. Объем дисциплины составляет 2 з.е., в том числе 36 академических часов, отведенных на контактную работу обучающихся с преподавателем, 36 академических часов на самостоятельную работу обучающихся.

**5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ), СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ (РАЗДЕЛАМ) С УКАЗАНИЕМ ОТВЕДЕННОГО НА НИХ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ЧАСОВ И ВИДЫ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ:**

**5.1. Структура дисциплины (модуля) по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий (в строгом соответствии с учебным планом)**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Наименование разделов и тем дисциплины (модуля),Форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) | Номинальные трудозатраты обучающегося  | Всего академических часов |
| Контактная работа Виды контактной работы, академические часы | Самостоятельная работа обучающегося,академические часы |
| Занятия лекционного типа | Занятия семинарского типа |
| 1. Главные краевые условия и криволинейная граница | 4 |  | 2 | 6 |
| 2. Естественные краевые условия и криволинейная граница | 3 |  | 2 | 5 |
| 3. ПСС для одномерного уравнения диффузии | 2 |  | 4 | 6 |
| 4. Оценка сходимости | 3 |  | 2 | 5 |
| 5. Обобщения | 3 |  | 4 | 7 |
| 6. ПСМ для двумерного эллиптического уравнения | 2 |  | 4 | 6 |
| 7. Технология метода конечных элементов | 3 |  | 2 | 5 |
| 8. Третья краевая задача | 3 |  | 2 | 5 |
| 9. Решение параболического уравнения | 2 |  | 4 | 6 |
| 10. Оценка сходимости | 2 |  | 4 | 6 |
| 11. ПСМ для интегральных уравнений | 3 |  | 2 | 5 |
| 12. Смешанный метод конечных элементов | 3 |  | 2 | 5 |
| 13. Метод конечных объемов | 3 |  | 2 | 5 |
| Промежуточная аттестация (экзамен) |  |  |  |  |
| **Итого** | 36 |  | 36 | 72 |

**5.2. Содержание разделов (тем) дисциплины**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № п/п | Наименование разделов (тем) дисциплины | Содержание разделов (тем) дисциплин |
| 1. | Введение в предмет | Введение. Общая схема алгоритмов |
| 2. | Метод Ритца в проекционной форме | Метод Ритца. Классический метод Ритца. Метод Ритца в энергетических пространствах.Проблемы выбора базисных функций. Плотность. |
| 3. | Метод Ритца в вариационной форме | Метод Ритца в вариационной формулировке. Естественные и главные краевые условия.Примеры |
| 4. | Метод Бубнова-Галеркина | Метод Бубнова-Галеркина. Случай оператора с самосопряженной главной частью. Общий случай алгоритма. |
| 5. | Метод наименьших квадратов | Метод наименьших квадратов. Теорема сходимости. Связь с методом Ритца. |
| 6. | Метод Галеркина-Петрова | Метод Галеркина-Петрова.SUPG метод. |
| 7. | Общая формапроекционного метода | Общая форма проекционногометода. |
| 8. | Краевые условия | Удовлетворение краевым условиям.Минимизация ошибки аппроксимации. Устойчивость. |
| 9. | Кусочно-постоянные функции | Аппроксимация простейшими кусочно-постоянными функциями |
| 10. | Кусочно-линейные функции | Кусочно-линейные базисные функции в одномерном случае. Построение "функций-домиков". Аппроксимация. |
| 11. | Канонический треугольник | Кусочно-линейная аппроксимация на каноническом треугольнике. Функция Куранта |
| 12. | Аппроксимация на триангуляции | Кусочно-линейная аппроксимация на триангуляции многоугольной области |
| 13. | Билинейные функции | Аппроксимация билинейными базисными функциями. |
| 14.  | Главные краевые условия и криволинейная граница | Кусочно-линейная аппроксимация в области с криволинейной границей (главныекраевые условия). |
| 15.  | Естественные краевые условия икриволинейная граница | Кусочно-линейная аппроксимация в области с криволинейной границей (естественные краевые условия). |
| 16. | ПСС для одномерного уравнения диффузии | Построение проекционно-сеточных схем для обыкновенного дифференциального уравнения второго порядка. Постановка задачи. Построение схемы. |
| 17. | Оценка сходимости | Сходимость. Метод оценки скорости сходимости. Прием Нитше. Примеры. |
| 18. | Обобщения | Обобщения на разрывные коэффициенты, неоднородные краевые условия. |
| 19.  | ПСМ для двумерного эллиптического уравнения | Решение задачи Дирихле для эллиптического уравнения второго порядка. |
| 20.  | Технология метода конечных элементов | Технология метода конечных элементов |
| 21.  | Решение параболического уравнения | Решение параболического уравнения. Постановка задачи. Построение схем. Численное решение системы обыкновенных дифференциальных урав-нений. |
| 22.  | Оценка сходимости | Сходимость для параболического уравнения. Оценки скорости сходимости. |
| 23.  | ПСМ для интегральных уравнений | Проекционно-сеточный методдля интегральных уравнений. |
| 24. | Смешанный метод конечных элементов | Локально консервативные дискретизации: смешанный метод конечных элементов |
| 25.  | Метод конечных объемов | Локально консервативные дискретизации: метод конечных объемов. |

**6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ (ФОС, ОЦЕНОЧНЫЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ) ДЛЯ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ).**

**6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения текущего контроля успеваемости**

Форма текущего контроля успеваемости, соотнесенные со структурой дисциплины (темами)

Перечень контрольных вопросов для сдачи экзамена в 8-ом семестре:

|  |
| --- |
| 1. Метод Ритца в проекционной форме
 |
| 1. Метод Ритца в вариационной форме
 |
| 1. Метод Бубнова-Галеркина
 |
| 1. Метод наименьших квадратов
 |
| 1. Метод Галеркина-Петрова
 |
| 1. Общая форма проекционного метода
 |
| 1. Краевые условия
 |
| 1. Кусочно-постоянные функции
 |
| 1. Кусочно-линейные функции
 |
| 1. Канонический треугольник
 |
| 1. Аппроксимация на триангуляции
 |
| 1. Билинейные функции
 |
| 1. Главные краевые условия и криволинейная граница
 |
| 1. Естественные краевые условия и криволинейная граница
 |
| 1. ПСС для одномерного уравнения диффузии
 |
| 1. Оценка сходимости
 |
| 1. Обобщения
 |
| 1. ПСМ для двумерного эллиптического уравнения
 |
| 1. Технология метода конечных элементов
 |
| 1. Третья краевая задача
 |
| 1. Решение параболического уравнения
 |
| 1. Оценка сходимости
 |
| 1. ПСМ для интегральных уравнений
 |
| 1. Смешанный метод конечных элементов
 |
| 1. Метод конечных объемов
 |

**6.2. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения промежуточной аттестации по дисциплине, критерии и шкалы оценивания**

В середине семестра проводится письменная контрольная работа по теоретическим вопросам 1-14 программы экзамена. Каждому студенту необходимо в письменной форме дать полный ответ со всеми необходимыми теоретическими доказательстве на один из этих пунктов программы. Дисциплина проводится в согласованной форме с заданиями технологической практики, поэтому при подготовке ответов на вопросы контрольной может учитываться успеваемость студента при выполнении практических заданий.

**6.3 Критерии и шкалы оценивания**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|

|  |
| --- |
| **ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ результатов обучения (РО) по дисциплине**  |
| Оценкавиды оценочных средств  | 2 (не зачтено) | 3 (зачтено) | 4 (зачтено) | 5 (зачтено) |
| **Знания***(виды оценочных средств: опрос, тесты)* | Отсутствие знаний | Фрагментарные знания | Общие, но не структурированные знания | Сформированные систематические знания |
| **Умения***(виды оценочных средств: практические задания)*  | Отсутствие умений | В целом успешное, но не систематическое умение | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение (допускает неточности непринципиального характера) | Успешное и систематическое умение |
| **Навыки (владения, опыт деятельности)***(виды оценочных средств: выполнение и защита курсовой работы, отчет по практике, отчет по НИР и т.п.)*  | Отсутствие навыков (владений, опыта) | Наличие отдельных навыков (наличие фрагментарного опыта) | В целом, сформированные навыки (владения), но используемые не в активной форме | Сформированные навыки (владения), применяемые при решении задач |

 |

**7. РЕСУРСНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:**

**7.1. Перечень основной и дополнительной литературы**

**Основная литература.**

1.Марчук Г.И., Агошков В.И. Введение в проекционно-сеточные методы. М: Наука, 1980. -300с.

2.Василевский Ю., Ольшанский М. Краткий курс по многосеточным методам и методам декомпозиции области. М.:Макс-ПРЕСС, 2007. - 103с.

**Дополнительная литература.**

1.Марчук Г. Методы вычислительной математики. М.: Наука, 1989.

2.Михайлов В.П. Дифференциальные уравнения в частных производных. М.: Наука, 1976.

3.Оганесян Л.А., Руховец Л.А. Вариационно-разностные методы решения задач для эллиптических уравнений. М.: АН СССР, 1979.

4.Стренг Г., Фикс Дж. Теория метода конечных эллиптических уравнений. М.: Мир, 1977.

* 1. **Перечень лицензионного программного обеспечения, в том числе отечественного производства**

При реализации дисциплины может быть использовано следующее программное обеспечение:

1. Операционная система Ubuntu 18.04+.
2. Компилляторы GNU gfortran, gcc, g++
3. Программный продукт Python 3.5.1 (64-bit) Python Software Foundation
4. Операционная система Microsoft Windows 10 Education академическая лицензия
	1. **Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем**
5. http://www.edu.ru – портал Министерства образования и науки РФ
6. http://www.ict.edu.ru – система федеральных образовательных порталов «ИКТ в образовании»
7. http://www.openet.ru - Российский портал открытого образования
8. http://www.mon.gov.ru - Министерство образования и науки Российской Федерации
9. http://www.fasi.gov.ru - Федеральное агентство по науке и инновациям
	1. **Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

1. Math-Net.Ru [Электронный ресурс] : общероссийский математический портал / Математический институт им. В. А. Стеклова РАН ; Российская академия наук, Отделение математических наук. - М. : [б. и.], 2010. - Загл. с титул. экрана. - Б. ц.

URL: http://www.mathnet.ru

2. Университетская библиотека Online [Электронный ресурс] : электронная библиотечная система / ООО "Директ-Медиа" . - М. : [б. и.], 2001. - Загл. с титул. экрана. - Б. ц. URL: www.biblioclub.ru

3. Универсальные базы данных East View [Электронный ресурс] : информационный ресурс / East View Information Services. - М. : [б. и.], 2012. - Загл. с титул. экрана. - Б. ц.

URL: www.ebiblioteka.ru

4. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU [Электронный ресурс] : информационный портал / ООО "РУНЭБ" ; Санкт-Петербургский государственный университет. - М. : [б. и.], 2005. - Загл. с титул. экрана. - Б. ц.

URL: www.eLibrary.ru

* 1. **Описание материально-технического обеспечения.**

Факультет ВМК, ответственный за реализацию данной Программы, располагает соответствующей материально-технической базой, включая современную вычислительную технику, объединенную в локальную вычислительную сеть, имеющую выход в Интернет. Используются специализированные компьютерные классы, оснащенные современным оборудованием. Материальная база факультета соответствует действующим санитарно-техническим нормам и обеспечивает проведение всех видов занятий (лабораторной, практической, дисциплинарной и междисциплинарной подготовки) и научно-исследовательской работы обучающихся, предусмотренных учебным планом.

**8. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

**8.1. Формы и методы преподавания дисциплины**

Используемые формы и методы обучения:

лекции

семинарские занятия

самостоятельная работа студентов.

В процессе преподавания дисциплины преподаватель использует как классические формы и методы обучения (лекции и семинарские занятия), так и активные методы обучения.

При проведении лекционных занятий преподаватель использует аудиовизуальные, компьютерные и мультимедийные средства обучения, а также демонстрационные и наглядно-иллюстрационные (в том числе раздаточные) материалы.

Семинарские занятия проводятся в форме проблемной ситуации, когда некоторый аспект рассмотренной темы излагается преподавателем более подробно. Часть информации конспектируется. Большая часть времени выделена на работу с использованием компьютерной техники и программного обеспечения.

В рамках курса используются активные и интерактивные методы обучения в процессе проведения занятий. Основными особенностями интерактивных занятий являются интерактивные практические упражнения и задания, которые выполняются обучающимися не только и не столько на закрепление изученного материала, но и на самостоятельное изучение нового.

**8.2. Методические рекомендации преподавателю**

Перед началом изучения дисциплины преподаватель должен ознакомить студентов с видами учебной и самостоятельной работы, перечнем литературы и интернет-ресурсов, формами текущей и промежуточной аттестации, с критериями оценки качества знаний для итоговой оценки по дисциплине.

При проведении лекций, преподаватель:

1) формулирует тему и цель занятия;

2) излагает основные теоретические положения;

3) с помощью мультимедийного оборудования и/или под запись дает определения основных понятий, расчетных формул;

4) проводит примеры из отечественного и зарубежного опыта, дает текущие статистические данные для наглядного и образного представления изучаемого материала;

5) в конце занятия дает вопросы для самостоятельного изучения.

Для семинарских занятий

Подготовка к проведению занятий проводится регулярно. Организация преподавателем семинарских занятий должна удовлетворять следующим требования: количество занятий должно соответствовать учебному плану программы, содержание планов должно соответствовать программе, план занятий должен содержать перечень рассматриваемых вопросов.

Во время семинарских занятий используются словесные методы обучения, как беседа и дискуссия, что позволяет вовлекать в учебный процесс всех слушателей и стимулирует творческий потенциал обучающихся.

При подготовке семинарскому занятию преподавателю необходимо знать план его проведения, продумать формулировки и содержание учебных вопросов, выносимых на обсуждение.

В начале занятия преподаватель должен раскрыть теоретическую и практическую значимость темы занятия, определить порядок его проведения, время на обсуждение каждого учебного вопроса. В ходе занятия следует дать возможность выступить всем желающим и предложить выступить тем слушателям, которые проявляют пассивность.

Целесообразно, в ходе обсуждения учебных вопросов, задавать выступающим и аудитории дополнительные и уточняющие вопросы с целью выяснения их позиций по существу обсуждаемых проблем, а также поощрять выступление с места в виде кратких дополнений. На занятиях проводится отработка практических умений под контролем преподавателя

**8.3. Методические рекомендации студентам по организации самостоятельной работы.**

Приступая к изучению новой учебной дисциплины, студенты должны ознакомиться с учебной программой, учебной, научной и методической литературой, имеющейся в библиотеке университета, встретиться с преподавателем, ведущим дисциплину, получить в библиотеке рекомендованные учебники и учебно-методические пособия, осуществить запись на соответствующий курс в среде электронного обучения университета.

Глубина усвоения дисциплины зависит от активной и систематической работы студента на лекциях и практических занятиях, а также в ходе самостоятельной работы, по изучению рекомендованной литературы.

На лекциях важно сосредоточить внимание на ее содержании. Это поможет лучше воспринимать учебный материал и уяснить взаимосвязь проблем по всей дисциплине. Основное содержание лекции целесообразнее записывать в тетради в виде ключевых фраз, понятий, тезисов, обобщений, схем, опорных выводов. Необходимо обращать внимание на термины, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации. Желательно оставлять в конспектах поля, на которых делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющей материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений. С целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций необходимо задавать преподавателю уточняющие вопросы. Для закрепления содержания лекции в памяти, необходимо во время самостоятельной работы внимательно прочесть свой конспект и дополнить его записями из учебников и рекомендованной литературы. Конспектирование читаемых лекций и их последующая доработка способствует более глубокому усвоению знаний, и поэтому являются важной формой учебной деятельности студентов.

**Методические указания для обучающихся по подготовке к семинарским занятиям**

Для того чтобы семинарские занятия приносили максимальную пользу, необходимо помнить, что упражнение и решение задач проводятся по вычитанному на лекциях материалу и связаны, как правило, с детальным разбором отдельных вопросов лекционного курса. Следует подчеркнуть, что только после усвоения лекционного материала с определенной точки зрения (а именно с той, с которой он излагается на лекциях) он будет закрепляться на семинарских занятиях как в результате обсуждения и анализа лекционного материала, так и с помощью решения проблемных ситуаций, задач.

При этих условиях студент не только хорошо усвоит материал, но и научится применять его на практике, а также получит дополнительный стимул (и это очень важно) для активной проработки лекции.

При самостоятельном решении задач нужно обосновывать каждый этап решения, исходя из теоретических положений курса. Если студент видит несколько путей решения проблемы (задачи), то нужно сравнить их и выбрать самый рациональный. Полезно до начала вычислений составить краткий план решения проблемы (задачи). Решение проблемных задач или примеров следует излагать подробно, вычисления располагать в строгом порядке, отделяя вспомогательные вычисления от основных. Решения при необходимости нужно сопровождать комментариями, схемами, чертежами и рисунками.

Следует помнить, что решение каждой учебной задачи должно доводиться до окончательного логического ответа, которого требует условие, и по возможности с выводом. Полученный ответ следует проверить способами, вытекающими из существа данной задачи. Полезно также (если возможно) решать несколькими способами и сравнить полученные результаты. Решение задач данного типа нужно продолжать до приобретения твердых навыков в их решении.

При подготовке к семинарским занятиям следует использовать основную литературу из представленного списка, а также руководствоваться приведенными указаниями и рекомендациями. Для наиболее глубокого освоения дисциплины рекомендуется изучать литературу, обозначенную как «дополнительная» в представленном списке.

**Методические указания для самостоятельной работы обучающихся**

Прочное усвоение и долговременное закрепление учебного материала невозможно без продуманной самостоятельной работы. Такая работа требует от студента значительных усилий, творчества и высокой организованности. В ходе самостоятельной работы студенты выполняют следующие задачи: дорабатывают лекции, изучают рекомендованную литературу, готовятся к практическим занятиям, к коллоквиуму, контрольным работам по отдельным темам дисциплины. При этом эффективность учебной деятельности студента во многом зависит от того, как он распорядился выделенным для самостоятельной работы бюджетом времени.

Результатом самостоятельной работы является прочное усвоение материалов по предмету согласно программы дисциплины. В итоге этой работы формируются профессиональные умения и компетенции, развивается творческий подход к решению возникших в ходе учебной деятельности проблемных задач, появляется самостоятельности мышления.

Решение задач

При самостоятельном решении задач нужно обосновывать каждый этап решения, исходя из теоретических положений курса. Если студент видит несколько путей решения проблемы (задачи), то нужно сравнить их и выбрать самый рациональный. Полезно до начала вычислений составить краткий план решения проблемы (задачи).

Решение проблемных задач или примеров следует излагать подробно, вычисления располагать в строгом порядке, отделяя вспомогательные вычисления от основных. Решения при необходимости нужно сопровождать комментариями, схемами, чертежами и рисунками.

Следует помнить, что решение каждой учебной задачи должно доводиться до окончательного логического ответа, которого требует условие, и по возможности с выводом.

Полученный ответ следует проверить способами, вытекающими из существа данной задачи. Полезно также (если возможно) решать несколькими способами и сравнить полученные результаты.

Решение задач данного типа нужно продолжать до приобретения твердых навыков в их решении.

Задача — это цель, заданная в определенных условиях, решение задачи — процесс достижения поставленной цели, поиск необходимых для этого средств.

Алгоритм решения задач:

1. Внимательно прочитайте условие задания и уясните основной вопрос, представьте процессы и явления, описанные в условии.

2. Повторно прочтите условие для того, чтобы чётко представить основной вопрос, проблему, цель решения, заданные величины, опираясь на которые можно вести поиски решения.

3. Произведите краткую запись условия задания.

4. Если необходимо составьте таблицу, схему, рисунок или чертёж.

5. Определите метод решения задания, составьте план решения.

6. Запишите основные понятия, формулы, описывающие процессы, предложенные заданной системой.

7. Найдите решение в общем виде, выразив искомые величины через заданные.

9. Проверьте правильность решения задания.

10. Произведите оценку реальности полученного решения.

11. Запишите ответ.

**9. Разработчик (разработчики) программы.**

профессор факультета ВМК МГУ чл.корр. Ю.В.Василевский

ассистент факультета ВМК МГУ, к. ф-м.н. Д. В. Ануприенко