**Санкт-Петербургский государственный университет**

**Р А Б О Ч А Я П Р О Г Р А М М А**

**УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Вычислительная математика

Computational Mathematics

**Язык(и) обучения**

русский

Трудоемкость в зачетных единицах: 3

Регистрационный номер рабочей программы: 051538

**Раздел 1. Характеристики учебных занятий**

**1.1. Цели и задачи учебных занятий**

Дисциплина «Вычислительная математика» является одной из базовых дисциплин цикла (Б3), формирующего подготовку специалиста в области информационных технологий. Она представляет собой комплекс знаний и навыков, позволяющих овладеть основами вычислительных методов и квалифицированно применять численные методов для практических вычислений и решения прикладных задач.

Отдельные параметры курса могут варьироваться по степени сложности в зависимости от начальной подготовки обучающихся. Курс должен быть построен на принципах компетентностного, деятельностного подхода к вычислительной математике как средству проведения различных расчетов с применением высокопроизводительных компьютеров, что предполагает распределение содержания обучения вычислительной математике по следующим видам деятельности: изучение теоретического материала, а также составление алгоритмов, отладка программ, численный счет в рамках вычислительного практикума.

Основным методологическим принципом построения программы курса, равно как и всей концепции обучения дисциплине методов вычислений в целом, является принцип поэтапного накопления знаний и формирования необходимых компетенций по модели: от простого - к сложному, а основной методологической стратегией прохождения отдельных разделов программы является ступенчатость и цикличность, предусматривающие постепенный возврат к ранее усвоенному материалу на более высоком концептуальном уровне.  
 Цель изучения дисциплины методов вычислений: обучение методам вычислительной математики; развитие у обучающихся логического мышления; знакомство с различными численными методами; подготовка к самостоятельному решению различных вычислительных задач.

**1.2. Требования подготовленности обучающегося к освоению содержания учебных занятий (пререквизиты)**

Программа курса предназначена для обучающихся, изучавших математику в объеме двух курсов математико-механического факультета и владеющих базовыми навыками работы с компьютером.

Максимальная эффективность программы будет обеспечена при условии, если обучающийся:

• Владеет основами математического анализа, линейной алгебры, геометрии.

•Владеет основами программирования, достаточными для составления простейших программ.

**1.3. Перечень результатов обучения (learning outcomes)**

Основной целью курса является овладение обучающимися теоретических основ вычислительной математики и применение полученных знаний, а именно:

понимание содержания дисциплины «Вычислительная математика» и обладание достаточно полным представлением о возможностях применения разделов курса в различных прикладных областях науки и техники, связанных с вычислениями;

умение приближать функции с заданной погрешностью, приближенно вычислять однократные интегралы с помощью квадратурных формул, решать основные задачи линейной алгебры, вычислять приближенные решения задачи Коши и граничных задач для обыкновенных дифференциальных уравнений в соответствии с программой курса;

развитие способности дальнейшего освоения методов вычислительной математики, развития навыков работы с компьютером как средством управления информацией;

приближение функций методами интерполирования, наилучшего квадратичного приближения, разложения в ортогональные ряды;

использование квадратурных формул для вычисления интегралов с любой точностью, знание приемов построения квадратурных формул;

численное дифференцирование;

решение простейших краевых задач и задачи Коши;

решение систем линейных алгебраических уравнений;

решение нелинейных уравнений.

**1.4. Перечень и объём активных и интерактивных форм учебных занятий**

Аудиторная учебная работа: теоретические занятия и практические занятия по решению задач и компьютерной обработке статистических данных, выполнение заданий.

Самостоятельная работа: выполнение заданий; индивидуальная работа с доступными информационными и образовательными ресурсами, имеющимися в библиотеке, в открытом доступе в сети Интернет и локальной сети Университета с целью преодоления индивидуальных трудностей.

**Раздел 2. Организация, структура и содержание учебных занятий**

**2.1. Организация учебных занятий**

**2.1.1 Основной курс**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Трудоёмкость, объёмы учебной работы и наполняемость групп обучающихся | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Код модуля в составе дисциплины,  практики и т.п. | Контактная работа обучающихся с преподавателем | | | | | | | | | | | | Самостоятельная работа | | | | Объём активных и интерактивных  форм учебных занятий | Трудоёмкость |
| лекции | семинары | консультации | практические  занятия | лабораторные работы | контрольные работы | коллоквиумы | текущий контроль | промежуточная  аттестация | итоговая аттестация | под руководством преподавателя | в присутствии  преподавателя | сам. раб. с использованием  методических материалов | текущий контроль (сам.раб.) | промежуточная аттестация (сам.раб.) | итоговая аттестация  (сам.раб.) |
| ОСНОВНАЯ ТРАЕКТОРИЯ | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Форма обучения: очная | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Семестр 5 | 30 |  | 2 | 15 |  |  |  |  | 2 |  |  |  | 26 |  | 33 |  | 20 | 3 |
|  | 2-100 |  | 2-100 | 10-25 |  |  |  |  | 2-100 |  |  |  | 1-1 |  | 1-1 |  |  |  |
| ИТОГО | 30 |  | 2 | 15 |  |  |  |  | 2 |  |  |  | 26 |  | 33 |  |  | 3 |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Виды, формы и сроки текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации | | | | | | |
| Код модуля в составе дисциплины, практики и т.п. | Формы текущего контроля успеваемости | | Виды промежуточной аттестации | | Виды итоговой аттестации  (только для программ итоговой аттестации и дополнительных образовательных программ) | |
| Формы | Сроки | Виды | Сроки | Виды | Сроки |
| ОСНОВНАЯ ТРАЕКТОРИЯ | | | | | | |
| Форма обучения: очная | | | | | | |
| Семестр 5 |  |  | экзамен, устно, традиционная форма | по графику промежуточной аттестации |  |  |

**2.2. Структура и содержание учебных занятий**

Глава I. Интерполирование и приближение функций

1. Задача интерполирования Лагранжа. Формулы Лагранжа и Ньютона. Конечные разности. Интерполяционные формулы Ньютона, Ньютона-Гаусса, Стирлинга по равноотстоящим узлам. Представление остатка интерполирования. Минимизация погрешности интерполяции. Функция Лебега. Постоянная Лебега.

2. Эрмитово интерполирование. Представление остатка интерполяции.

3. Тригонометрическое интерполирование. Дискретное преобразование Фурье. Быстрое преобразование Фурье

4. Численное дифференцирование. Формулы. Представление и оценка остаточных членов. Понятие о неустранимой погрешности численного дифференцирования.   
5. Наилучшее равномерное приближение. Понятие альтернанса. Теорема Чебышева. Полиномы Чебышева, их свойства.

6. Наилучшее квадратичное приближение. Процесс ортогонализации. Ортогональные полиномы, их общие свойства. Частные случаи. Ряды Фурье-Чебышева как универсальный аппарат приближения.

Глава II. Приближенное вычисление интегралов.

1. Интерполяционно-квадратурные формулы. Формулы Котеса, частные случаи. Составные квадратурные формулы.

2. Формулы наивысшей степени точности. Критерий, частные случаи. Формула Гаусса, формула Эрмита-Мелера. Формула прямоугольников в периодическом случае.

3. Вычисление интегралов с особенностями. Формула Стенджера.

Глава III. Решение уравнений и систем.

1. Системы линейных уравнений. Метод исключения. Метод ортогонализации строк.

2. Векторные и матричные нормы. Концепция обусловленности. Оценка неустранимой погрешности в решении линейной системы.

3. Метод итераций. Теорема сходимости. Итерационный процесс при простейшей подготовке с постоянным параметром, оптимальный параметр. Оптимальные чебышевские параметры.

4. Метод итераций для одного вещественного уравнения. Методы хорд и секущих. Метод Ньютона, скорость сходимости.

5. Системы уравнений, метод итераций. Метод Ньютона для систем уравнений. Продолжение по параметру.

Глава IV. Задача Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений.

1. Простейший метод Эйлера. Порядок метода. Методы Эйлера улучшенные. Методы Рунге-Кутта.
2. Экстраполяционный метод Адамса. Интерполяционный метод Адамса.

**Раздел 3. Обеспечение учебных занятий**

**3.1. Методическое обеспечение**

**3.1.1 Методические указания по освоению дисциплины**

Методические материалы включают в себя следующие виды материалов - учебники, учебные пособия, методические указания для студентов, Интернет-ресурсы, электронные учебные пособия, с опорой на которые проводится аудиторная работа.

**3.1.2 Методическое обеспечение самостоятельной работы**

Самостоятельная работа обучающегося, как вид деятельности, стимулирующий активность, самостоятельность, познавательный интерес с целью поиска необходимой информации, приобретения знаний, использования этих знаний для решения учебных, научных и профессиональных задач, представляет собой важную составляющую учебного процесса, которой отводится не менее половины учебного времени при очной форме обучения. Время, отводимое на самостоятельную работу, должно использоваться студентами для наиболее полного освоения учебной дисциплины. Следовательно, организация эффективной внеаудиторной самостоятельной работы в процессе обучения требует, с одной стороны, создание условий, призванных обеспечить рациональное и планомерное управление учебной деятельностью, протекающей в отсутствие преподавателя, и тщательной подготовки целого ряда учебных пособий, снабженных методическими указаниями, с другой стороны.

Роль преподавателя в организации самостоятельной работы состоит в координации действий обучающихся в освоении дисциплины, в методическом и организационном обеспечении учебного процесса. Взаимодействие между преподавателем и обучающимся осуществляется в форме консультаций. Преподаватели также оказывают помощь обучающимся по планированию и организации самостоятельной работы.

**3.1.3 Методика проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации и критерии оценивания**

Формы контроля:

1. Текущий контроль (по завершении каждого модуля) - тест

2. Итоговый контроль (в конце семестра) - беседа на одну из пройденных тем.

Самостоятельная работа.

Аппарат контроля за усвоением материалавключает в себя задания, тесты, контрольные работы, необходимые для эффективного контроля за усвоением учебного материала. Этот раздел состоит из тестов, завершающих каждую тему, тестов для самопроверки и итогового теста.

Контроль за самостоятельной работой может осуществляться в форме коротких опросов и тестов, рефератов, бесед по прочитанному, углубленных вопросов по темам занятий, дополнительных вопросов.

Методика проведения экзамена

Экзамен проводится в устной форме. Билет состоит из двух вопросов. Время подготовки ответа на вопросы билета составляет 60 минут.

Использование конспектов и учебников, а также электронных устройств хранения, обработки или передачи информации при подготовке и ответе на вопросы экзамена не разрешается. В случае обнаружения факта использования недозволенных материалов (устройств) составляется акт, и студент удаляется с экзамена.

После ответа на вопросы билета преподаватель задает несколько дополнительных вопросов, на основании оценки ответов на которые итоговая оценка по предмету может быть повышена или понижена.

Критерии выставления оценок:

Оценка «отлично» ставится за полностью раскрытый теоретический материал и правильные ответы на дополнительные вопросы преподавателя.

Оценка «хорошо» ставится за изложенный теоретический материал билета (возможно с помощью наводящих подсказок преподавателя) и правильные ответы на дополнительные вопросы преподавателя.

Оценка «удовлетворительно» ставится за знание ответов на основные вопросы по каждой теме.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется, если не выполняются условия для получения оценок «отлично», «хорошо» и «удовлетворительно».

**3.1.4 Методические материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации (контрольно-измерительные материалы, оценочные средства)**

Темы для изучения и обсуждения:

1. Интерполяция и разложение функций в ряды Фурье-Чебышева

2. Вычисление интегралов. Гибкое использование известных из анализа приемов для эффективного применения квадратурных формул.

3. Решение уравнений: сравнение различных методов по эффективности.

Примерный список вопросов к экзамену:

1. Интерполирование и приближение функций;
2. Приближенное вычисление интегралов;
3. Численное решение задач линейной алгебры;
4. Численное решение задачи Коши и граничных задач для обыкновенных дифференциальных уравнений;
5. Численное решение нелинейных уравнений.

**3.1.5 Методические материалы для оценки обучающимися содержания и качества учебного процесса**

Оценка обучающимися содержания и качества учебного процесса по дисциплине осуществляется в установленном в СПбГУ порядке.

**3.2. Кадровое обеспечение**

**3.2.1 Образование и (или) квалификация штатных преподавателей и иных лиц, допущенных к проведению учебных занятий**

К преподаванию могут быть допущены преподаватели, имеющие диплом о высшем образовании по соответствующему направлению.

**3.2.2 Обеспечение учебно-вспомогательным и (или) иным персоналом**

Специальных требований нет.

**3.3. Материально-техническое обеспечение**

**3.3.1 Характеристики аудиторий (помещений, мест) для проведения занятий**

Стандартно оборудованные лекционные аудитории.

**3.3.2 Характеристики аудиторного оборудования, в том числе неспециализированного компьютерного оборудования и программного обеспечения общего пользования**

Аудитории для проведения практических занятий должны быть оснащены проекционной техникой и компьютерами в достаточном количестве – по числу обучающихся. На компьютерах должно быть доступно необходимое программное обеспечение.

**3.3.3 Характеристики специализированного оборудования**

Специальных тебований нет.

**3.3.4 Характеристики специализированного программного обеспечения**

Специализированное программное обеспечение для компьютерных классов.

**3.3.5 Перечень и объёмы требуемых расходных материалов**

Наличие досок и средств письма на них: мел или фломастеры.

**3.4. Информационное обеспечение**

**3.4.1 Список обязательной литературы**

1. Амосов А.А., Дубинский Ю.А., Копченова Н.В. Вычислительные методы. 2014. Изд-во «Лань».

2. Мысовских И.П. Лекции по методам вычислений. СПб., 1998.

3. Бахвалов Н.С., Жидков Н.П., Кобельков Г.М. Численные методы. М., Наука, 1987.

4. Бобков В.В. Крылов В.И., Монастырный П.И. Вычислительные методы высшей математики. Минск, Вышэйшая школа, 1972.

**3.4.2 Список дополнительной литературы**

1. Фаддеев Д.К., Фаддеева В.Н. Вычислительные методы линейной алгебры. Физматгиз, 1960.

**3.4.3 Перечень иных информационных источников**

Ресурсы сети Интернет.

**Раздел 4. Разработчики программы**

Рябов Виктор Михайлович, д.ф.-м.н., профессор, Кафедра вычислительной математики, [v.ryabov@spbu.ru](mailto:v.ryabov@spbu.ru).

Лебедева Анастасия Владимировна, к.ф.-м.н., доцент, Кафедра вычислительной математики, a.v.lebedeva@spbu.ru