

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования **«Российский государственный геологоразведочный университет имени**

**Серго Орджоникидзе»**

**(МГРИ-РГГРУ)**

**Факультет Геофизический**

**Кафедра Математики**

|  |  |
| --- | --- |
|  | **УТВЕРЖДАЮ:**  И.о. декана факультета:  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_Мальский К.С.  «\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2018 г. |

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ПРАКТИКИ

**Б2.У.2 «учебная практика» (практика по получению первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности)**

Направление подготовки: **01.03.04 «Прикладная математика»**

Программа подготовки «Прикладная математика»

Формы обучения: **очная**

|  |  |
| --- | --- |
| Общая трудоемкость  освоения практики 3 з.е. (108 ак. ч.)  Количество недель 2 | Курс 2  Семестр 4 |

Промежуточная

аттестация **зачет с оценкой**

Программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Протокол № \_\_\_\_\_\_\_\_\_от «\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2018 г.

Зав.кафедрой, доцент \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_(Качержук С.С.)

**Москва, 2018 г.**

# Положение дисциплины в общей структуре ООП

Учебная практика Б2.У.2 *по получению первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности* (далее – вторая учебная практика), предназначенная для направления подготовки 01.03.04 «Прикладная математика», проводится со студентами МГРИ-РГГРУ в 4 семестре в соответствии с учебным планом (*сосредоточенно*). Практика базируется на учебных дисциплинах, изученных в предшествующих (3 и 4) семестрах.

# Цели и задачи учебной практики

Целью второй учебной практики является закрепление умений и навыков, полученных во время аудиторных занятий в 3 и 4 семестрах, а также обучение студентов написанию программ на алгоритмическом языке C++ в соответствии с приведенными в разделе 7типовыми заданиями.

В процессе прохождения второй учебной практики студент развивает и закрепляет умения, знания и навыки, полученные при обучении, включая работу с пакетом Mathlab, и знакомится с численными методами и алгоритмами по темам: «Численные методы решения дифференциальных уравне- ний», «Кубические сплайны», «Вычисление собственных векторов и собственных значений».

# Основные компетенции, приобретаемые студентами в результате прохождении япрактики

В результате прохождения второй учебной практики у бакалавра (по *каждому* из разделов практики, определенных в п.4) должны вырабаты- ваться и развиваться такие общепрофессиональные и профессиональные компетенции, как:

**ОПК-2** − способность использовать современные математические методы и современные прикладные программные средства и осваивать совре- менные технологии программирования;

**ПК-1** − способность использовать стандартные пакеты прикладных программ для решения практических задач на электронных вычисли- тельных машинах, отлаживать, тестировать прикладное программное обеспечение;

**ПК-4** − способность и готовность решать проблемы, брать на себя ответственность;

**ПК-5** − способность проводить организационно-управленческие расчѐты, осуществлять организацию и техническое оснащение рабочих мест;

**ПК-6** − способность организовать работу малых групп исполнителей.

# 1.3.1. Соотнесение планируемых результатов обучения с планируемыми результатами освоения ООП

В результате прохождения второй учебной практики обучающийся должен достичь ***основного (порогового)***, соответствующего предметной оценке «удовлетворительно», уровня сформированности всех предусмотренных рабочим учебным планом компетенций в части, относящейся к этой практике. ***Продвинутый*** уровень освоения указанных выше компетенций соответствует предметным оценкам «хорошо» и «отлично». Описание зна- ний, умений и навыков, способствующих развитию означенных компетенций в процессе и на основе успешного прохождения первой учебной практи- ки, приводится ниже.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **Основной пороговый уровень**  (предметная оценка «удовлетворительно») | **Продвинутый уровень**  (предметные оценки «хорошо» и «отлично») |
| **ОПК-2** (*способность использовать современные прикладные программные средства и осваивать современные технологии программирования*) | | |
| *знать* | современные прикладные программные средства, предназначенные  для решения стандартной задачи | современные прикладные программные средства и области их эф-  фективного применения в соотнесении к поставленной задаче |
| *уметь* | использовать современные прикладные программные средства при  решении стандартных задач | использовать современные прикладные программные средства при  решении практических задач |
| *владеть* | навыками обоснования выбора прикладного программного средства  для решения стандартной задачи | навыками обоснования выбора технологии программирования для  решения задачи, в том числе нестандартной |
| **ПК-1** (*способность использовать стандартные пакеты прикладных программ для решения практических задач на электронных вычислительных ма-*  *шинах, отлаживать, тестировать прикладное программное обеспечение*) | | |
| *знать* | численные методы и алгоритмы, используемые при решении постав-  ленной задачи | теоретические основы численных методов и алгоритмов, применяе-  мых при решении поставленной задачи |
| *уметь* | использовать предложенные численные методы и алгоритмы, исполь-  зуемые при решении поставленной задачи | самостоятельно выбирать и реализовывать численные методы и ал-  горитмы, необходимые для решения поставленной задачи |
| *владеть* | навыками работы с пакетами MatLab при решении алгебраических  задач | навыками работы с расширенными пакетами MatLab при решении  алгебраических задач |
| **ПК-4** (*способность и готовность решать проблемы, брать на себя ответственность*) | | |
| *знать* | последствия неправомерного использования программного обеспече-  ния | способы разрешения конфликтов, возникающих в ходе решения  проблемы |
| *уметь* | распознавать возможные противоречия, возникающие при использо-  вании постороннего программного обеспечения | находить способы разрешения возникающих противоречий и пре-  дотвращать их |
| *владеть* | азами юридического законодательства, относящегося к использова-  нию ПО | основами разрешения юридических противоречий, возникающих  при использовании ПО |
| **ПК-5** (*способность проводить организационно-управленческие расчѐты, осуществлять организацию и техническое оснащение рабочих мест*) | | |
| *знать* | предназначение предварительных организационно-управленческих  расчѐтов (ОУР) | методику предварительных организационно-управленческих расчѐ-  тов для организации и технического оснащения рабочих мест |
| *уметь* | распознавать ошибки в организационно-управленческих расчѐтах | исправлять ошибки в организационно-управленческих расчѐтах |
| *владеть* | способами осведомления персонала о возможных последствиях | способами предотвращения ошибок в ОУР |
| **ПК-6** (*способность организовать работу малых групп исполнителей*) | | |
| *знать* | основные принципы взаимодействия в коллективе | принципы коллективного взаимовоздействия при решении задачи |
| *уметь* | организовать работу малых групп исполнителей | организовать эффективную работу малых групп исполнителей |
| *владеть* | навыками психологического воздействия | навыками мобилизации группы на выполнение поставленной задачи |

# Вид, способ и форма проведения практики

Вторая учебная практика Б2.У.2 является практикой *по получению первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности* и заклю- чается в изучении (на лекционных и лабораторных занятиях) предусмотренных программой численных методов для решения задач, расширении знаний по алгоритмическим языкам программирования; изучении пакетов прикладных программ.

Практика является ***стационарной***, проводится в компьютерных классах кафедры математики МГРИ-РГГРУ (после окончания аудиторных занятий в 4 семестре) и продолжается 2 недели.

Форма проведения: ***дискретно*** – путем выделения в календарном учебном графике непрерывного периода учебного времени.

Общая трудоемкость практики Б2.У.2 *по получению первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности* составляет **3** зачетных единицы (108 академических часов, из них аудиторных: 64 академ. часа). Значительная часть практики проводится в форме самостоятельной работы (44 часа).

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № п\п | Раздел, тема | Количество часов | | | | |
| Всего | Самостоятель- ная работа | Аудиторные занятия | | |
| Всего | Лекционные | Лабораторные |
| 1 | Пакет Mathlab | 26 | 10 | 16 | 1 | 15 |
| 2 | Численные методы решения дифференци-  альных уравнений | 28 | 12 | 16 | 3 | 13 |
| 3 | Кубические сплайны | 26 | 10 | 16 | 1 | 15 |
| 4 | Вычисление собственных векторов и собст-  венных значений | 28 | 12 | 16 | 3 | 13 |
| Итого часов по курсу: | | 108 | 44 | 64 | 8 | 56 |

# 5.1. Образовательные, научно-исследовательские и научно-производственные технологии, используемые на учебной практике

Во время проведения учебной практики используются:

* пакет прикладных программ Mathcad
* среды разработки и различные компиляторы (MS Visual Studio, Borland C++ и др.)
* офисные программы (MS Office, OpenOffice и др.)
* специальные технологии, разработанные преподавателями кафедры математики.

## Перечень программного обеспечения:

* операционная система Microsoft Windows 7 или выше;
* пакет офисного программного обеспеченияMS Office;
* пакет программного обеспечения РТС Mathcad Express;
* среда разработки программного обеспечения MS Visual Studio Express Edition 10 или выше;
* среда разработки программного обеспечения PascalABC.NET.

# 6. Формы отчетности по итогам практики

После окончания учебной практики, студент представляет отчет, а по некоторым темам – презентации. Отчет по учебной практике должен содер-

жать:

1. Задания по выданной преподавателем теме (**ОПК-2, ПК-1, ПК-4, ПК-5, ПК-6**).
2. Краткие теоретические сведения (**ПК-4, ПК-5**).
3. Описание алгоритмов составленных программ (**ОПК-2, ПК-1, ПК-4, ПК-5, ПК-6**).
4. Результаты вычислений по каждому заданию (**ПК-4, ПК-5, ПК-6**).
5. Анализ полученных результатов (**ОПК-2, ПК-1, ПК-4, ПК-5, ПК-6**).
6. Дискету с составленными программами (**ОПК-2, ПК-1, ПК-6**).

*Соотнесение разделов отчета с осваиваемыми компетенциями указано в скобках*.

В п. 5 отчета:

* выполняется аналитическая часть индивидуального задания (например, с помощью характеристического уравнения находится точное значе- ние наибольшего по модулю собственного значения данной матрицы);
* сравниваются теоретические оценки и числовые результаты (например, выполненное число итераций и их погрешности сравниваются с со- ответствующими теоретическими оценками);
* сравниваются числовые результаты, полученные для одной и той же задачи с помощью различных программ;
* указывается, какой из примененных методов оказался более подходящим для решения данной задачи;
* отмечаются особенности программ, замеченные при их тестировании, и если полученные числовые результаты недостаточны для анализа программ, рекомендуется провести дополнительные вычисления при других входных данных (например, повышая заданную точность, меняя начальное приближение в итерационном методе, выбирая другую систему и т.д.).

Применяются две формы аттестации студентов по итогам практики:

1. презентации полученных во время практики результатов;
2. защита отчетов.

# Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации по итогам освоения практики

Контроль результатов прохождения практики осуществляется в виде итогового контроля (***зачета***) во четвертом семестре. В зависимости от степени успешности прохождения практики и защиты предоставленного отчета или презентации студенту выставляется оценка.

**Отлично:** отличное понимание предмета, всесторонние знаний, отличные умения и владение опытом практической деятельности;

**Хорошо:** достаточно полное понимание предмета, хорошие знания, умения и опыт практической деятельности;

**Удовлетворительно:** приемлемое понимание предмета, удовлетворительные знания, умения и опыт практической деятельности;

**Неудовлетворительно:** Результаты обучения не соответствуют минимально достаточным требованиям.

# Аннотация фонда оценочных средств

Каждый студент получает от преподавателей задания по каждой теме, подробные методические указания по выполнению работы и список во- просов для подготовки отчета.

**Типовые задания** по теме ***"Численные методы решения дифференциальных уравнений"***

Часть 1

1. Написать две задачи Коши вида:

1.1*. y + p(x)y = q(x), y(x0)= y0,* 1.2. *y + a1y + a0y = * (*x*)*, y*(*x*0)*= y0, y*(*x0* )*= y0*

Начальные данные (x0, y0) в (1) и (2) выбираются независимо, функции *p*(*x*)*, q*(*x*)***,*** **(*x*) должны быть отличными от тождественного нуля, а числа

*а0, а****1*** ненулевыми.

1. Решить задачи Коши (1) и (2) аналитически и построить соответствующие интегральные кривые на отрезках x0, x0 + 1 и x0, x0*+*10.
2. Для *a = x0, b = x0 +* 1 выбрать три пары (Ni, hi) (i = 1, 2, 3) такие, что Ni - натуральные числа, а *hi = (b-a)/Ni*. Для каждого значения *h = hi* (*i = 1, 2, 3*) решить задачи Коши (1) и (2) методом Эйлера, Эйлера – Коши, и Рунге – Кутта на отрезке *a, b*. Построить соответствующие лома- ные Эйлера. Найти уточненные по Ричардсону решения. Оценить погрешности двумя способами: а) по формуле Рунге – Ромберга, б) с помощью точ- ного решения.
3. Выполнить задание, аналогичное 3, для *a = x0, b = x0 + 10*.
4. Решить методом Эйлера и Рунге – Кутта задачу Коши для системы двух дифференциальных уравнений первого порядка. Оценить погрешности по формулам Рунге – Ромберга и сравнить полученные результаты с точным решением.
5. Решить методом Рунге – Кутта с точностью ****** задачу Коши для нелинейного дифференциального уравнения третьего или четвертого порядка для нескольких значений ***.***
6. Решить задачи Коши из предыдущих заданий с помощью пакетов Mathcad и Mathlab.

Часть 2

1. Методом Фельберга решить задачу Коши для системы дифференциальных уравнений с переменным шагом, используя пакет Mathlab или исход- ный модуль библиотеки Numerical Recipes (файл odeintfor).
2. Оценить эффективность применения каждого из методов по количеству вызовов правой части системы дифференциальных уравнений, оценить погрешность решения по формуле Рунге-Ромберга для одной из компонент решения.
3. Исследовать систему дифференциальных уравнений на жесткость; если система жесткая, то использовать для ее решения пакет Mathlab или биб- лиотеку IMSL на основе Visual Fortran (модули IVPAG/DIVPAG). Сравнить эффективность их применения по сравнению с описанными выше метода- ми.

*Примечание.* Задачи Коши для заданий из частей 1 и 2 можно найти в рекомендованной литературе. Выбранные дифференциальные уравнения и системы должны быть утверждены руководителем курсовой работы не позднее чем через 5 дней после выдачи заданий.

**Вопросы** по теме ***"Численные методы решения дифференциальных уравнений"***

1. В чем состоит метод Эйлера?
2. Что такое шаг вычислений?
3. В чем состоит задача Коши?
4. Сформулировать теорему существования и единственности.
5. Какая функция называется решением задачи Коши?
6. Что такое ломаная Эйлера?
7. Что такое интегральная кривая?
8. Что такое погрешность метода?
9. Что такое ошибки округления?
10. Что такое ошибки дискретизации?
11. Какой метод называется сходящимся?
12. Объясните геометрический смысл метода Эйлера.
13. В чем состоит метод Эйлера-Коши с итерациями?
14. Каковы недостатки метода Эйлера?
15. Почему метод Эйлера называется методом первого порядка?
16. Что вы знаете о методе Рунге-Кутта?
17. Знаете ли вы другие численные методы? Какие?
18. Метод Адамса.
19. Формулы Рунге-Ромберга и уточнения по Ричардсону.
20. В чем состоит явление жесткости для дифференциальных уравнений?
21. Для решения каких задач целесообразно применять метод Фельберга?
22. Какие численные методы решения дифференциаль-ных уравнений называются асимптотически устойчивыми

**Типовые задания** по теме **“*Кубические сплайны*”**

1. Написать и проверить на тестовых примерах программы для вычисления кубических сплайнов при различных краевых условиях:

*П1*: *s*(*a*) = 0, *s*(*b*) = 0, *П2*: *s*(*a*) *= f*(*a*)*, s*(*b*) = *f*(*b*), *П3*: *s* (*a*) *= f*(*a*)*, s* (*b*) *= f*(*b*)*.*

1. Написать алгоритмы главных частей программ П1 – П2.
   1. Выбрать функции *f*(*x*) и *g*(*x*), например *f*(*x*) = cos(8*x*) и *g*(*x*) = ln(5*x*), на отрезке [*a*; *b*]; функция *y*(*x*) задана таблицей вида:

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *x*i | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| *y*i | 17 | 12 | 10 | 4 | 23 | 6 |

* 1. Найти сплайны для функции *f*(*x*) на отрезке [*a*; *b*] при различных краевых условиях. Рассмотреть случаи n = 3, 6, 9. Для каждого из случаев вычис- лить:

*d*  *f* , *s*  max

1*k* *n*

*f* *zk*  *s**zk*  , где *z*k = (*x*k + *x*k-1)/2. Построить графики функции *f(x)* и сплайнов на отрезке [*a*; *b*].

* 1. Выполнить задание 3.3 для функции *g(x)*.
  2. Найти интерполяционные кубические сплайны для функции *y(x),* заданной таблицей, при различных краевых условиях. Построить графики функ- ции *y(x)* и найденных сплайнов.

**Вопросы по теме “*Кубические сплайны*”**

1. Теорема о существовании и единственности интерполяционного кубического сплайна.
2. Вычисление интерполяционного кубического сплайна при краевых условиях 1 рода.
3. Вычисление интерполяционного кубического сплайна при краевых условиях 2 рода.
4. Вычисление интерполяционного кубического сплайна при краевых условиях 3 рода.
5. Вычисление интерполяционного кубического сплайна при краевых условиях 4 рода.
6. Вычисление интерполяционного кубического сплайна при краевых условиях 5 рода.
7. Экстремальное свойство кубических сплайнов.
8. В-сплайны: определение и методы вычисления.
9. Пространства сплайнов.
10. Вычисление интерполяционного кубического сплайна с помощью В-сплайнов.

**Типовые задания** по теме ***«Вычисление собственных значений и соответствующих собственных векторов*»**

1. Написать и проверить на тестовых примерах программы:

*П1*: Вычисление наибольшего по модулю собственного значения и соответствующего собственного вектора степенным методом по данному алго- ритму и по модифицированному алгоритму.

*П2*: Вычисление первого собственного значения и соответствующего собственного вектора методом скалярных произведений.

*П3*: Вычисление второго собственного значения и соответствующего собственного вектора методом скалярных произведений.

1. Написать алгоритмы главных частей программ *П1 – П3*.
2. Написать матрицы **А** и **В** для своего варианта (по согласованию с преподавателем).
3. Проверить аналитически, что наибольшие по модулю собственные значения матриц **А** и **В** не являются кратными, и найти соответствующие собст- венные векторы.
4. С помощью *П1* найти с точностью * = 10-4* наибольшее по модулю собственные значения матриц **А** и **В**, а также соответствующие им собственные

векторы. Провести вычисления для двух различных значений начального приближения

1. С помощью *П2* и *П3* найти с точностью  *= 10-5* все собственные значения матрицы **В**.

*x*0 .

1. Вычислить с точностью  *= 10-3* все собственные значения симметричной матрицы **С** четвертого порядка, все элементы которой отличны от нуля. Матрица **С** должна быть выбрана так, чтобы она удовлетворяла условию диагонального преобладания по срокам.

**Вопросы** по теме ***«Вычисление собственных значений и соответствующих собственных векторов*».**

* 1. Понятия собственного значения и характеристического уравнения матрицы.
  2. Какие векторы называются собственными векторами матриц? Верно ли, что любому собственному значению матрицы **А** соответствует беско- нечно много собственных векторов этой матрицы?
  3. Как связаны собственные значения матрицы **А** с еѐ следом?
  4. Верно ли, что если все собственные значения матрицы **А** вещественны, то матрица **А** симметричная? Справедливо ли обратное утверждение?
  5. Верно ли, что если собственные значения матрицы **А** положительны, то матрица **А** положительно определенная? Справедливо ли обратное ут- верждение?
  6. Для решения какой задачи предназначен степенной метод?
  7. Написать формулы, лежащие в основе степенного метода?
  8. С какой скоростью сходится степенной метод?
  9. Алгоритм степенного метода.
  10. Написать формулы, лежащие в основе метода скалярных произведений.
  11. С какой скоростью сходится метод скалярных произведений?
  12. Верно ли, что для любой симметричной матрицы метод скалярных произведений сходится быстрее степенного метода?
  13. Алгоритм метода скалярных произведений для вычисления первого собственного значения.
  14. Алгоритм метода скалярных произведений для вычисления второго собственного значения.

**Общие типовые вопросы** для оценки качества программы практики:

* + 1. Основные теоретические положения, использованные при выполнении задания.
    2. Программное обеспечение, примененное для решения поставленной задачи.
    3. Способы улучшения быстродействия разработанной программы.
    4. Способы повышения эффективности разработанного или использованного алгоритма.
    5. Сложности, возникавшие при отладке и тестировании программы.
    6. Степень использования коллективного труда при написании и отладке программы.
    7. Степень соответствия полученных результатов теоретическим данным.

# Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной практики

**а) основная литература:**

1. Бахвалов Н. С., Жидков Н. П., Кобельков Г. М. Численные методы. – М.: Лаборатория Базовых Знаний, 2008.
2. Коротаев М.В., Правикова Н.В., Аплеталин А.В. Информационные технологии в геологии: Учебное пособие для вузов.- М.: КДУ, 2012
3. Структура и интерпретация компьютерных программ. Абельсон Х. и др. Добросвет, КДУ, 2012.

# б) дополнительная литература:

* 1. Калиткин Н.Н. Численные методы. – М .: Наука, 2001.
  2. Коллатц Л., Альбрехт Ю. Задачи по прикладной математике. – М.: Мир, 1987.
  3. Рябенький В.С. Введение в вычислительную математику. – М.: Физматлит, 2000.
  4. Сборник задач по математике для вузов. Под ред. А. В. Ефимова, В. П. Демидовича. – М.: Наука, 1981.
  5. Сборник задач по методам вычислений. Под ред. П. И. Монастырского. – М.: Наука, 1994.
  6. Тихонов А. Н., Костомаров Д. П. Вводные лекции по прикладной математике. – М.: Наука, 2004.
  7. Деммель Дж. Вычислительная линейная алгебра. М., Мир, 2001.
  8. Волков Е. А. Численные методы. – М .: Наука, 2001.

# в) электронные и Интернет- ресурсы:

1. ЭБС ЛАНЬ <http://e.lanbook.com/>
2. ЭБС КДУ <https://mgri-rggru.bibliotech.ru/>
3. Официальный сайт МГРИ-РГГРУ. Раздел: Учебные фонды - Учебно-методическое обеспечение <http://mgri-rggru.ru/fondi/libraries>
4. [http://www.pascalabc.net](http://www.pascalabc.net/)

# 9. Материально-техническая база для обеспечения второй учебной практики

Техническое обеспечение второй учебной практики поддерживается оборудованием ***лабораторий математического моделирования*** (15 ком- пьютеров, 28 посадочных мест) и ***компьютерных средств обучения*** (15 компьютеров, 26 посадочных мест) при кафедре математики МГРИ – РГГРУ. Допускается использование персональных ноутбуков.

## Перечень программного обеспечения:

* + операционная система Microsoft Windows 7 или выше,
  + пакет офисного ПО MS Office,
  + среда разработки программного обеспечения MS Visual Studio Express Edition 10 или выше,
  + пакет программного обеспечения РТС Mathcad Express.
  + пакет программного обеспечения PascalABC.NET

Все разделы дисциплины сопровождаются дополнительным программным обеспечением (обучающие программы, внутренние тесты), разрабо- танным лабораторией математического моделирования и лабораторией ***компьютерных средств обучения*** при кафедре математики.

# Программа составлена в полном соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом ВО по направлению подготовки 01.03.04 «Прикладная математика» (уровень бакалавриата).

Разработчик: д.ф.-м.н., профессор М.Н. Юдин