Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 17.10.2023 15:13:02
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ

Декан транспортного факультета

_____ /М.Н. Лукьянов/

«_16_»_____02_____2023 г.

# РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

## «Численные методы»

Направление подготовки
**23.05.01 «Наземные транспортно – технологические средства»**

Профиль
**«Перспективные автомобили и электромобили»**

Квалификация (степень) выпускника:
**Инженер**

Форма обучения
**Очная**

Москва 2023 г.

Программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки специалистов 23.05.01 «Наземные транспортно – технологические средства». Профиль «Перспективные автомобили и электромобили».

Программу составил:
доц., к.ф-м.н. / Е.А.Коган /

Согласовано:

Заведующий кафедрой,
д.т.н., профессор  А.В. Келлер

## 1. Цели освоения дисциплины

К **основным целям** освоения дисциплины «Численные методы» следует отнести:

- воспитание у студентов общей математической культуры;
- приобретение студентами широкого круга математических знаний, умений и навыков;
- развитие способности студентов к индуктивному и дедуктивному мышлению наряду с развитием математической интуиции;
- умение студентами развивать навыки самостоятельного изучения учебной и научной литературы, содержащей математические сведения и результаты;
- подготовку студентов к деятельности в соответствии с квалификационной характеристикой инженера по направлению, в том числе формирование умений использовать освоенные математические методы в профессиональной деятельности.

К **основным задачам** освоения дисциплины «Численные методы» следует отнести:

- освоение студентами основных понятий, методов, формирующих общую математическую подготовку, необходимую для успешного решения прикладных задач;
- формирование у студента требуемого набора компетенций, соответствующих его направлению подготовки и обеспечивающих его конкурентоспособность на рынке труда.

## 2. Место дисциплины в структуре ООП специалитета

Дисциплина «Численные методы» относится к обязательной части блока дисциплин Б1. Ее изучение обеспечивает изучение дисциплин:

- физика;
- теоретическая механика;
- сопротивление материалов;
- надежность механических систем.

## 3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения дисциплины у обучающихся формируются следующие компетенции и должны быть достигнуты следующие результаты обучения как этап формирования соответствующих компетенций:

| Код компетенции | В результате освоения образовательной программы обучающийся должен об- | Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине |
|---|---|---|

| | ладать | |
|---|---|---|
| ОПК-2 Способен решать профессиональные задачи с использованием методов, способов и средств получения, хранения и переработки информации; использовать информационные и цифровые технологии в профессиональной деятельности | ИОПК-2.1. Знает методы, способы и возможности преобразования данных в информацию;<br>ИОПК-2.2. Умеет работать в качестве пользователя персонального компьютера;<br>ИОПК-2.3. Владеет методами анализа и обобщения результатов расчетов. | **знать:**<br>• актуальные проблемы современного научного и технического развития, философские проблемы саморазвития и самореализации человека в области математики и технических наук<br>**уметь:**<br>• абстрактно мыслить, обобщать, систематизировать и анализировать полученную информацию<br>**владеть:**<br>• на основе освоения основных положений, законов и методов вычислительной математики владеть способностью к самообразованию и использованию в практической деятельности новых знаний и умений |

## 4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет **3** зачетные единиц, т.е. **108** академических часов (из них **54** часа – самостоятельная работа студентов).

Разделы дисциплины «Численные методы» изучаются на 3 курсе в 5 семестре.

При этом на лекции отводится **36** часов (**2** часа в неделю), на практические занятия отводится **18** часов (**1** час в неделю), на самостоятельную работу – **54** часа.

Структура и содержание дисциплины «Численные методы» по срокам и видам работы отражены в Приложении 1.

### Содержание разделов дисциплины

**Раздел. Численные методы решения различных математических задач**

**Тема 1.** Вычисление функций, абсолютные и относительные погрешности их вычисления. Вычисление определенных интегралов. Квадратурные формулы средних прямоугольников, трапеций, Симпсона.

**Тема 2.** Численное решение нелинейных уравнений. Методы последовательного уточнения значения корня (итераций, Ньютона) и деления отрезка пополам. Оценка погрешности решения.

**Тема 3.** Решение систем линейных алгебраических уравнений. Метод Гаусса. Итерационные методы решения.

**Тема 4.** Интерполирование таблично заданных функций. Линейная интерполяция. Интерполяционный полином Лагранжа. Кубические сплайны.

**Тема 5.** Аппроксимация таблично заданных функций методом наименьших квадратов.

**Раздел «Численные методы решения дифференциальных уравнений»**

**Тема 6.** Решение задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений первого порядка. Метод Эйлера, модифицированный метод Эйлера, метод Рунге-Кутта. Решение задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений высших порядков и нормальных систем обыкновенных дифференциальных уравнений.

**Тема 7.** Краевые задачи для дифференциальных уравнений Метод стрельбы. Конечно – разностные аппроксимации производных. Метод прогонки решения разностных уравнений.

**Тема 8.** Решение уравнений в частных производных методом сеток.

## 5. Образовательные технологии, применяемые при освоении дисциплины

Методика преподавания дисциплины «Численные методы» и реализация компетентностного подхода в изложении и восприятии материала предусматривают использование следующих активных и интерактивных форм проведения групповых, индивидуальных, аудиторных занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся:

– защита и индивидуальное обсуждение выполняемых этапов расчетно-графических работ;

- привлечение лучших студентов к консультированию отстающих.

– проведение интерактивных занятий по процедуре подготовки к интернет-тестированию на сайтах: *i-exam.ru, fepo.ru;*

– использование интерактивных форм текущего контроля в форме аудиторного и внеаудиторного интернет-тестирования;

итоговый контроль состоит в устном зачете и экзамене по численным методам с учетом результатов выполнения самостоятельных работ.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, определен главной целью образовательной программы, особенностью контингента обучающихся и содержанием дисциплины «Численные методы» и в целом по дисциплине составляет 50% аудиторных занятий. Занятия лекционного типа составляют 67 % от объема аудиторных занятий.

## 6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

В процессе обучения на третьем курсе используются следующие оценочные формы самостоятельной работы студентов, оценочные средства текущего контроля успеваемости и промежуточных аттестаций:

**- две расчетно-графические работы**

**Расчетно-графическая работа №1**

Краткое содержание работы:

Численное решение типовых инженерных задач: вычисление определенных интегралов, решение нелинейных уравнений, решение систем линейных алгебраических уравнений, решение задач интерполяции и аппроксимации функций.

**Расчетно-графическая работа №2**

Краткое содержание работы:
Численное интегрирование обыкновенных дифференциальных уравнений первого порядка и систем обыкновенных дифференциальных уравнений.

Оценочные средства текущего контроля успеваемости включают контрольные вопросы и задания в форме бланкового тестирования для контроля освоения обучающимися разделов дисциплины, прием РГР.

Образцы тестовых заданий, заданий РГР, контрольных вопросов и заданий для проведения текущего контроля, билетов к зачету приведены в Приложении 2.

## 6.1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине «Численные методы»

6.1.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции

| Код Компетенции | В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать |
|---|---|
| ОПК-2 | Способен решать профессиональные задачи с использованием методов, способов и средств получения, хранения и переработки информации; использовать ин-формационные и цифровые техно-логии в профессиональной деятельности |

В процессе освоения образовательной программы данные компетенции, в том числе их отдельные компоненты, формируются поэтапно в ходе освоения обучающимися дисциплин (модулей), практик в соответствии с учебным планом и календарным графиком учебного процесса.

### 6.1.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, формируемых по итогам освоения дисциплины, описание шкал оценивания

Показателем оценивания компетенций на различных этапах их формирования является достижение обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине.

**ОПК-2 Способен решать профессиональные задачи с использованием методов, способов и средств получения, хранения и переработки информации; использовать информационные и цифровые**

| **техно-логии в профессиональной деятельности** | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Показатель** | **Критерии оценивания** | | | |
| | **2** | **3** | **4** | **5** |
| **знать:** актуальные проблемы современного научного и технического развития, философские проблемы саморазвития и самореализации человека в области математики и технических наук | Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие знаний контролируемых разделов математики: не способен аргументированно и последовательно излагать материал, неправильно отвечает на дополнительные вопросы или затрудняется с ответом | Обучающийся демонстрирует неполное соответствие знаний программе: допускаются ошибки, проявляется недостаточное, поверхностное знание теории, сути методов. Для получения правильного ответа требуются уточняющие вопросы. | Обучающийся демонстрирует достаточно глубокие знания контролируемых разделов дисциплины, отвечает на все вопросы, в том числе дополнительные. В то же время при ответе допускает несущественные погрешности или дает недостаточно полные ответы | Обучающийся демонстрирует полное соответствие знаний программе дисциплины, логично и аргументированно отвечает на все вопросы, в том числе дополнительные, показывает высокий уровень теоретической подготовки |
| **уметь:** абстрактно мыслить, обобщать, систематизировать и анализировать полученную информацию | Обучающийся показывает недостаточное умение применять теорию к решению предлагаемых задач, допускает грубые ошибки при решении задач или вообще решения задач отсутствуют, неправильно отвечает на дополнительные вопросы, связанные с изучавшимися в курсе математическими методами и моделями или затрудняется с ответом | Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: решение задач, умение пользоваться различными математическими методами. В решении задач могут содержаться грубые ошибки, проявляется недостаточное умение применять теорию к решению предлагаемых задач. | Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: применять теоретические методы к решению задач. Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при решении задач, не влияющие на общий ход решения | Обучающийся демонстрирует умение применять теорию к решению предлагаемых задач, правильно и полно строить решения математических задач. Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности. |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **владеть:** на основе освоения основных положений, законов и методов вычислительной математики владеть способностью к самообразованию и использованию в практической деятельности новых знаний и умений | Обучающийся не владеет или в совершенно недостаточной степени владеет навыками применения теоретического аппарата и различных математических методов к решению задач | Обучающийся владеет математическими методами в неполном объеме, допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность владения математической техникой, испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях. | Обучающийся частично владеет различными численными методами, навыки освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации. | Обучающийся в полном объеме владеет различными численными методами, свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности. |

Шкала оценивания результатов промежуточной аттестации и её описание:

**Форма промежуточной аттестации: экзамен.**

Промежуточная аттестация обучающихся в форме экзамена проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине, при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

| Шкала оценивания | Описание |
|---|---|
| Отлично | Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков показателям, приведенным в таблицах, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при переносе знаний и умений на новые, нестандартные задачи. |
| Хорошо | Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков показателям, приведенным в таблицах, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками. В то же время при ответе допускает несущественные погрешности, задачи решает с недочетами, не влияющими на общий ход решения. |

| | |
|---|---|
| Удовлетворительно | Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков показателям, приведенным в таблицах, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками. Но показывает неглубокие знания, при ответе не допускает грубых ошибок или противоречий, однако в формулировании ответа отсутствует должная связь между анализом, аргументацией и выводами, в решении задач могут содержаться грубые ошибки. Для получения правильного ответа требуются уточняющие вопросы. |
| Неудовлетворительно | Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков показателям, приведенным в таблицах, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями. |

**Фонды оценочных средств представлены в приложении 2 к рабочей программе.**

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### а) основная литература:


1. Бойков С.Н., Бойкова Г.В., Коган Е.А. Математика. Численные методы. М.: Изд-во «ВИПО, 2017. 74 с.
2. Лопаницын Е.А., Фролов А.Б., Блохина В.Ф. Численные методы. Расчеты в среде MATLAB элементов автомобильных конструкций. М.: МАМИ, 2013.
3. Берков Н.А., Миносцев В.Б., Пушкарь Е.А. Курс математики для технических высших учебных заведений. Учебное пособие. Часть3. М.: МГИУ, 2012. https://e.lanbook.com/


### б) дополнительная литература:


1. Балакирев Ю.Г. Численные методы. Расчеты в MICROSOFT EXCEL 2000 при исследовании автомобильных конструкций. Конспект лекций. М.: МГТУ «МАМИ», 2007.
2. Киреев В.И., Пантелеев А.В. Численные методы в примерах и задачах. М.: Высшая школа, 2004.
3. Пирумов У.Г. Численные методы, 2-е изд. М.: Дрофа, 2003. 224 с.


### в) программное обеспечение и интернет-ресурсы:

Компьютерные классы университета.

Интернет-ресурсы включают учебно-методические материалы в электронном виде, представленные на сайте mospolytech.ru в разделе: «Центр математического образования» (*http://mospolytech.ru/index.php?id=4486*);

Варианты контрольных заданий по дисциплине представлены на сайтах: *http://i-exam.ru, http:// fepo.ru*.

Полезные учебно-методические и информационные материалы представлены на сайтах:

*http://exponenta.ru*,
*http://eqworld.ipmnet.ru/ru/info/mathwebs.htm*.

**г) электронно-образовательные ресурсы**

ЭОР находится в разработке.

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Материально – техническая база университета обеспечивает проведение всех видов занятий, предусмотренных учебным планом и соответствует действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам.
Для проведения учебных занятий используются:
- лекционные аудитории и аудитории для проведения практических занятий, в том числе, оснащенные мультимедийным оборудованием для проведения аудиторных занятий (проектор, ноутбук, микрофон и т.д.);
- для работы со специализированным программным обеспечением во время интерактивных практических занятий имеются компьютерные классы университета.

## 9. Методические рекомендации для самостоятельной работы студентов

### Раздел: численные методы

В настоящее время численные методы являются самым распространенным и эффективным средством решения различных научно – технических проблем.

В данном разделе курса рассматриваются основные численные методы решения типовых прикладных задач. К ним относятся: вычисление определенных интегралов, решение нелинейных уравнений, решение систем линейных алгебраических уравнений, решение задач интерполяции и аппроксимации таблично заданных функций, решение обыкновенных дифференциальных уравнений первого и высших порядков и систем. Для их решения применяются различные стандартные программы, которые для студента являются своеобразным «черным ящиком», так как для обращения к стандартной программе достаточно лишь ввести исходные данные, а как получается результат, остается неясным. Поэтому в курсе надо обратить особое внимание на понимание сущности применяемых методов и алгоритмов, так как зачастую интерпретация результатов расчетов нетривиальна и требует знания особенностей применяемых методов.

При численном решении задачи важно установить, существует ли решение, единственно ли оно и как оно зависит от исходных данных. Если задача поставлена корректно, то она разрешима при любых допустимых входных данных и решение непрерывно зависит от исходных данных, то есть малому их изменению соответствует малое изменение решения.

Для каждой из перечисленных выше типовых задач в курсе излагаются различные численные методы и алгоритмы. Так, при решении нелинейных уравнений после отделения промежутка, на котором расположен корень уравнения, возможно применение итерационных методов последовательного уточнения начального приближенного значения корня (метод простых итераций, метод Ньютона и др.) и методов сужения выделенного отрезка (метод деления отрезка пополам, метод хорд).

Аналогично, при решении систем линейных алгебраических уравнений даже при применении точных численных методов (позволяющих получить решение с помощью конечного числа арифметических операций), например, метода Гаусса, величина погрешности решения зависит от как от длины разрядной сетки, используемой в процессе вычислений, так и от обусловленности матрицы системы (то есть от степени ее чувствительности к накоплению ошибок округления в процессе преобразований на этапе приведения системы к треугольному виду). Итерационные методы решения систем линейных алгебраических уравнений обладают высокой эффективностью, но их применение связано с рядом ограничений, налагаемых на свойства матрицы системы.

Численные методы решения дифференциальных уравнений являются наиболее мощными и универсальными методами, позволяющими получить решения, когда традиционные классические аналитические и приближенные методы неприменимы. Среди них одним из важнейших является метод конечных разностей. Он основывается на замене непрерывной области определения решения дискретным множеством точек, называемом сеткой; на замене непрерывных функций дискретными; на замене производных в уравнении конечными разностями. В результате вместо дифференциального уравнения получается конечно-разностное уравнение, определенное в узлах разностной сетки. Решение его сводится к отысканию значений сеточной функции в узлах сетки.

Студент в процессе освоения курса должен осмыслить, что из множества алгоритмов надо выбирать те, использование которых в условиях конкретной задачи позволит получить надежный результат с требуемой точностью.

## 10. Методические рекомендации для преподавателя

Прежде всего, следует обратить внимание студентов на то, что практически весь изучаемый ими материал является для них новым, не изучавшимся в программе средней школы. Однако он не требует какой-либо специальной (дополнительной) подготовки и вполне может быть успешно изучен, если студен-

ты будут посещать занятия, своевременно выполнять домашние задания и пользоваться (при необходимости) системой плановых консультаций в течение каждого семестра. Вошедшие в курс численных методов разделы являются классическими, в то же время они практически ориентированы, так как имеют широкое распространение для решения разного рода задач внутри самой математики и прикладных задач. Их освоение поможет студентам логически верно, аргументировано и ясно строить устную и письменную речь, успешно применять накопленные знания для решения, прежде всего, стандартных задач в профессиональной сфере деятельности.

Необходимо с самого начала занятий рекомендовать студентам основную и дополнительную литературу, а в конце семестра дать список вопросов для подготовки к экзамену.

На первом занятии по дисциплине обязательно проинформировать студентов о виде и форме промежуточной аттестации по дисциплине, сроках её проведения, условиях допуска к промежуточной аттестации, применяемых видах промежуточного контроля.

Соображения и рекомендации, приведенные в п. 9 рабочей программы для студентов, должны быть четко сформулированы и изложены именно преподавателем на лекциях, практических занятиях и консультациях.

Изложение теоретического материала должно сопровождаться иллюстративными примерами, тщательно отобранными преподавателем так, чтобы технические трудности и выкладки при решении задачи не отвлекали от главного: осмысления идеи и сути применяемых методов. Следует всегда указывать примеры практического применения рассмотренных на занятиях уравнений и формул.

Практические занятия должны быть организованы преподавателем таким образом, чтобы оставалось время на периодическое выполнение студентами небольшой самостоятельной работы в аудитории для проверки усвоения изложенного материала.

Преподаватель, ведущий практические занятия, должен согласовывать учебно – тематический план занятий с лектором, использовать единую систему обозначений.

Преподавателю следует добиваться систематической непрерывной работы студентов в течение семестра, необходимо выявлять сильных студентов и привлекать их к научной работе, к участию в разного рода олимпиадах и конкурсах.

Студент должен ощущать заинтересованность преподавателя в достижении конечного результата: в приобретении обучающимися прочных знаний, умений и владения накопленной информацией для решения задач в профессиональной деятельности.

*Приложение 1*

**Структура и содержание дисциплины «Численные методы»**

Направление подготовки

**23.05.01 «Наземные транспортно – технологические средства»**

Профиль

**«Перспективные автомобили и электромобили»**

Квалификация (степень) выпускника:

**Инженер**

Очная форма обучения

| n/n | Раздел | Семестр | Неделя Семестра | Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов, и трудоемкость в часах | | | | | Виды самостоятельной работы Студентов | | | | | Формы аттестации | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Л | П/С | Лаб | СРС | КСР | К.Р. | К.П. | РГР | Реферат | К/р | Э | З |
| **Пятый семестр** | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | **Раздел 4. Численные методы** Погрешность вычислений и её виды. Методы приближенного вычисления определенных интегралов Оценка погрешности | 5 | 1 | 4 | 2 | | 6 | | | | | | | | |
| 2 | Вычисление определенных интегралов с помощью формул прямоугольников, и трапеций и Симпсона. Выдача РГР №1 | 5 | 3 | 4 | 2 | | *6* | | | | + | | | | |
| 3 | Численные методы решения нелинейных алгебраических уравнений. Оценка погрешности решения | 5 | 5 | 4 | 2 | | *6* | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 4 | Решение нелинейных алгебраических уравнений методами половинного деления и Ньютона. | 5 | 7 | 4 | 2 | | 6 | | | | | | | | |
| 5 | Решение нелинейных алгебраических уравнений методами половинного деления и Ньютона. | 5 | 9 | 4 | 2 | | 6 | | | | | | | | |
| 6 | Решение систем линейных алгебраических уравнений методом Гаусса. Механизм накопления погрешности. | 5 | 11 | 4 | 2 | | 6 | | | | | | | | |
| 7 | Задачи интерполяции и аппроксимации таблично заданных функций одной переменной | 5 | 13 | 4 | 2 | | 6 | | | | | | | | |
| 8 | Численное решение задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений 1-го порядка. | 5 | 15 | 4 | 2 | | 6 | | | | + | | | | |
| 9 | Численное решение задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений n-го порядка и систем | 5 | 17 | 4 | 2 | | 6 | | | | | | | | |
| | **Форма аттестации** | | **19-21** | | | | | | | | | | | **Э** | |
| | **Всего часов по дисциплине в пятом семестре.** | | | **36** | **18** | | **54** | | | | **2 РГР** | | | | |

Приложение 2

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
**«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**
**(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)**

Направление подготовки
**23.05.01 «Наземные транспортно – технологические средства»**
Профиль
**«Перспективные автомобили и электромобили»**
Квалификация (степень) выпускника:
**Инженер**
Форма обучения: очная

Кафедра «Математика»

# ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

**ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

## Численные методы

**Состав: 1. Паспорт фонда оценочных средств**
**2. Описание оценочных средств:**
**- Экзаменационные билеты**
**- Комплекты заданий для контрольных работ**
**- Комплект вопросов**
**- Комплект заданий для выполнения расчетно-графических работ**

**Составители:**
доц., к.ф.-м.н. Коган Е.А.,

Москва, 2023 год

Таблица 1

## ПОКАЗАТЕЛЬ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ

| «Численные методы» | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **ФГОС ВО 23.05.01 «Наземные транспортно – технологические средства»**<br>Профиль **«Перспективные автомобили и электромобили»** | | | | | |
| В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие **общепрофессиональные компетенции**: | | | | | |
| **КОМПЕТЕНЦИИ** | | **Перечень компонентов** | **Технология формирования компетенций** | **Форма оценочного средства**** | **Степени уровней освоения компетенций** |
| **ИНДЕКС** | **ФОРМУЛИРОВКА** | | | | |
| ОПК-2 | Способен решать профессиональные задачи с использованием методов, способов и средств получения, хранения и переработки информации; использовать информационные и цифровые техно-логии в профессиональной деятельности | **знать:**актуальные проблемы современного научного и технического развития, философские проблемы саморазвития и самореализации человека в области математики и технических наук<br>**уметь:**абстрактно мыслить, обобщать, систематизировать и анализировать полученную информацию<br>**владеть:** на основе освоения основных положений, законов и методов вычислительной математики владеть способностью к самообразованию и использованию в практической деятельности новых знаний и умений | лекция, самостоятельная работа, семинарские занятия | УО<br>РГР | **Базовый уровень**<br>**-в**ладеет навыками работы с основными понятиями и методами в рамках дисциплины;<br>- осознает необходимость повышения квалификации и самостоятельно овладевать знаниями в области профессиональной деятельности.<br><br>**Повышенный уровень**<br>-свободно владеет различными численными методами и принципами приобретения, использования и обновления более глубоких математических знаний на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики |

**- Сокращения форм оценочных средств см. в приложении 2 к РП.

**Перечень оценочных средств по дисциплине**
**«Численные методы»**

Таблица 2

| № п/п | Наименование оценочного средства | Краткая характеристика оценочного средства | Представление оценочного средства в ФОС |
|---|---|---|---|
| 1 | Контрольная (самостоятельная) работа (КР) | Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу | Комплект контрольных заданий по вариантам |
| 2 | Расчетно-графическая работа (РГР) | Средство проверки умений применять полученные знания по заранее определенной методике для решения задач или заданий по модулю или дисциплине в целом. | Комплект заданий для выполнения расчетно-графической работы |
| 3 | Устный опрос собеседование, (УО) | Средство контроля, организованное как специальная беседа педагогического работника с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п. | Вопросы по темам/разделам дисциплины |
| 4 | Тест (Т) | Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося. | Фонд тестовых заданий |
| 5 | Билеты к экзамену (ЭБ) | Средство проверки знаний, умений, навыков. Может включать комплекс теоретических вопросов, задач, практических заданий. | Билеты к экзамену. Шкала оценивания и процедура применения. |
| Промежуточная аттестация (ПА) | | Экзамен (Э) | 1) устно (У)<br>2) письменно (П) |

**Оформление и описание оценочных средств**

**1. Экзаменационные билеты**

1.1. Назначение: Используются для проведения промежуточной аттестации по дисциплине "Численные методы".

1.2. Регламент экзамена: - Время на подготовку тезисов ответов - до 45 мин.
- Способ контроля: устные ответы.

1.3. Шкала оценивания:

**"Отлично"**- если студент глубоко и прочно освоил весь материал программы обучения, исчерпывающе, последовательно, грамотно и логически стройно его излагает, не затрудняется с ответом при изменении задания, свободно справляется с задачами и практическими заданиями, правильно обосновывает принятые решения.

**"Хорошо"**- если студент твёрдо знает программный материал, грамотно и по существу его излагает, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических заданий.

**"Удовлетворительно"** - если студент освоил только основной материал программы, но не знает отдельных тем, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки,

нарушает последовательность изложения программного материала и испытывает затруднения в выполнении практических заданий.

**"Неудовлетворительно"** - если студент не знает значительной части программного материала, допускает серьёзные ошибки, с большими затруднениями выполняет практические задания.

Каждое задание экзаменационного билета оценивается отдельно. Общей оценкой является среднее значение, округлённое до целого значения.

1.4. Комплекты экзаменационных билетов включает по каждому разделу 25-30 билетов (хранятся в центре математического образования).

**Типовые варианты билетов прилагаются.**

## ОБРАЗЦЫ БИЛЕТОВ

---

### БИЛЕТ N 1

1. Вычисление определенных интегралов методом прямоугольников.

2. Методом Ньютона решить уравнение $5x^3 - 20x + 3 = 0$ на промежутке $[0;1]$. Выполнить три приближения.

3. Для таблично заданной функции

| | | | |
|---|---|---|---|
| X | 0 | 1 | 2 |
| Y | 1 | 2 | 5 |

построить интерполяционный многочлен Лагранжа и найти его значение при $x = 1{,}5$.

---

### БИЛЕТ N 2

1. Решение нелинейных уравнений методом итераций.

2. Решить систему линейных алгебраических уравнений методом Гаусса с выбором главного элемента по столбцу

$$\begin{cases} 4x_1 - 2x_2 + x_3 = 8, \\ 2x_1 + 5x_2 - x_3 = -5, \\ x_1 + 2x_2 + 4x_3 = 7 \end{cases}$$

3. Вычислить определенный интеграл $\int_0^6 (2x-1)^2 dx$ с шагом $h = 1$ методами трапеций и Симпсона, сравнить с точным решением.

---

## Комплект тестовых заданий (контрольных работ) (Т, КР)

по дисциплине Численные методы

Работа №1

1. Вычислить определенный интеграл $\int_0^4 (2x^2 + 4x - 3)dx$ с шагом $h = 0.5$

   методами трапеций и Симпсона, сравнить с точным решением.

   Найти все лежащие на указанном отрезке корни уравнения с относительной погрешностью 0.0001 с помощью методов, указанных преподавателем.

$$x^4 - 4.3x^3 - 1.29x^2 + 15.1\sin x - 9.84 = 0, \ (0 \le x \le 4).$$

2. Методом половинного деления найти корень уравнения $x^3 - 4x^2 + x + 6 = 0$ на промежутке $[1{,}6;2{,}2]$. Выполнить три приближения.
3. Методом Ньютона найти корень уравнения $x^3 - 4x^2 + x + 6 = 0$ на промежутке $[2{,}4;3{,}2]$. Выполнить три приближения.
4. Методом итераций найти корень уравнения $x^3 - 9x^2 + 26x - 24 = 0$ на промежутке $[3{,}5;4{,}3]$. Выполнить три приближения.
5. Решить систему линейных алгебраических уравнений методом простой итерации и Зейделя. Принять в начальном приближении $x_1 = x_2 = x_3 = 0$. Выполнить два приближения.

$$\begin{cases} 3x_1 - 2x_2 + x_3 = 3, \\ x_1 + 5x_2 - 2x_3 = 9, \\ x_1 - x_2 + 4x_3 = -3 \end{cases}$$

6. Решить систему линейных алгебраических уравнений методом простой итерации. Принять в начальном приближении $x_1 = x_2 = x_3 = 0$. Выполнить три приближения.

$$\begin{cases} 4x_1 - 2x_2 + x_3 = -2, \\ 2x_1 + 4x_2 - x_3 = 3, \\ 2x_1 - 2x_2 + 5x_3 = -5 \end{cases}$$

7. Для таблично заданной функции построить интерполяционный многочлен

| X | -3 | 0 | 1 |
|---|---|---|---|
| y | 3 | 6 | -1 |

Лагранжа и найти его значение при $x = -1$.

8. Построить аппроксимирующий полином $y = a_0 + a_1 x + a_2 x^2$ методом наименьших квадратов для таблично заданной функции

| X | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|
| Y | 5 | 3 | 2 | 2 |

9. Для таблично заданной функции построить интерполяционный многочлен

| X | -1 | 0 | 1 | 2 |
|---|---|---|---|---|
| Y | 2 | 0 | 0 | 1 |

Лагранжа и найти его значение при $x = 0{,}5$.

10. Построить аппроксимирующий полином $y = a_0 + a_1 x + a_2 x^2$ методом наименьших квадратов для таблично заданной функции

| X | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|
| Y | 5 | 3 | 2 | 2 |

Оценка «отлично» выставляется студенту за 90 – 100% правильных ответов,
оценка «хорошо» - за не менее 75% правильных ответов;
оценка «удовлетворительно» - за не менее 50-60% правильных ответов;
оценка «неудовлетворительно» - за менее 50 % правильных ответов.

---

**Комплект вопросов (УО)**

**ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ**

1. Общие требования к численным методам. О погрешностях вычислений.

2. Вычисление определенных интегралов методом прямоугольников.
3. Вычисление определенных интегралов методом трапеций.
4. Вычисление определенных интегралов методом Симпсона.
5. Решение нелинейных уравнений методом итераций.
6. Решение нелинейных уравнений методом Ньютона.
7. Решение нелинейных уравнений методом половинного деления.
8. Решение нелинейных уравнений методом хорд.
9. Решение систем линейных алгебраических уравнений методом Гаусса.
10. Решение систем линейных алгебраических уравнений методом Гаусса с выбором главного элемента.
11. Решение систем линейных алгебраических уравнений методом простой итерации.
12. Решение систем линейных алгебраических уравнений методом Зейделя.
13. Решение систем линейных алгебраических уравнений с использованием приемов симметризации и релаксации.
14. Задача интерполирования табличных функций: постановка, методы интерполирования.
15. Кусочно – линейная интерполяция.
16. Полиномиальная интерполяция.
17. Построение интерполяционного многочлена Лагранжа.
18. Решение задачи интерполирования таблично заданных функций с помо-
19. щью сплайн – интерполяции.
20. Задача аппроксимации таблично заданных функций. Построение аппроксимирующей функции методом наименьших квадратов.
21. Суть одношаговых методов интегрирования обыкновенных дифференциальных уравнений.
22. Метод Эйлера численного интегрирования обыкновенных дифференциальных уравнений первого порядка – рекуррентная формула, геометрическая интерпретация.
23. Усовершенствованный метод Эйлера численного интегрирования обыкновенных дифференциальных уравнений первого порядка – рекуррентная формула, геометрическая интерпретация.
24. Метод Рунге - Кутта численного интегрирования обыкновенных дифференциальных уравнений первого порядка.
25. Сведение задачи Коши для дифференциальных уравнений $n$ - го порядка к нормальной системе дифференциальных уравнений.
26. Решение системы дифференциальных уравнений методом Эйлера.
27. Решение системы дифференциальных уравнений усовершенствованным методом Эйлера.
28. Решение системы дифференциальных уравнений методом Рунге – Кутта.
29. Разностные методы решения дифференциальных уравнений.

---

## Комплект заданий для выполнения расчетно-графических работ (РГР)

по дисциплине Численные методы
(наименование дисциплины)

**№1**. Вычислить определенный интеграл $\int_1^7 (2x^2 - 3x + 4)dx$ с шагом $h = 1$

методами трапеций и Симпсона, сравнить с точным решением.

Вычислить определенный интеграл $\int_0^6 (x-1)^3 dx$ с шагом $h = 1$

методами трапеций и Симпсона, сравнить с точным решением.

**№2.** Найти все лежащие на указанном отрезке корни уравнения с относительной погрешностью 0.0001 с помощью методов, указанных преподавателем.

**Варианты заданий**

1. $\sin \pi x - \sqrt{x} \cos \pi x = 0$, $(0 \le x \le 4)$.

2. $e^{0.25x} \sin x + \cos x = 0$, $(2 \le x \le 10)$.

3. $x \sin x - \cos x = 0$, $(0 \le x \le 4)$.

**№3.** Найти решение системы линейных алгебраических уравнений $\mathbf{Ax} = \mathbf{b}$. Для этого реализовать один из описанных в работе методов. Выбор итерационных методов решения систем должен быть обоснован предварительной проверкой матрицы системы на условие сходимости. В случае применения итерационных методов принять относительную разницу между соседними приближениями вектора решения не более чем 0.000001. Оценить относительную погрешность полученного решения. Матрицу **A** и вектор **b** взять по номеру своего варианта, заменяя значение *n* номером своего варианта.

1–5.
$$\mathbf{A} = \begin{pmatrix} n+5 & 0 & -2 & 1 & 0 \\ 0 & n+5 & 0 & -2 & 1 \\ -2 & 0 & n+5 & 0 & -2 \\ 1 & -2 & 0 & n+5 & 0 \\ 0 & 1 & -2 & 0 & n+5 \end{pmatrix}, \qquad \mathbf{b} = \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ n+5 \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix}.$$

**№4.** Найти решение системы линейных алгебраических уравнений $AX = B$ точным и итерационным методом по согласованию с преподавателем. Оценить абсолютную и относительную погрешность приближенного решения. Матрицу $A$ и вектор $B$ задать в виде

$$\begin{pmatrix} a & b & c & d & e \\ b & a & b & c & d \\ c & b & a & b & c \\ d & c & b & a & b \\ e & d & c & b & a \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ x_4 \\ x_5 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} f \\ f \\ g \\ f \\ f \end{pmatrix}$$

Значения входящих величин взять из таблицы, заменяя значение *n* номером своего варианта.

| Вариант | A | b | c | d | e | f | G |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| №1-№5 | n+5 | 0 | -2 | 0 | 1 | 1 | n+5 |
| №6-№10 | n+5 | 2 | 1 | 0 | 0 | 2 | n+5 |
| №11-№15 | n | 4 | 0 | 0 | 2 | 3 | N |
| №16-№20 | n+5 | 6 | 2 | 1 | 1 | 4 | n+5 |
| №21-№25 | n+5 | 8 | 4 | 2 | 2 | 5 | n+5 |
| №26-№30 | n+5 | 10 | 8 | 3 | 0 | 5 | n+5 |

**№5.** Функцию $y = f(x)$, где $f(x)$ левая часть алгебраического уравнения из задания №2, задать таблично с шагом (5-9 точек) на отрезке поиска корней в указанной работе. Вычислить значения таблично заданной функции с шагом, который в десять раз меньше шага изменения аргумента при табличном задании функции, с помощью двух методов интерполяции. Построить графики ошибок интерполяции.

**№6.** С помощью метода наименьших квадратов найти наилучшую приближающую функцию для таблично заданной функции. В качестве координатных функций использовать полиномы $\varphi_1 = 1, \varphi_2 = x, \ ..., \varphi_{p+1} = x^p$. Вычислить «наименьшие квадраты». Сопоставить полученные результаты с аппроксимацией заданной функциональной зависимости квадратной параболы $\Phi(x) = a_0 + a_1 x + a_2 x^2$

| $x_i$ | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $y(x_i)$ | 0,9 | 1 | 1,1 | 3,5 | 3,7 | 8 | 8,1 | 8,2 | 9 | 8 | 7 |

**№7**. Выполнить численное решение задачи Коши на отрезке $[0,4]$ с шагом 0,1 методом Эйлера и модифицированным методом Эйлера и оценить погрешность вычислений.

$$\begin{cases} y' = 2y + 4x \\ y(0) = 0 \end{cases}$$

**Критерии оценки:**

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если он регулярно в течение семестра представлял решения задач, выполнил полностью все задания и их защитил, ответив на вопросы преподавателя;
- оценка «не зачтено» выставляется студенту, если он нерегулярно в течение семестра представлял решения задач, выполнил задания не полностью или вообще не представлял работы на проверку, допускает существенные неточности в ответах на вопросы преподавателя.