Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 16.10.2023 15:21:40
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a672ea7c3775e49e1f

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждениевысшего образования
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ
Декан Транспортного факультета

П. Итурралде

«31» августа 2020г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Численные методы»

Направление подготовки
1. «Наземные транспортно – технологические средства»

Профиль
«Перспективные транспортные средства»

Квалификация (степень) выпускника:
Инженер

Форма обучения
Очная

Москва 2020 г.

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 вариативной части блока Б1. Ее изучение обеспечивает изучение дисциплин:

В базовой части:

- математика;
- физика;
- информатика и основы программирования;
- теоретическая механика;

В дисциплинах специализации:

- сопротивление материалов;
- надежность механических систем;
- метод конечных элементов;
- прикладная теория колебаний;
- электротехника, электроника и электропривод;
- строительная механика машин;
- конструирование и расчет автомобиля и трактора;

В вариативной части:

- теория автоматического управления;

- динамика и прочность машин;
- термодинамика и теплопередача;

В дисциплинах по выбору:

- методы математического моделирования;
- основы автоматизированного проектирования (Auto CAD, Kompas,Invertor, Solid Works);
- математическое моделирование технических 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 обра-зовательной программы обучающийся должен обла- дать**	**Перечень планируемых результатовобучения по дисциплине**
ОПК-4	способностью к самообразо- ванию и использованию в практической деятельности новых знаний и умений, в томчисле в областях знаний, непосредственно не связан-ных со сферой профессио-нальной деятельности	**знать:** • актуальные проблемы современного научного и технического развития, фило- софские проблемы саморазвития и само- реализации человека в области математи-ки и технических наук **уметь:** • абстрактно мыслить, обобщать, система- тизировать и анализировать полученную информацию **владеть:** • на основе освоения основных положений, законов и методов вычислительной ма- тематики владеть способностью к само- образованию и использованию в практи-ческой деятельности новых знаний и умений

ОПК-7	способностью понимать сущ-ность и значение информациив развитии современного ин-формационного общества, способностью сознавать опасности и угрозы, возника- ющие в этом процессе, спо- собностью соблюдать основ- ные требования информаци-онной безопасности, в том числе защиты государствен-ной тайны	**знать:** • основы численных методов решения ма- тематических задач, необходимые для решения стандартных задач профессио-нальной деятельности **уметь:** • применять математический аппарат с ис- пользованием информационно- коммуникационных технологий для ре- шения на этой основе стандартных задач профессиональной деятельности **владеть:**

		на основе приобретенной информационной и библиографической культуры способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности с применением информационно-коммуникационных технологий

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 втором курсе в третьем 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:

<u>В третьем семестре</u>
- две расчетно-графические

работыРасчетно-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 промежуточнойаттестации обучающихся по дисциплине «Численные методы»

1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессеосвоения образовательной программы.

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции

Код Компетенции	В результате освоения образовательной программы обучающийсядолжен обладать
ОПК-4	способностью к самообразованию и использованию в практической дея-тельности новых знаний и умений, в том числе в областях знаний, непо-средственно не связанных со сферой профессиональной деятельности
ОПК-7	способностью понимать сущность и значение информации в развитии современного информационного общества, способностью сознавать опасности и угрозы, возникающие в этом процессе, способностью со-блюдать основные требования информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны

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.

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-4 способность к самообразованию и использованию в практической деятельности новых знаний и умений, в том числе в областях знаний, непосредственно не связанных со сферой профес-сиональной деятельности				
Показатель	**Критерии оценивания**			
	2	**3**	**4**	**5**

знать: актуальные проблемы со-временного научного и технического развития, фи-лософские проблемы са-моразвития и самореализа-ции человека вобласти мате-матики и тех-нических наук	Обучающийся демон-стрирует полное отсут-ствие или недостаточ-ное соответствие зна-ний контролируемых разделов математики: не способен аргументи-рованно и последова-тельно излагать матери-ал, неправильно отвеча-ет на дополнительные вопросы или затруд-няется с ответом	Обучающийся де-монстрирует непол-ное соответствие знаний программе: допускаются ошиб-ки, проявляется не-достаточное, по-верхностное знаниетеории, сути мето- дов. Для получения правильного ответатребуются уточня- ющие вопросы.	Обучающийс я демонстриру ет достаточно глубокиезнания контролируемых р а з д е л о в д и с ц и п л и - н ы , о т в е ч а е т н а в с е в о п р о с ы , в т о м ч и с л е д о п о л н и т е л ь н ы е . В то же время при от- вете допускает несу- щественные погреш- ности или дает недо- статочно полные от-веты	Обучающий ся демонстрир у- ет полное со-ответствие знаний про-граммедис-циплины, логично и ар-гументиро-ванно отвеча- ет на все во-просы, в том числе допол-нительные, показывает высокий уро- вень теорети-ческой подго-товки

уметь: абстракт но мыслить, обобщать, си- стематизиро- вать и анали- зировать полу-ченную ин-формацию	Обучающийся показы- вает недостаточное умение применять тео- рию к решению предла-гаемых задач, допускаетгрубые ошибки при ре- шении задач или вооб- ще решения задач от- сутствуют, неправильноотвечает на дополни- тельные вопросы, свя- занные с изучавшимися в курсе математически- ми методами и моделя- ми или затрудняется с ответом	Обучающийся де- монстрирует непол-ное соответствие следующих умений:решение задач, уме-ние пользоваться различными мате- матическими мето- дами. В решении за-дач могут содер- жаться грубые ошибки, проявляет-ся недостаточное умение применять теорию к решению предлагаемых задач.	Обучающийся де- монстрирует частич-ное соответствие следующих умений: применять теорети- ческие методы к ре- шению задач. Уме- ния освоены, но до- пускаются незначи- тельные ошибки, не- точности, затрудне- ния при решении за-дач, не влияющие на общий ход решения	Обучающий ся демонстрир у- ет умение применять теорию к ре- шению пред- лагаемых за- дач, правиль- но и полно строить ре- шения мате- матических задач. Сво- бодно опери- рует приобре- тенными уме-ниями, при- меняет их в ситуациях по- вышенной сложности.
владеть: на основе освоения ос- новных поло- жений, законови методов вы- числительной математики владеть спо-	Обучающийся не владе-ет или в совершенно недостаточной степени владеет навыками применения теоретического аппарата и различных математических методов к решению	Обучающийся вла-деет математиче- скими методами в неполном объеме, допускаются значи-тельные ошибки, проявляется недо- статочность владе- ния математической	Обучающийся ча- стично владеет раз- личными численны- ми методами, навыки освоены, но допус- каются незначитель- ные ошибки, неточ- ности, затруднения при аналитических	Обучающий сяв полном объ-еме владеет различными численными методами, свободно применяет полученные

собностью к самообразов а-нию и исполь-зованию в практическо й деятельност и новых знаний и умений	задач	техникой, испыты-вает значительные затруднения при применении навы-ков в новых ситуа-циях.	операциях, переносе умений на новые, не-стандартные ситуа-ции.	навыки в си-туациях по-вышенной сложности.
ОПК-7 способность понимать сущность и значение информации в развитии современного инфор-мационного общества, способностью сознавать опасности и угрозы, возникающие в этом процессе,способностью соблюдать основные требования информационной безопасности, в том числе защи- ты государственной тайны				
знать: основы чис-ленных мето-дов решения математиче-ских задач, не-обходимые длярешения стан-дартных задач профессио-нальной дея-тельности	Обучающийся демон-стрирует полное отсут-ствие или недостаточ-ное соответствие зна-ний контролируемых разделов математики: не способен аргументи-рованно и последова-тельно излагать матери-ал, неправильно отвеча-ет на дополнительные вопросы или затруд-няется с ответом	Обучающийся де-монстрирует непол-ное соответствие знаний программе: допускаются ошиб-ки, проявляется не-достаточное, по-верхностное знаниетеории, сути мето- дов. Для получения правильного ответатребуются уточня- ющие вопросы.	Обучающийс я демонстриру ет достаточно глубокиезнания контролируемых разделов дисципли-ны, отвечает на все вопросы, в том числе дополнительные. Вто же время при от-вете допускает несу-щественные погреш-ности или дает недо-статочно полные от-веты	Обучающий ся демонстрир у- ет полное со-ответствие знаний про-граммедис-циплины, логично и ар-гументиро-ванно отвеча- ет на все во-просы, в том числе допол-нительные, показывает высокий уро- вень теорети-ческой подго-товки

уметь: применять ма-тематический аппарат с ис-пользование информацион - но-коммуника-ционных тех-нологий для решения наэтой основе стандартных задач профес-сиональной де-ятельности	Обучающийся показы-вает недостаточное умение применять тео-рию к решению предла-гаемых задач, допускаетгрубые ошибки при ре- шении задач или вооб- ще решения задач от-сутствуют, неправильноотвечает на дополни- тельные вопросы, свя- занные с изучавшимися в курсе математически- ми методами и моделя-ми или затрудняется с ответом	Обучающийся де-монстрирует непол-ное соответствие следующих умений:решение задач, уме-ние пользоваться различными мате-матическими мето- дами. В решении за-дач могут содер-жаться грубые ошибки, проявляет-ся недостаточное умение применять теорию к решению предлагаемых задач.	Обучающийся де-монстрирует частич-ное соответствие следующих умений: применять теорети- ческие методы к ре-шению задач. Уме-ния освоены, но до- пускаются незначи- тельные ошибки, не-точности, затрудне- ния при решении за-дач, не влияющие на общий ход решения	Обучающий ся демонстрир у- ет умение применять теорию к ре-шению пред-лагаемых за-дач, правиль- но и полно строить ре-шения мате-матических задач. Сво-бодно опери- рует приобре-тенными уме-ниями, при-

				меняет их в ситуациях по-вышенной сложности.
владеть: на основе при-обретенной информацио н-ной и библио-графической культуры спо-собностью ре- шать стандарт-ные задачи профессио-нальной дея-тельности с применением информацио н-но-коммуника-ционных тех-нологий	Обучающийся не владе-ет или в совершенно недостаточной степени владеет навыками применения теоретического аппарата и различных математических методов к решению задач	Обучающийся вла-деет математиче-скими методами в неполном объеме, допускаются значи-тельные ошибки, проявляется недо-статочность владе-ния математической техникой, испыты-вает значительные затруднения при применении навы-ков в новых ситуа-циях.	Обучающийся ча-стично владеет раз-личными численны- ми методами, навыки освоены, но допус-каются незначитель- ные ошибки, неточ-ности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, не-стандартные ситуа-ции.	Обучающий сяв полном объ-еме владеет различными численными методами, свободно применяет полученные навыки в си-туациях по-вышенной 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 «от- лично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

Шкала оценивания	**Описание**

Отлично	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие зна- ний, умений, навыков показателям, приведенным в табли- цах, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложно- сти. При этом могут быть допущены незначительные ошиб- ки, неточности, затруднения при переносе знаний и умений на новые, нестандартные задачи.
Хорошо	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные

	учебным планом. Студент демонстрирует соответствие зна- ний, умений, навыков показателям, приведенным в табли- цах, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками. В то же время при ответе допускает несуще- ственные погрешности, задачи решает с недочетами, не влияющими на общий ход решения.
Удовлетворительно	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие зна- ний, умений, навыков показателям, приведенным в табли- цах, 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 мо- гут содержаться грубые ошибки. Для получения правильно-го ответа требуются уточняющие вопросы.
Неудовлетворительно	Не выполнен один или более видов учебной работы, преду- смотренных учебным планом. Студент демонстрирует не- полное соответствие знаний, умений, навыков показателям, приведенным в таблицах, допускаются значительные ошиб- ки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ря- ду показателей, студент испытывает значительные затруд- нения при оперировании знаниями и умениями.

Фонды оценочных средств представлены в приложении 2 к рабочей программе.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплиныа) 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 техниче-ских 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.

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.

Необходимо, прежде всего, обратить внимание на понятия погрешности и корректности вычислений. При численном решении задач существует 4 источ-

ника погрешностей вычислений: погрешности математической и физической модели, исходных данных, погрешности метода и ошибки округления. Первые два источника погрешностей приводят к так называемой неустранимой погрешности. Погрешность метода обычно выбирают так, чтобы она была не более чем на порядок меньше неустранимой погрешности. Погрешность округлений возникает потому, что вычисления производятся с конечным числом значащих цифр.

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 студенты 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 основнуюи 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 еѐ 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 транспортные средства»

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
									Третий семестр						
1	**Раздел 4. Численные методы** Погрешность вычислений и еѐ виды. Методы приближенного вычисления определенных интегралов Оценка по-грешности	3	1	4	2		6								

2	Вычисление определенных интегралов с помощью формул прямоугольников, и трапеций и Симпсона. Выдача РГР №1	3	3	4	2		*6*				+				
3	Численные методы решения нелиней- ных алгебраических уравнений. Оценка погрешности решения	3	5	4	2		*6*								

4	Решение нелинейных алгебраических уравнений методами половинного деле-ния и Ньютона.	3	7	4	2		6								
5	Решение нелинейных алгебраических уравнений методами половинного деле-ния и Ньютона.	3	9	4	2		6								
6	Решение систем линейных алгебраиче-ских уравнений методом Гаусса. Меха- низм накопления погрешности.	3	11	4	2		6								
7	Задачи интерполяции и аппроксимации таблично заданных функций одной пе-ременной	3	13	4	2		6								
8	Численное решение задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений 1-го порядка.	3	15	4	2		6				+				
9	Численное решение задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений n-го порядка и систем	3	17	4	2		6								
	Форма аттестации		**19 - 21**											**Э**	
	Всего часов по дисциплине в третьем семестре.			**36**	**18**		**54**				**2 РГР**				

Приложение 2

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

Направление подготовки
23.05.01 «Наземные транспортно – технологические средства»
Профиль
«Перспективные транспортные средства»
Квалификация (степень) выпускника:
ИнженерФорма 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 выполнениярасчетно-графических работ

Составители:
доц., к.ф.-м.н. Коган

Е.А.,доц., к.э.н. Бойков

С.Н.

Москва, 2020 год

Таблица 1

ПОКАЗАТЕЛЬ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ

			«Численные методы»		
ФГОС ВО 23.05.01 «Наземные транспортно – технологические средства» Профиль **«Спортивн транспортные средства»**					
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-4	способностью к самообразованию и использованию в практической деятельности новых знаний и умений, в том числе в областях знаний, непосредственно не связанных со сферой профессиональной деятельности	**знать:** • актуальные проблемы современного научного и технического развития, философские проблемы самораз-вития и самореализации человека в области математики и технических наук **уметь:** • абстрактно мыслить, обобщать, систематизировать и анализировать полученную	лекция, самостоятельная работа, семинарские занятия	УО РГР	**Базовый уровень -в**ладеет навыками работы с основными понятиями и методами врамках дисциплины; - осознает необходимость повы- шения квалификации и самостоя-тельно овладевать знаниями в области профессиональной деятель-ности. **Повышенный уровень** -свободно владеет различными численными методами и принци- пами приобретения, использова- ния и обновления более

		информацию **владеть:** • на основе освоения основ-ных положений, законов и методов вычислительной математики владеть спо-собностью к самообразова-нию и использованию в практической деятельности			глубоких математических знаний на основе знания основных положений, за-конов и методов естественныхнаук и математики

		новых знаний и умений			
ОПК -7	способностью пони- мать сущность и зна- чение информации в развитии современного информацио нного об- щества, способность сознавать опасности и угрозы, возникающи е в этом процессе, спо- собностью соблюдать основные требования информацио нной без- опасности, в том числе защиты государствен - ной тайны	**знать:** • основы численных методов решения математических задач, необходимые для решения стандартных задач профессиональн ой деятель- ности **уметь:** • применять математически йаппарат с использование м информационно - коммуникацион ных техно-логий для решения на этойоснове стандартных задач профессиональн ой деятель- ности **владеть:** на основе приобретенной информационно й и библио- графической культуры спо- собностью решать стан- дартные задачи профессио-	лекция, самосто - ятельная работа, семинарс кие за- нятия	УО РГ Р КР Т ЭБ	**Базовый уровень** **-в**ладеет навыками работы с ос- новными понятиями и методами в рамках дисциплины; - осознает необходимость повы- шения квалификации и самостоя- тельно овладевать знаниями в об- ласти профессиональной деятель- ности. **П о в ы ш е н н ы й уровень** -свободно владеет р а з л и ч н ы м и ч и с л е н н ы м и методами и принци- пами приобретения, использова- ния и обновления более г л у б о к и х м а т е м а т и ч е с к и х знаний на основе знания основных п о л о ж е н и й, за- конов и методов естественныхнаук и математики

		нальной деятельности с применением информаци- онно-коммуникационных технологий			

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

Перечень оценочных средств по дисциплине
«Численные методы»

Таблица 2

№ п/п	Наименование оценочного сред-ства	Краткая характеристика оценочногосредства	Представление оценочного средства вФОС
1	Контрольная (самостоятельная) работа (КР)	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу	Комплект контрольных заданийпо вариантам
2	Расчетно-графическая ра-бота (РГР)	Средство проверки умений применять полученные знания по заранее опреде- ленной 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 автоматизиро- вать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.	Фонд тестовых заданий
5	Билеты к экзаме-ну (ЭБ)	Средство проверки знаний, умений,навыков. Может включать комплекс теоретических вопросов, задач, практи-ческих заданий.	Билеты к экзамену. Шкала оценивания и процедура примене-ния.
Промежуточная аттестация (ПА)		Экзамен (Э)	1) устно (У) 2) письменно (П)

Оформление и описание оценочных средств

1. Экзаменационные билеты
(для оценки компетенции ОПК-7)

1. Назначение: Используются для проведения промежуточной аттестации по дисциплине"Численные методы".
2. Регламент экзамена: - Время на подготовку тезисов ответов - до 45 мин.
   - Способ контроля: устные ответы.
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 твѐрдо 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 серьѐзные ошибки, с большими затруднениями выполняет практические задания.

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

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 $5x^3 - 20x + 3 = 0$ на промежутке $[0;1]$. Выполнить уравнениетри приближения.

3. Для таблично заданной функции

X	0	1	2
Y	1	2	5

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

Утверждено на заседании кафедры «Математика» «__»_____2020 г., протокол №

Зав кафедрой «Математика» Г.С. Жукова /_____/

БИЛЕТ N 2

1. Решение нелинейных уравнений методом итераций.
2. Решить систему линейных алгебраических уравнений методом Гаусса с выбором главного элемента по столбцу

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

(верхние индексы 1, 2, 3 — номера переменных)

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

Утверждено на заседании кафедры «Математика» «__»_____2020 г., протокол №

Зав кафедрой «Математика» Г.С. Жукова /_____/

Комплект тестовых заданий (контрольных работ) (Т, КР) (для оценки компетенции ОПК-7)

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 $x_1 = x_2 = x_3 = 0.$ Выполнить
   приближениидва 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)
(для оценки компетенций ОПК-4,

ОПК-7)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 сим-метризации 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 аппрок- симирующей 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 диффе- ренциальных 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 выполнениярасчетно-графических работ (РГР)(для оценки компетенции ОПК-4) 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. $\sin \pi x - x \cos \pi x = 0$, $(0 \le x \le 4)$.

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

№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

$p+1$

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

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 по-

линомы $\varphi_1 = 1, \varphi_2 = x, \ldots, \varphi_p = x^p$. Вычислить «наименьшие квадраты». Сопоставить полу-

ченные 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.