

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Шифр	Наименование дисциплины
Б1.В.08	Численные методы расчета строительных конструкций

Код направления подготовки / специальности	08.04.01
Направление подготовки / специальность	Строительство
Наименование ОПОП (направленность / профиль)	Промышленное и гражданское строительство
Год начала реализации ОПОП	2022
Уровень образования	магистратура
Форма обучения	очная, заочная
Год разработки/обновления	2022

Разработчики:

должность	ученая степень, ученое звание	ФИО
профессор	Д.т.н., доцент	Ахметов В.К.
профессор	Д.т.н., доцент	Мозгалёва М.Л.

Рабочая программа дисциплины разработана и одобрена кафедрой (структурным подразделением) «Информатики и прикладной математики».

Заведующий кафедрой

(руководитель структурного подразделения)

_____/ Сидоров В.Н./

Подпись, ФИО

Рабочая программа утверждена методической комиссией по УГСН, протокол № 1 от «29» августа 2022 г.

Ответственный за ОПОП

_____/ Ларионова К.О./

Председатель МК

_____/ Кабанцев О.В./

Подпись, ФИО

Согласовано:

Начальник ЦРОП

_____/ Агафонова В.В./

1. Цель освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Численные методы расчета строительных конструкций» является формирование уровня освоения компетенций обучающегося в области решения прикладных технических задач.

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 08.04.01. «Строительство».

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, Блока 1 «Дисциплины (модули)» основной профессиональной образовательной программы «Промышленное и гражданское строительство». Дисциплина является обязательной для изучения.

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код и наименование компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции
ПК-4. Способен осуществлять и контролировать выполнение расчётного обоснования проектных решений объектов промышленного и гражданского строительства	ПК-4.1 Выбор исходной информации и нормативно-технических документов для выполнения расчётного обоснования проектных решений объектов промышленного и гражданского строительства
	ПК-4.2 Выбор метода и методики выполнения расчётного обоснования проектного решения объекта промышленного и гражданского строительства, составление расчётной схемы
	ПК-4.3 Выполнение расчетного обоснования проектного решения объекта промышленного и гражданского строительства и документирование его результатов
	ПК-4.4 Оценка соответствия результатов расчетного обоснования объекта строительства требованиям нормативно-технических документов, оценка достоверности результатов расчётного обоснования
	ПК-4.5 Составление аналитического отчета о результатах расчетного обоснования объектов промышленного и гражданского строительства

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
ПК-4.1 Выбор исходной информации и нормативно-технических документов для выполнения расчётного обоснования проектных решений объектов промышленного и гражданского строительства	Знает способы поиска информационных ресурсов для получения информации об актуальном состоянии расчётного обоснования проектных решений объектов промышленного и гражданского строительства и расчета строительных конструкций. Имеет навыки (начального уровня) для выбора исходной информации и нормативно-технических документов, необходимых для решения задач численного расчета и компьютерного моделирования строительных конструкций для выполнения расчётного обоснования проектных решений объектов промышленного и гражданского строительства.

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
ПК-4.2 Выбор метода и методики выполнения расчётного обоснования проектного решения объекта промышленного и гражданского строительства, составление расчётной схемы	Знает численные методы, алгоритмы и вычислительные схемы для выполнения расчётного обоснования проектного решения объекта промышленного и гражданского строительства. Имеет навыки (начального уровня) по численным методам и составлению расчётной схемы строительных конструкций при выполнении обоснования проектного решения объекта промышленного и гражданского строительства.
ПК-4.3 Выполнение расчетного обоснования проектного решения объекта промышленного и гражданского строительства и документирование его результатов	Знает основы алгоритмизации, применения численных методов конечных разностей и конечных элементов, виды граничных условий, способы построения сеток для обоснования проектного решения. Имеет навыки (начального уровня) численной реализации алгоритмов расчета строительных конструкций для объектов промышленного и гражданского строительства и документирования результатов.
ПК-4.4 Оценка соответствия результатов расчетного обоснования объекта строительства требованиям нормативно-технических документов, оценка достоверности результатов расчётного обоснования	Знает преимущества и недостатки современного математического аппарата численного решения задачи расчета строительных конструкций и критерии достоверности результатов расчётного обоснования. Имеет навыки (начального уровня) оценки построения и адекватности применяемых численных методов для расчета строительных конструкций в зависимости от диапазона определяющих параметров задачи.
ПК-4.5 Составление аналитического отчета о результатах расчетного обоснования объектов промышленного и гражданского строительства	Знает требования к оформлению аналитического отчета и представлению результатов расчета модели, программные средства для подготовки отчетных данных. Имеет навыки (начального уровня) по оформлению результатов расчета строительных конструкций с использованием офисных приложений и графических возможностей пакетов прикладных программ

Информация о формировании и контроле результатов обучения представлена в Фонде оценочных средств (Приложение 1).

3. Трудоемкость дисциплины и видов учебных занятий по дисциплине

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачётных единиц (180 академических часов).

(1 зачетная единица соответствует 36 академическим часам)

Видами учебных занятий и работы обучающегося по дисциплине могут являться.

Обозначение	Виды учебных занятий и работы обучающегося
Л	Лекции
ЛР	Лабораторные работы
ПЗ	Практические занятия
КоП	Компьютерный практикум

КРП	Групповые и индивидуальные консультации по курсовым работам (курсовым проектам)
СР	Самостоятельная работа обучающегося в период теоретического обучения
К	Самостоятельная работа обучающегося и контактная работа обучающегося с преподавателем в период промежуточной аттестации

Структура дисциплины:

Форма обучения – очная.

№	Наименование раздела дисциплины	Семестр	Количество часов по видам учебных занятий и работы обучающегося					Формы промежуточной аттестации, текущего контроля успеваемости*
			Л	ПЗ	КоП	СР	Контроль	
1	Численные методы и алгоритмы решения прикладных задач в строительной отрасли. Использование стандартного программного обеспечения.	1	16		16	31	9	<i>Контрольное задание №1 р.1</i>
	Итого 1 семестр:		16		16	31	9	<i>зачет</i>
2	Численные и численно-аналитические методы и алгоритмы решения прикладных задач в строительной отрасли. Использование стандартного программного обеспечения	2	14		14	80		<i>Домашнее задание р.2</i> <i>Контрольное задание №2 р.2</i>
	Итого 2 семестр:		14		14	80		<i>экзамен</i>
	Итого:		30		30	111	9	

Форма обучения – заочная.

№	Наименование раздела дисциплины	Семестр	Количество часов по видам учебных занятий и работы обучающегося					Формы промежуточной аттестации, текущего контроля успеваемости*
			Л	ПЗ	КоП	СР	Контроль	
1	Численные методы и алгоритмы решения прикладных задач в строительной отрасли. Использование стандартного программного обеспечения.	2			4	95	9	<i>Контрольное задание №1 р.1</i>

	Итого 2 семестр:				4	95	9	зачет
2	Численные и численно-аналитические методы и алгоритмы решения прикладных задач в строительной отрасли. Использование стандартного программного обеспечения	3			4	50	18	Домашнее задание р.2 Контрольное задание №2 р.2
	Итого 3 семестр:				4	50	18	экзамен
	Итого:				8	145	27	

4. Содержание дисциплины, структурированное по видам учебных занятий и разделам

При проведении аудиторных учебных занятий предусмотрено проведение текущего контроля успеваемости:

- В рамках компьютерного практикума предусмотрены контрольные задания компьютерного практикума.

4.1 Лекции

Форма обучения – очная.

№	Наименование раздела дисциплины	Тема и содержание лекций
1	Численные методы и алгоритмы решения прикладных задач в строительной отрасли. Использование стандартного программного обеспечения.	1.1. Метод конечных разностей (МКР). Численное решение краевой задачи для ОДУ 2-го порядка на основе МКР. Численное решение задачи о поперечном изгибе балки. 1.2. Численное решение задачи устойчивости сжатого стержня на основе МКР. 1.3. Численное решение краевой задачи для уравнения Пуассона на основе МКР. 1.4. Численное решение задачи Коши (метод Эйлера) о поперечном изгибе консольной балки. 1.5. Численное решение задачи нестационарной теплопроводности на основе МКР. 1.6. Задача линейного программирования 1.7. Метод конечных элементов (МКЭ). Основные определения. 1.8. Основы компьютерного моделирования строительных объектов
2	Численные и численно-аналитические методы и алгоритмы решения прикладных задач в строительной отрасли. Использование стандартного программного обеспечения	2.1. Вычисление функций от матриц. 2.2. Численно-аналитическое решение задачи теплопроводности. 2.3. Численно-аналитическое решение задачи о колебаниях балки при ударе. 2.4. МКЭ на примере решения задачи об изгибе балки на упругом основании. 2.5. Аналитический метод вычисления геометрических характеристик поперечных сечений элементов конструкций.

Форма обучения – заочная.

Не предусмотрено учебным планом.

4.2 *Лабораторные работы*

Не предусмотрено учебным планом.

4.3 *Практические занятия*

Не предусмотрено учебным планом.

4.4 *Компьютерные практикумы*

Форма обучения – очная.

№	Наименование раздела дисциплины	Тема и содержание компьютерного практикума
1	Численные методы и алгоритмы решения прикладных задач в строительной отрасли. Использование стандартного программного обеспечения	1.1. Программная реализация численного решения краевой задачи для ОДУ 2-го порядка на основе МКР. 1.2. Программная реализация численного решения задачи устойчивости сжатого стержня на основе МКР. 1.3. Программная реализация численного решения краевой задачи для уравнения Пуассона на основе МКР. 1.4. Программная реализация численного решения задачи Коши (метод Эйлера) о поперечном изгибе консольной балки. 1.5. Программная реализация численного решения задачи нестационарной теплопроводности на основе МКР. 1.6. Программная реализация численного решения задачи линейного программирования. 1.7. Программная реализация численного решения задачи о поперечном изгибе балки на основе МКЭ. 1.8. Разбор типовой задачи контрольного задания №1.
2	Численные и численно-аналитические методы и алгоритмы решения прикладных задач в строительной отрасли. Использование стандартного программного обеспечения	2.1. Программная реализация вычисления функций от матриц. 2.2. Программная реализация численно-аналитического решения задачи теплопроводности. 2.3. Программная реализация численно-аналитического решения задачи о колебаниях балки при ударе. 2.4. Программная реализация численного решения на основе МКЭ задачи об изгибе балки на упругом основании. 2.5. Программная реализация аналитического метода вычисления геометрических характеристик поперечных сечений элементов конструкций. 2.6. Программная реализация использования стандартных решателей ode45 и ode15s для решения задачи Коши. 2.7. Программная реализация использования стандартного решателя bvp4c для решения краевой задачи. Разбор типовой задачи контрольного задания №2.

Форма обучения – заочная.

№	Наименование раздела дисциплины	Тема и содержание компьютерного практикума
1	Численные методы и алгоритмы решения прикладных задач в	Демонстрация работы программного обеспечения, алгоритма выполнения заданий компьютерного практикума

	строительной отрасли. Использование стандартного программного обеспечения	
2	Численные и численно-аналитические методы и алгоритмы решения прикладных задач в строительной отрасли. Использование стандартного программного обеспечения	Демонстрация работы программного обеспечения, алгоритма выполнения заданий компьютерного практикума

4.5 Групповые и индивидуальные консультации по курсовым работам (курсовым проектам)
Не предусмотрено учебным планом.

4.6 Самостоятельная работа обучающегося в период теоретического обучения

Самостоятельная работа обучающегося в период теоретического обучения включает в себя:

- самостоятельную подготовку к учебным занятиям, включая подготовку к аудиторным формам текущего контроля успеваемости;
- выполнение домашнего задания;
- самостоятельную подготовку к промежуточной аттестации.

Форма обучения – очная.

В таблице указаны темы для самостоятельного изучения обучающимся:

№	Наименование раздела дисциплины	Темы для самостоятельного изучения
1	Численные методы и алгоритмы решения прикладных задач в строительной отрасли. Использование стандартного программного обеспечения	МКЭ на примере решения задачи о поперечном изгибе балки в вариационной постановке, соответствующей дифференциальному уравнению 4-го порядка. Сравнение результатов при использовании стандартных решателей.
2	Численные и численно-аналитические методы и алгоритмы решения прикладных задач в строительной отрасли. Использование стандартного программного обеспечения	Метод граничных элементов (МГЭ). Основные определения. Построение аналитического решения задачи о поперечном изгибе балки на основе (МГЭ). Общий подход к формированию системы уравнений относительно значений неизвестных граничных параметров. Построение аналитического решения краевой задачи для уравнения Пуассона на основе (МГЭ): логарифмический потенциал, потенциал простого слоя, потенциал двойного слоя. Общий подход к формированию системы уравнений относительно значений неизвестной граничной функции.

Форма обучения – заочная.

В таблице указаны темы для самостоятельного изучения обучающимся:

№	Наименование раздела дисциплины	Темы для самостоятельного изучения
1	Численные методы и алгоритмы решения прикладных задач в	Использование стандартных интерполяционных программ для сглаживания результатов решения на

	строительной отрасли. Использование стандартного программного обеспечения	примере решения задачи о поперечном изгибе балки и определения функций форм потери устойчивости.
2	Численные и численно-аналитические методы и алгоритмы решения прикладных задач в строительной отрасли. Использование стандартного программного обеспечения	Понятие дельта-функции Дирака. Дифференцирование функций, имеющих скачки. Фундаментальная функция дифференциального оператора. Определение решения дифференциального уравнения с помощью свертки правой части уравнения с фундаментальной функцией.

4.7 Самостоятельная работа обучающегося и контактная работа обучающегося с преподавателем в период промежуточной аттестации

Работа обучающегося в период промежуточной аттестации включает в себя подготовку к формам промежуточной аттестации (зачёту, экзамену), а также саму промежуточную аттестацию.

5. Оценочные материалы по дисциплине

Фонд оценочных средств по дисциплине приведён в Приложении 1 к рабочей программе дисциплины.

Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации, а также текущего контроля по дисциплине хранятся на кафедре (структурном подразделении), ответственной за преподавание данной дисциплины.

6. Учебно-методическое и материально-техническое обеспечение дисциплины

Основные принципы осуществления учебной работы обучающихся изложены в локальных нормативных актах, определяющих порядок организации контактной работы и порядок самостоятельной работы обучающихся. Организация учебной работы обучающихся на аудиторных учебных занятиях осуществляется в соответствии с п. 3.

6.1 Перечень учебных изданий и учебно-методических материалов для освоения дисциплины

Для освоения дисциплины обучающийся может использовать учебные издания и учебно-методические материалы, имеющиеся в научно-технической библиотеке НИУ МГСУ и/или размещённые в Электронных библиотечных системах.

Актуальный перечень учебных изданий и учебно-методических материалов представлен в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины.

6.2 Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине используются профессиональные базы данных и информационных справочных систем, перечень которых указан в Приложении 3 к рабочей программе дисциплины.

6.3 Перечень материально-технического, программного обеспечения освоения дисциплины

Учебные занятия по дисциплине проводятся в помещениях, оснащенных соответствующим оборудованием и программным обеспечением.

Перечень материально-технического и программного обеспечения дисциплины приведен в Приложении 4 к рабочей программе дисциплины.

Шифр	Наименование дисциплины
Б1.В.08	Численные методы расчета строительных конструкций

Код направления подготовки / специальности	08.04.01
Направление подготовки / специальность	Строительство
Наименование ОПОП (направленность / профиль)	Промышленное и гражданское строительство
Год начала реализации ОПОП	2022
Уровень образования	магистратура
Форма обучения	очная, заочная
Год разработки/обновления	2022

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, описание шкал оценивания

Оценивание формирования компетенций производится на основе показателей оценивания, указанных в п.2. рабочей программы и в п.1.1 ФОС.

Связь компетенций, индикаторов достижения компетенций и показателей оценивания приведена в п.2 рабочей программы.

1.1. Описание формирования и контроля показателей оценивания

Оценивание уровня освоения обучающимся компетенций осуществляется с помощью форм промежуточной аттестации и текущего контроля. Формы промежуточной аттестации и текущего контроля успеваемости по дисциплине, с помощью которых производится оценивание, указаны в учебном плане и в п.3 рабочей программы.

В таблице приведена информация о формировании результатов обучения по дисциплине разделами дисциплины, а также о контроле показателей оценивания компетенций формами оценивания.

Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)	Номера разделов дисциплины	Формы оценивания (формы промежуточной аттестации, текущего контроля успеваемости)
Знает способы поиска информационных ресурсов для получения информации об актуальном состоянии расчётного обоснования проектных решений объектов промышленного и гражданского строительства и расчета строительных конструкций.	1	зачет, контрольное задание по компьютерному практикуму №1
Имеет навыки (начального уровня) для выбора исходной информации и нормативно-	1-2	зачет, контрольное задание

технических документов, необходимых для решения задач численного расчета и компьютерного моделирования строительных конструкций для выполнения расчётного обоснования проектных решений объектов промышленного и гражданского строительства.		по компьютерному практикуму №2
Знает численные методы, алгоритмы и вычислительные схемы для выполнения расчётного обоснования проектного решения объекта промышленного и гражданского строительства.	1-2	экзамен, домашнее задание
Имеет навыки (начального уровня) по численным методам и составлению расчётной схемы строительных конструкций при выполнении обоснования проектного решения объекта промышленного и гражданского строительства.	1	зачет, контрольное задание по компьютерному практикуму №1
Знает основы алгоритмизации, применения численных методов конечных разностей и конечных элементов, виды граничных условий, способы построения сеток для обоснования проектного решения.	1-2	экзамен, домашнее задание
Имеет навыки (начального уровня) численной реализации алгоритмов расчета строительных конструкций для объектов промышленного и гражданского строительства и документирования результатов.	2	по компьютерному практикуму №2, домашнее задание
Знает преимущества и недостатки современного математического аппарата численного решения задачи расчета строительных конструкций и критерии достоверности результатов расчётного обоснования.	1-2	экзамен
Имеет навыки (начального уровня) оценки построения и адекватности применяемых численных методов для расчета строительных конструкций в зависимости от диапазона определяющих параметров задачи.	1	зачет, контрольное задание по компьютерному практикуму №1
Знает требования к оформлению аналитического отчета и представлению результатов расчета модели, программные средства для подготовки отчетных данных.	2	по компьютерному практикуму №2, домашнее задание
Имеет навыки (начального уровня) по оформлению результатов расчета строительных конструкций с использованием офисных приложений и графических возможностей пакетов прикладных программ	2	по компьютерному практикуму №2, домашнее задание

1.2. Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания

При проведении промежуточной аттестации в форме экзамена используется шкала оценивания: «2» (неудовлетворительно), «3» (удовлетворительно), «4» (хорошо), «5» (отлично).

При проведении промежуточной аттестации в форме зачёта используется шкала оценивания: «Не зачтено», «Зачтено».

Показателями оценивания являются знания и навыки обучающегося, полученные при изучении дисциплины.

Критериями оценивания достижения показателей являются:

Показатель оценивания	Критерий оценивания
Знания	Знание терминов и определений, понятий
	Знание основных закономерностей и соотношений, принципов
	Объём освоенного материала, усвоение всех дидактических единиц (разделов)
	Полнота ответов на проверочные вопросы
	Правильность ответов на вопросы
	Чёткость изложения и интерпретации знаний
Навыки начального уровня	Навыки выбора методик выполнения заданий
	Навыки выполнения заданий различной сложности
	Навыки самопроверки. Качество сформированных навыков
	Навыки анализа результатов выполнения заданий, решения задач
	Навыки представления результатов решения задач

2. Типовые контрольные задания для оценивания формирования компетенций

2.1. Промежуточная аттестация

2.1.1. Промежуточная аттестация в форме экзамена, зачета

Форма(ы) промежуточной аттестации:

Очная форма обучения: зачёт в 1 семестре, экзамен во 2 семестре.

Заочная форма обучения: зачёт во 2 семестре, экзамен в 3 семестре.

Перечень типовых вопросов (заданий) для проведения экзамена в 2 семестре (очная форма обучения) и экзамена в 3 семестре (заочная форма обучения):

№	Наименование раздела дисциплины	Типовые вопросы/задания
2	Численные и численно-аналитические методы и алгоритмы решения прикладных задач в строительной отрасли. Использование стандартного программного обеспечения	1. Собственные векторы и значения. 2. Жорданово разложение матриц. 3. Вычисление функций от матриц. Примеры. 4. Постановки начальных, краевых и начально-краевых задач. 5. Типы краевых условий. 6. Переход от континуальной формулировки задачи к дискретной. 7. Дискретизация расчетной области. 8. Аппроксимация функциональных зависимостей. 9. Условие минимума в вариационном исчислении. 10. Сведение решения к задачам линейной алгебры

		11. Численно-аналитическое решение задачи теплопроводности. 12. Запись задачи в матричной формулировке. 13. Численно-аналитическое решение задачи о колебаниях балки при ударе. 14. Расчетная схема решения. Аппроксимация производных. 15. Выбор решателей в задаче Коши. Оценка точности решения. 16. Аппроксимация математической формулировки в методе конечных элементов. 17. Типы конечных элементов. 18. Восполнение узловых перемещений по конечному элементу. 19. Линейный упругий элемент. 20. Матрица жесткости. 21. Учет граничных условий. 22. Система упругих элементов. 23. Матрица жесткости системы элементов. 24. Стержневой элемент. Матрица жесткости стержневого элемента. 25. Учет распределенной нагрузки. 26. Функции формы конечных элементов и матрица жесткости для плоских задач. 27. МКЭ на примере решения задачи об изгибе балки на упругом основании. 28. Аналитический метод вычисления геометрических характеристик поперечных сечений элементов конструкций.
--	--	--

Перечень типовых примерных вопросов/заданий для проведения зачёта в 1 семестре (очная форма обучения) и в 2 семестре (заочная форма обучения):

№	Наименование раздела дисциплины	Типовые вопросы/задания
1	Численные методы и алгоритмы решения прикладных задач в строительной отрасли. Использование стандартного программного обеспечения	1. Краевая задача. Основные понятия. Примеры 2. Общий вид краевой задачи для дифференциального уравнения второго порядка. 3. Численное решение краевой задачи о поперечном изгибе балки. 4. Метод конечных разностей. 5. Вычисление минимальной критической силы степенным методом. 6. Устойчивость сжатого стержня. 7. Численное решение задачи об устойчивости сжатого стержня. 8. Краевая задача для уравнения Пуассона. Основные понятия. Примеры 9. Решение задачи Дирихле методом конечных разностей. 10. Численное решение краевой задачи для уравнения Пуассона. 11. Задача Коши. Основные понятия. Примеры

		12. Численное решение задачи Коши (задачи с начальными условиями). 13. Метод Эйлера. 14. Устойчивость разностной схемы задачи Коши. 15. Задача теплопроводности. Основные понятия. Примеры 16. Явная схема задачи теплопроводности. 17. Неявная схема задачи теплопроводности. 18. Численное решение задачи теплопроводности. 19. Задача линейного программирования. Основные понятия. Примеры 20. Геометрическая интерпретация задачи линейного программирования. 21. Решение задачи линейного программирования. 22. Метод конечных элементов (МКЭ). Основные понятия 23. Алгоритм решения вариационной задачи.
--	--	---

2.1.2. Промежуточная аттестация в форме защиты курсовой работы (курсового проекта)

Промежуточная аттестация в форме защиты курсовой работы/курсового проекта не проводится.

2.2. Текущий контроль

2.2.1. Перечень форм текущего контроля:

- домашнее задание во 2 семестре (очная форма обучения) и в 3 семестре (заочная форма обучения);
- контрольное задание по КоП №1 и №2 в 1 и 2 семестре (очная форма обучения)
- контрольное задание по КоП №1 и №2 в 2 и 3 семестре (заочная форма обучения);

2.2.2. Типовые контрольные задания форм текущего контроля:

Домашнее задания на тему: Численное решение краевой задачи для обыкновенного дифференциального уравнения методом конечных разностей.

Пример домашнего задания

Методом конечных разностей сформировать систему разностных уравнений и записать ее в подробном и векторно-матричном виде

$$\left\{ \begin{array}{l} y'' + 3xy' + |x - 2| y = (x - 2)^2, \quad |x| < 3 \\ y(-3) + 4y'(-3) = 10 \\ y(3) = 0 \end{array} \right\} \text{ - краевые условия}, \quad h_i = 2$$

Перечень контрольных вопросов для защиты Домашнего задания:

Метод конечных разностей (МКР)

1. Конечно-разностные аналоги первой производной (односторонние и средний) и оценка точности.

1. Конечно-разностные аналоги второй производной (для разных и одинаковых шагов разбиения) и оценка точности.

1. Построение конечно-разностного аналога краевой задачи для обыкновенного дифференциального уравнения 2-го порядка.

Контрольное задания по КоП №1 : Численное решение краевой задачи для уравнения Пуассона.

Пример контрольного задания по КоП №1:

Решить задачу Дирихле для уравнения Пуассона в прямоугольной области методом конечных разностей и с использованием алгоритма формирования системы разностных уравнений на основе использования единичных векторов

Варианты задания.

$$\begin{cases} \nabla^2 U = F, & \Omega = (0 < x < \ell_1, 0 < y < \ell_2), \\ U_\Gamma = \varphi(x, y) = \begin{cases} \varphi_1(y), & x = 0 \\ \varphi_2(y), & x = \ell_1 \\ \varphi_3(x), & y = 0 \\ \varphi_4(x), & y = \ell_2, \end{cases} & \text{— краевые условия.} \end{cases}$$

$$\ell_1 = \ell_2 = 1; \quad F(x, y) = c, \quad \text{где} \quad c = -8 \left(\frac{s}{\ell_1} + \frac{g}{\ell_2} \right);$$

$$U_\Gamma = \varphi(x, y) = \begin{cases} \varphi_1(y) = \varphi_2(y) = 4 \frac{g}{\ell_2} y(\ell_2 - y), & (x = 0 \vee x = \ell_1) \wedge 0 \leq y \leq \ell_2 \\ \varphi_3(x) = \varphi_4(x) = 4 \frac{s}{\ell_1} x(\ell_1 - x), & 0 \leq x \leq \ell_1 \wedge (y = 0 \vee y = \ell_2); \end{cases}$$

g – номер группы; s – номер студента по журналу.

Принять для расчета на ЭВМ число отрезков $n_1 = 9$ и $n_2 = 7$

Контрольное задание по КоП №2: Численное решение краевой задачи с использованием стандартного решателя.

Пример контрольного задания по КоП №2:

Решить краевую задачу

$$\begin{cases} y'' + p(x)y = f(x); & x \in (0, \ell), \\ y(0) = 0 \\ y(\ell) = 0 \end{cases} \text{— краевые условия}$$

с использованием решателя bvp4c.

Варианты задания.

$$p(x) = -\frac{s}{\ell^2 + 4x(\ell - x)}; \quad f(x) = -c \cdot [2 - p(x) \cdot x \cdot (\ell - x)]; \quad c = (s + g) / 25; \quad \ell = 1,$$

где g – номер группы; S – номер студента по журналу.

Принять для расчета на ЭВМ число точек $n = 9$.

3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания

Процедура проведения промежуточной аттестации и текущего контроля успеваемости регламентируется локальным нормативным актом, определяющим порядок осуществления текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

3.1. Процедура оценивания при проведении промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине в форме экзамена и/или дифференцированного зачета (зачета с оценкой)

Промежуточная аттестация по дисциплине в форме экзамена проводится в 2 семестре (очная форма обучения) и в 3 семестре (заочная форма обучения).

Используются критерии и шкала оценивания, указанные в п.1.2. Оценка выставляется преподавателем интегрально по всем показателям и критериям оценивания.

Ниже приведены правила оценивания формирования компетенций по показателю оценивания «Знания».

Критерий оценивания	Уровень освоения и оценка			
	«2» (неудовлетв.)	«3» (удовлетвор.)	«4» (хорошо)	«5» (отлично)
Знание терминов и определений, понятий	Не знает терминов и определений	Знает термины и определения, но допускает неточности формулировок	Знает термины и определения	Знает термины и определения, может корректно сформулировать их самостоятельно
Знание основных закономерностей и соотношений, принципов	Не знает основные закономерности и соотношения, принципы построения знаний	Знает основные закономерности, соотношения, принципы построения знаний	Знает основные закономерности, соотношения, принципы построения знаний, их интерпретирует и использует	Знает основные закономерности, соотношения, принципы построения знаний, может самостоятельно их получить и использовать
Объём освоенного материала, усвоение всех дидактических единиц (разделов)	Не знает значительной части материала дисциплины	Знает только основной материал дисциплины, не усвоил его деталей	Знает материал дисциплины в объёме	Обладает твёрдым и полным знанием материала дисциплины, владеет дополнительными знаниями
Полнота ответов на проверочные вопросы	Не даёт ответы на большинство вопросов	Даёт неполные ответы на все вопросы	Даёт ответы на вопросы, но не все - полные	Даёт полные, развёрнутые ответы на поставленные вопросы

Правильность ответов на вопросы	Допускает грубые ошибки при изложении ответа на вопрос	В ответе имеются существенные ошибки	В ответе имеются несущественные неточности	Ответ верен
Чёткость изложения и интерпретации знаний	Излагает знания без логической последовательности	Излагает знания с нарушениями в логической последовательности	Излагает знания без нарушений в логической последовательности	Излагает знания в логической последовательности, самостоятельно их интерпретируя и анализируя
	Не иллюстрирует изложение поясняющими схемами, рисунками и примерами	Выполняет поясняющие схемы и рисунки небрежно и с ошибками	Выполняет поясняющие рисунки и схемы корректно и понятно	Выполняет поясняющие рисунки и схемы точно и аккуратно, раскрывая полноту усвоенных знаний
	Неверно излагает и интерпретирует знания	Допускает неточности в изложении и интерпретации знаний	Грамотно и по существу излагает знания	Грамотно и точно излагает знания, делает самостоятельные выводы

Ниже приведены правила оценивания формирования компетенций по показателю оценивания «Навыки начального уровня».

Критерий оценивания	Уровень освоения и оценка			
	«2» (неудовлетв.)	«3» (удовлетвор.)	«4» (хорошо)	«5» (отлично)
Навыки выбора методик выполнения заданий	Не может выбрать методику выполнения заданий	Испытывает затруднения по выбору методики выполнения заданий	Без затруднений выбирает стандартную методику выполнения заданий	Применяет теоретические знания для выбора методики выполнения заданий
Навыки выполнения заданий различной сложности	Не имеет навыков выполнения учебных заданий	Имеет навыки выполнения только простых типовых учебных заданий	Имеет навыки выполнения только стандартных учебных заданий	Имеет навыки выполнения как стандартных, так и нестандартных учебных заданий
Навыки самопроверки. Качество сформированных навыков	Допускает грубые ошибки при выполнении заданий, нарушающие логику решения задач	Допускает ошибки при выполнении заданий, нарушения логики решения	Допускает ошибки при выполнении заданий, не нарушающие логику решения	Не допускает ошибок при выполнении заданий

Навыки анализа результатов выполнения заданий, решения задач	Делает некорректные выводы	Испытывает затруднения с формулированием корректных выводов	Делает корректные выводы по результатам решения задачи	Самостоятельно анализирует результаты выполнения заданий
Навыки представления результатов решения задач	Не может проиллюстрировать решение задачи поясняющими схемами, рисунками	Выполняет поясняющие схемы и рисунки небрежно и с ошибками	Выполняет поясняющие рисунки и схемы корректно и понятно	Выполняет поясняющие рисунки и схемы верно и аккуратно

3.2. Процедура оценивания при проведении промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине в форме зачета

Промежуточная аттестация по дисциплине в форме зачёта проводится в 1 семестре (очная форма обучения) и в 2 семестре (заочная форма обучения). Для оценивания знаний и навыков используются критерии и шкала, указанные п.1.2.

Ниже приведены правила оценивания формирования компетенций по показателю оценивания «Знания».

Критерий оценивания	Уровень освоения и оценка	
	Не зачтено	Зачтено
Знание терминов и определений, понятий	Не знает терминов и определений	Знает термины и определения
Знание основных закономерностей и соотношений, принципов	Не знает основные закономерности и соотношения, принципы построения знаний	Знает основные закономерности и соотношения, принципы построения знаний
Объём освоенного материала, усвоение всех дидактических единиц (разделов)	Не знает значительной части материала дисциплины	Знает материал дисциплины
Полнота ответов на проверочные вопросы	Не даёт ответы на большинство вопросов	Даёт ответы на большинство вопросов
Правильность ответов на вопросы	Допускает грубые ошибки при изложении ответа на вопрос	Не допускает ошибок при изложении ответа на вопрос
Чёткость изложения и интерпретации знаний	Излагает знания без логической последовательности	Излагает знания в логической последовательности
	Не иллюстрирует изложение поясняющими схемами, рисунками и примерами	Иллюстрирует изложение поясняющими схемами, рисунками и примерами
	Неверно излагает и интерпретирует знания	Верно излагает и интерпретирует знания

Ниже приведены правила оценивания формирования компетенций по показателю оценивания «Навыки начального уровня».

Критерий оценивания	Уровень освоения и оценка
---------------------	---------------------------

	Не зачтено	Зачтено
Навыки выбора методик выполнения заданий	Не может выбрать методику выполнения заданий	Может выбрать методику выполнения заданий
Навыки выполнения заданий различной сложности	Не имеет навыков выполнения учебных заданий	Имеет навыки выполнения учебных заданий
Навыки самопроверки. Качество сформированных навыков	Допускает грубые ошибки при выполнении заданий, нарушающие логику решения задач	Не допускает ошибки при выполнении заданий
Навыки анализа результатов выполнения заданий, решения задач	Делает некорректные выводы	Делает корректные выводы
Навыки представления результатов решения задач	Не может проиллюстрировать решение задачи поясняющими схемами, рисунками	Иллюстрирует решение задачи поясняющими схемами, рисунками

3.3. Процедура оценивания при проведении промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине в форме защиты курсовой работы (курсового проекта)

Промежуточная аттестация по дисциплине в форме защиты курсовой работы/курсового проекта не проводится.

Приложение 2 к рабочей программе

Шифр	Наименование дисциплины
Б1.В.08	Численные методы расчета строительных конструкций

Код направления подготовки / специальности	08.04.01
Направление подготовки / специальность	Строительство
Наименование ОПОП (направленность / профиль)	Промышленное и гражданское строительство
Год начала реализации ОПОП	2022
Уровень образования	магистратура
Форма обучения	очная, заочная
Год разработки/обновления	2022

Перечень учебных изданий и учебно-методических материалов

Печатные учебные издания в НТБ НИУ МГСУ:

№ п/п	Автор, название, место издания, издательство, год издания, количество страниц	Количество экземпляров в библиотеке НИУ МГСУ
1	Строительная информатика : учебное пособие для подготовки бакалавров по направлению 270800.62 (08.03.01) - "Строительство", и для подготовки специалистов по специальности 271101 (08.05.01) - "Строительство уникальных зданий и сооружений" / П. А. Акимов [и др.]. - Москва : АСВ, 2018. - 432 с. : ил., табл. - Библиогр.: с. 423-429 (267 назв.). - ISBN 978-5-4323-0066-9	90
2	Информатика и прикладная математика : [учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению подготовки "Строительство" (бакалавриат, магистратура) и специальности "Строительство уникальных зданий и сооружений" (специалитет)] / [П. А. Акимов [и др.] . - Москва : АСВ, 2016. - 588 с. : ил., табл. - Библиогр.: с. 575-584 (354 назв.). - ISBN 978-54323-0151-2	89

Электронные учебные издания в электронно-библиотечных системах (ЭБС):

№ п/п	Автор, название, место издания, год издания, количество страниц	Ссылка на учебное издание в ЭБС
1	Акимов П.А. Информатика в строительстве (с основами математического и компьютерного моделирования) : учебное пособие / Акимов П.А., Белостоцкий А.М., Кайтуков Т.Б., Мозгалева М.Л., Сидоров В.Н. — Москва : КноРус, 2023. — 420 с. — ISBN 978-5-406-10323-4.	https://book.ru/books/945175

Согласовано:

НТБ

09.11.2022

Баврина А.С

НТБ НИУ МГСУ

Приложение 3 к рабочей программе

Шифр	Наименование дисциплины
Б1.В.08	Численные методы расчета строительных конструкций

Код направления подготовки / специальности	08.04.01
Направление подготовки / специальность	Строительство
Наименование ОПОП (направленность / профиль)	Промышленное и гражданское строительство
Год начала реализации ОПОП	2022
Уровень образования	магистратура
Форма обучения	очная, заочная
Год разработки/обновления	2022

Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

Наименование	Электронный адрес ресурса
«Российское образование» - федеральный портал	http://www.edu.ru/index.php
Научная электронная библиотека	http://elibrary.ru/defaultx.asp?
Электронная библиотечная система IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru/
Федеральная университетская компьютерная сеть России	http://www.runnet.ru/
Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам"	http://window.edu.ru/
Научно-технический журнал по строительству и архитектуре «Вестник МГСУ»	http://www.vestnikmgsu.ru/
Научно-техническая библиотека НИУ МГСУ	http://www.mgsu.ru/resources/Biblioteka/

Приложение 4 к рабочей программе

Шифр	Наименование дисциплины
Б1.В.08	Численные методы расчета строительных конструкций

Код направления подготовки / специальности	08.04.01
Направление подготовки / специальность	Строительство
Наименование ОПОП (направленность / профиль)	Промышленное и гражданское строительство
Год начала реализации ОПОП	2022
Уровень образования	магистратура
Форма обучения	очная, заочная
Год разработки/обновления	2022

Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
Учебная аудитория для проведения компьютерных практикумов Ауд. 310 КМК Компьютерный класс	Доска под маркер. Монитор / Samsung 21,5" S22C200B (28 шт.) Системный блок Kraftway Idea KR71 (28 шт.) Сплит-система Kentatsu (Bravo) KSGB70HFAN1/KSRB70HFAN1 (2 шт.) Экран / моторизованный	Code::Blocks (ПО предоставляется бесплатно на условиях OpLic) Mathcad [Edu.Prime;3;30] (Договор № 109/9.13_АО НИУ от 09.12.13 (НИУ-13)) Mathworks Matlab [R2008a;100] (Договор 089/08-ОК(ИОП) от 24.10.2008) MS OfficeEnt [2007;300] (Договор № 097/07-ОК ИОП от 16.11.07 (НИУ-07)) MS Visual FoxPro [ADT] (OpenLicense; Подписка Azure Dev Tools; Б\Д; Веб-кабинет) Octave (ПО предоставляется бесплатно на условиях OpLic) Python (ПО предоставляется бесплатно на условиях OpLic) [Open;1.9] (ПО предоставляется бесплатно на условиях OpLic) WinPro 7 [ADT] (OpenLicense; Подписка Azure Dev Tools; Б\Д; Веб-кабинет)
Учебная аудитория для проведения компьютерных практикумов Ауд. 312 КМК	Доска аудиторная Монитор / Samsung 21,5" S22C200B (30 шт.) Системный блок / Kraftway	Code::Blocks (ПО предоставляется бесплатно на условиях OpLic) DOSBox (ПО предоставляется бесплатно на условиях OpLic)

Компьютерный класс	Credo тип 3 (30 шт.) KSGB70HFAN1/KSRB70HFAN1 (2 шт.) Экран Projecta	eLearnBrowser [1.3] (Договор ГМЛ-Л-16/03-846 от 30.03.2016) eLearnBrowser [1.3] (Договор ГМЛ-Л-16/03-846 от 30.03.2016) LibreOffice (ПО предоставляется бесплатно на условиях OpLic) Mathcad [Edu.Prime;3;30] (Договор № 109/9.13_АО НИУ от 09.12.13 (НИУ-13)) Mathworks Matlab [R2008a;100] (Договор 089/08-ОК(ИОП) от 24.10.2008) MS OfficeEnt [2007;300] (Договор № 097/07-ОК ИОП от 16.11.07 (НИУ-07)) MS Visual FoxPro [ADT] (OpenLicense; Подписка Azure Dev Tools; Б\Д; Веб-кабинет) Octave (ПО предоставляется бесплатно на условиях OpLic) Python (ПО предоставляется бесплатно на условиях OpLic) WinPro 7 [ADT] (OpenLicense; Подписка Azure Dev Tools; Б\Д; Веб-кабинет)
Учебная аудитория для проведения компьютерных практикумов Ауд. 418 КМК Компьютерный класс	Доска 3-х элементная под маркер Компьютер Рабочая станция Necs Optima (14 шт.) Компьютер Тип 4/Dell с монитором 21.5"HP (1 шт.) Экран / моторизованный	Code::Blocks (ПО предоставляется бесплатно на условиях OpLic) DOSBox (ПО предоставляется бесплатно на условиях OpLic) eLearnBrowser [1.3] (Договор ГМЛ-Л-16/03-846 от 30.03.2016) LibreOffice (ПО предоставляется бесплатно на условиях OpLic) Octave (ПО предоставляется бесплатно на условиях OpLic) Python (ПО предоставляется бесплатно на условиях OpLic) Visual Studio Ent [2015;Imx] (OpenLicense; Подписка Azure Dev Tools; Б\Д; Веб-кабинет) Visual Studio Expr [2008;ImX] (OpenLicense; Подписка Azure Dev Tools; Б\Д; Веб-кабинет) WinPro 7 [ADT] (OpenLicense; Подписка Azure Dev Tools; Б\Д; Веб-кабинет)
Учебная аудитория для проведения компьютерных практикумов Ауд. 420 КМК Компьютерный класс	Доска 3-х элементная под маркер Системный блок RDW Computers Office 100 с монитором (16 шт.)	Code::Blocks (ПО предоставляется бесплатно на условиях OpLic) DOSBox (ПО предоставляется бесплатно на условиях OpLic) eLearnBrowser [1.3] (Договор

		ГМЛ-Л-16/03-846 от 30.03.2016) LibreOffice (ПО предоставляется бесплатно на условиях OpLic) Mathcad [Edu.Prime;3;30] (Договор № 109/9.13_АО НИУ от 09.12.13 (НИУ-13)) Mathworks Matlab [R2008a;100] (Договор 089/08-ОК(ИОП) от 24.10.2008) MS OfficeEnt [2007;300] (Договор № 097/07-ОК ИОП от 16.11.07 (НИУ-07)) MS Visual FoxPro [ADT] (OpenLicense; Подписка Azure Dev Tools; Б\Д; Веб-кабинет) Octave (ПО предоставляется бесплатно на условиях OpLic) Python (ПО предоставляется бесплатно на условиях OpLic) Visual Studio Expr [2008;ImX] (OpenLicense; Подписка Azure Dev Tools; Б\Д; Веб-кабинет) WinPro 7 [ADT] (OpenLicense; Подписка Azure Dev Tools; Б\Д; Веб-кабинет)
Учебная аудитория для проведения компьютерных практикумов Ауд. 421 КМК Компьютерный класс	Доска под маркер. Системный блок RDW Computers Office 100 с монитором (24 шт.)	Adobe Acrobat Reader [11] (ПО предоставляется бесплатно на условиях OpLic) Code::Blocks (ПО предоставляется бесплатно на условиях OpLic) DOSBox (ПО предоставляется бесплатно на условиях OpLic) eLearnBrowser [1.3] (Договор ГМЛ-Л-16/03-846 от 30.03.2016) LibreOffice (ПО предоставляется бесплатно на условиях OpLic) Lisa [8.0] (ПО предоставляется бесплатно на условиях OpLic) Mathcad [Edu.Prime;3;30] (Договор № 109/9.13_АО НИУ от 09.12.13 (НИУ-13)) Mathworks Matlab [R2008a;100] (Договор 089/08-ОК(ИОП) от 24.10.2008) MS OfficeEnt [2007;300] (Договор № 097/07-ОК ИОП от 16.11.07 (НИУ-07)) MS Visual FoxPro [ADT] (OpenLicense; Подписка Azure Dev Tools; Б\Д; Веб-кабинет) Octave (ПО предоставляется бесплатно на условиях OpLic)

		Python (ПО предоставляется бесплатно на условиях OpLic) Visual Studio Ent [2015;Imx] (OpenLicense; Подписка Azure Dev Tools; Б\Д; Веб-кабинет) Visual Studio Expr [2008;ImX] (OpenLicense; Подписка Azure Dev Tools; Б\Д; Веб-кабинет) WinPro 7 [ADT] (OpenLicense; Подписка Azure Dev Tools; Б\Д; Веб-кабинет)
Учебная аудитория для проведения компьютерных практикумов Ауд. 623 КМК Компьютерный класс	Доска аудиторная Системный блок RDW Computers Office 100 с монитором (24 шт.)	Code::Blocks (ПО предоставляется бесплатно на условиях OpLic) DOSBox (ПО предоставляется бесплатно на условиях OpLic) Double Commander [0.7.6] (ПО предоставляется бесплатно на условиях OpLic) eLearnBrowser [1.3] (Договор ГМЛ-Л-16/03-846 от 30.03.2016) Mathcad [Edu.Prime;3;30] (Договор № 109/9.13_АО НИУ от 09.12.13 (НИУ-13)) Mathworks Matlab [R2008a;100] (Договор № 089/08-ОК(ИОП) от 24.10.2008) MS OfficeEnt [2007;300] (Договор № 097/07-ОК ИОП от 16.11.07 (НИУ-07)) MS ProjectPro [2013;ImX] (OpenLicense; Подписка Azure Dev Tools; Б\Д; Веб-кабинет) MS Visual FoxPro [ADT] (OpenLicense; Подписка Azure Dev Tools; Б\Д; Веб-кабинет) Octave (ПО предоставляется бесплатно на условиях OpLic) Python (ПО предоставляется бесплатно на условиях OpLic) Visual Studio Ent [2015;Imx] (OpenLicense; Подписка Azure Dev Tools; Б\Д; Веб-кабинет) Visual Studio Expr [2008;ImX] (OpenLicense; Подписка Azure Dev Tools; Б\Д; Веб-кабинет) WinPro 7 [ADT] (OpenLicense; Подписка Azure Dev Tools; Б\Д; Веб-кабинет)