



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИСАиИ  
О.С. Логунова

02.02.2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

***ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ  
И СИСТЕМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭВМ***

Направление подготовки  
08.04.01 Строительство

Направленность (профиль/специализация) программы  
Безопасность строительных объектов промышленного и гражданского назначения

Уровень высшего образования - магистратура

Форма обучения  
очная

Институт/ факультет	Институт строительства, архитектуры и искусства
Кафедра	Проектирования и строительства зданий
Курс	1
Семестр	2

Магнитогорск  
2023 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - магистратура по направлению подготовки 08.04.01 Строительство (приказ Минобрнауки России от 31.05.2017 г. № 482)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Проектирования и строительства зданий

26.01.2023 г., протокол № 7

Зав. кафедрой  М.Ю. Наркевич

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИСАиИ

02.02.2023 г., протокол № 4

Председатель  О.С. Логунова

Согласовано:

Зав. кафедрой Урбанистики и инженерных систем

  
М.М. Суровцов

Рабочая программа составлена:

доцент кафедры ПиСЗ, канд. техн. наук

  
О.В. Емельянов

Рецензент:

Директор НПО "Надежность",  
канд. техн. наук

  
И.В. Матвеев

## Лист актуализации рабочей программы

---

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2024 - 2025 учебном году на заседании кафедры Проектирования и строительства зданий

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ М.Ю. Наркевич

---

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2025 - 2026 учебном году на заседании кафедры Проектирования и строительства зданий

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ М.Ю. Наркевич

## 1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Целью освоения дисциплины «Численное моделирование строительных конструкций и систем с использованием ЭВМ» является формирование у обучающихся знаний и навыков расчета и моделирования конструкций зданий и сооружений.

Задачами дисциплины являются:

- определять напряженно-деформированное состояние сложных пространственных систем;
- знать и уметь применять основные теоремы о деформируемых системах; выполнять расчет сооружений методом конечных элементов на ПЭВМ с использованием современных расчетных программных комплексов (ПК) и творчески анализировать результаты расчета;
- моделировать (создавать достаточно точную расчетную схему) реальные сооружения различного типа (плиты с ребрами и отверстиями, фундаментные платформы на упругом основании и др.);
- творчески подходить к вопросам создания конструкций нового типа;
- анализировать и аргументированно обосновывать актуальность, правильность выполненной работы

## 2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Численное моделирование строительных конструкций и систем с использованием ЭВМ входит в часть учебного плана формируемую участниками образовательных отношений образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

Планирование эксперимента. Основы инженерного эксперимента

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Композитные конструкции

Проектирование сталежелезобетонных конструкций

Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

## 3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины (модуля) «Численное моделирование строительных конструкций и систем с использованием ЭВМ» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ПК-1	Способен выполнять расчеты строительных конструкций и оснований, чертежи объектов капитального строительства, конструировать основные узловые соединения конструкций и их расчет
ПК-1.1	Выполняет сбор нагрузок и воздействий на здания и сооружения, формирует их конструктивные системы с применением железобетонных, металлических, каменных и армокаменных, деревянных конструкций, конструкций из полимерных и композиционных материалов
ПК-1.2	Создает расчетные схемы зданий и сооружений, конструирует основные узловые соединения конструкций, выполняет расчет и проверку несущей способности элементов несущих конструкций вручную и (или) с применением расчетных программных комплексов
ПК-1.3	Выполняет чертежи железобетонных, металлических, каменных и

	армокаменных, деревянных конструкций, конструкций из полимерных и композиционных материалов
--	---

#### 4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц 144 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 45,85 акад. часов;
- аудиторная – 45 акад. часов;
- внеаудиторная – 0,85 акад. часов;
- самостоятельная работа – 98,15 акад. часов;
- в форме практической подготовки – 0 акад. час;

Форма аттестации - зачет с оценкой

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1. Объекты расчета и проблемы моделирования стержневых систем.								
1.1 Общие проблемы моделирования стержневых систем. Расчетная схема. Контроль расчетной схемы и средства ее описания.	2	2		9	5	Поиск дополнительной информации по заданной теме (работа с библиографическими материалами, справочниками, каталогами, словарями, энциклопедиями). Выполнение практических работ, предусмотренных рабочей программой дисциплины.	Устный опрос. Проверка практической работы.	ПК-1.2
1.2 Связь расчетной схемы с реальным сооружением. Эксперимент и практический опыт.					10	Поиск дополнительной информации по заданной теме (работа с библиографическими материалами, справочниками, каталогами, словарями, энциклопедиями).	Устный опрос.	ПК-1.2
Итого по разделу		2		9	15			
2. Проблемы моделирования двумерных и объемных упругих тел.								

2.1 Основные теоремы об упругих системах. Дифференциальные и вариационно-разностные формулировки задач строительной механики и теории упругости.	2	4		2	9	Поиск дополнительной информации по заданной теме (работа с библиографическим материалами, справочниками, каталогами, словарями, энциклопедиями). Выполнение практических работ, предусмотренных рабочей программой дисциплины.	Устный опрос. Проверка практической работы.	ПК-1.2
2.2 Конечные элементы и их свойства. Проблемы моделирования двумерных тел. Моделирование конечно-элементной сеткой. Построение непрерывных полей напряжений в МКЭ. Проблемы моделирования объемных тел.	2	4		5	9	Поиск дополнительной информации по заданной теме (работа с библиографическим материалами, справочниками, каталогами, словарями, энциклопедиями). Выполнение практических работ, предусмотренных рабочей программой дисциплины.	Устный опрос. Проверка практической работы.	ПК-1.2
Итого по разделу		8		7	18			
3. Динамика зданий и сооружений с учетом сейсмичности и упругого основания.								
3.1 Расчет плитно-стержневых систем (шпренгельные плиты) на жестких и упругих опорах (на статические и динамические воздействия).	2	2		6	15,45	Поиск дополнительной информации по заданной теме (работа с библиографическим материалами, справочниками, каталогами, словарями, энциклопедиями). Выполнение практических работ, предусмотренных рабочей программой дисциплины.	Устный опрос. Проверка практической работы.	ПК-1.2

3.2 Расчет оболочек, платформ на упругом основании. Статика и динамика с учетом сейсмических воздействий.		3	8	14	Поиск дополнительной информации по заданной теме (работа с библиографическим материалами, справочниками, каталогами, словарями, энциклопедиями). Выполнение практических работ, предусмотренных рабочей программой дисциплины.	Устный опрос. Проверка практической работы.	ПК-1.2
Итого по разделу		5	14	65,15			
Итого за семестр		15	30	62,45		зао	
Итого по дисциплине		15	30	98,15		зачет с оценкой	

## **5 Образовательные технологии**

Реализация компетентного подхода предусматривает использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся.

При обучении студентов дисциплине «Численное моделирование строительных конструкций и систем с использованием ЭВМ» используются следующие образовательные технологии:

1. Традиционные образовательные технологии ориентируются на организацию образовательного процесса, предполагающую прямую трансляцию знаний от преподавателя к студенту.

Формы учебных занятий с использованием традиционных технологий: информационная лекция и практическое занятие, посвященное освоению конкретных умений и навыков по предложенному алгоритму.

2. Технологии проблемного обучения – организация образовательного процесса, которая предполагает постановку проблемных вопросов, создание учебных проблемных ситуаций для стимулирования активной познавательной деятельности студентов.

Формы учебных занятий с использованием технологий проблемного обучения: проблемная лекция, практическое занятие в форме практикума.

3. Интерактивные технологии – организация образовательного процесса, которая предполагает активное и нелинейное взаимодействие всех участников, достижение на этой основе лично значимого для них образовательного результата.

Применяемые формы учебных занятий с использованием специализированных интерактивных технологий: лекция «обратной связи» – лекция-беседа, лекция-дискуссия.

4. Информационно-коммуникационные образовательные технологии – организация образовательного процесса, основанная на применении специализированных программных сред и технических средств работы с информацией.

Формы учебных занятий с использованием информационно-коммуникационных технологий: лекция-визуализация – изложение содержания сопровождается презентацией.

## **6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

Представлено в приложении 1.

## **7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**

Представлены в приложении 2.

## **8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

### **а) Основная литература:**

1. Чепурненко, А. С. Метод конечных элементов в механике деформируемого твердого тела и строительной механике : учебное пособие / А. С. Чепурненко, Б. М. Языев. — Ростов-на-Дону : Донской ГТУ, 2021. — 93 с. — ISBN 978-5-7890-1939-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/237848> (дата обращения: 05.05.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

### **б) Дополнительная литература:**

1. Самогин, Ю. Н. Метод конечных элементов в задачах сопротивления материалов : учебное пособие / Ю. Н. Самогин, В. Е. Хроматов, В. П. Чирков ; под редакцией В. П. Чирков. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2012. — 200 с. — ISBN

978-5-9221-1380-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/59633> (дата обращения: 14.04.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Глазков, Ю. Ф. Специальные главы прочности. Расчет тонкостенных и стержневых конструкций методом конечных элементов : учебное пособие / Ю. Ф. Глазков. — Кемерово : КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2012. — 79 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/69416> (дата обращения: 14.04.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Макаров, Е. Г. Метод конечных элементов в прочностных расчётах : учебное пособие / Е. Г. Макаров. — Санкт-Петербург : БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова, 2017. — 136 с. — ISBN 978-5-906920-49-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/121830> (дата обращения: 05.05.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

**в) Методические указания:**

**г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:**

**Программное обеспечение**

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
STARK ES УВ в.2014	Д-894-14 от 14.07.2014	бессрочно
Лира САПР 2014	Д-780-14 от 25.06.2014	бессрочно
МОНОМАХ САПР 2014	Д-780-14 от 25.06.2014	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое ПО	бессрочно
Браузер Yandex	свободно распространяемое ПО	бессрочно
FAR Manager	свободно распространяемое ПО	бессрочно

**Профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

Название курса	Ссылка
Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС»	<a href="https://dlib.eastview.com/">https://dlib.eastview.com/</a>
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: <a href="https://elibrary.ru/project_risc.asp">https://elibrary.ru/project_risc.asp</a>
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: <a href="https://scholar.google.ru/">https://scholar.google.ru/</a>
Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам	URL: <a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности»	URL: <a href="http://www1.fips.ru/">http://www1.fips.ru/</a>

**9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа. Оборудование: мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации 5-405.

Учебные аудитории для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Оборудование: мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации. Комплекс заданий для проведения промежуточных и рубежных контролей 5-307.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся. Оборудование: персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета 5-501.

Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования. Оборудование: шкафы для хранения учебно-методической документации, учебного оборудования и учебно-наглядных пособий 5-110.

## Приложение 1

### «Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся»

Самостоятельная работа включает в себя изучение поиск дополнительной информации по изучаемым темам (работа с библиографическими материалами, справочниками, каталогами, словарями, энциклопедиями), подготовку к лекционным и практическим занятиям. Для лучшей организации времени при изучении дисциплины «Численное моделирование строительных конструкций и систем с использованием ЭВМ» студенту рекомендуется заниматься самостоятельной работой после каждого лекционного и практического занятия в течение всего семестра.

Аудиторная самостоятельная работа студентов предполагает решение практических задач на практических занятиях.

#### Примерные аудиторные практические работы (АПР):

**АПР №1 Проблемы моделирования стержневых систем, двумерных и объемных упругих тел.** Расчетная схема: шпренгельная бетонная плита, подкрепленная ребрами (поле плиты толщиной 0,03 м; сечение ребер 10 x 17 см); материал плиты и ребер – бетон класса В60; шпренгельные стержни: материал – сталь обыкновенная; раскосы – уголки равнополочные 140 x 10; стержни нижнего пояса – уголки 180 x 12.



#### Шпренгельная плита, шарнирно опертая по торцам

**АПР №2 Динамика зданий и сооружений с учетом сейсмичности и упругого основания.** Используя материал, изложенный в разделе 12 СП 16.13330.2011, выполнить прогноз срока службы элемента из двух уголков соединенных тавром стальной фермы с

подвесным краном. Исходные данные задачи:  $\sigma_{max} = 80$  МПа;  $\sigma_{min} = 5$  МПа; количество циклов нагружения в сутки – 250.

### АПР №3 «Визуализация структуры научной работы»

Визуализируйте этапы и структуру своей предполагаемой магистерской диссертации по направлению «Теория и проектирование зданий и сооружений»:

- введение;
- главу первую;
- выводы по первой главе;
- главу вторую;
- выводы по второй главе;
- главу третью;
- выводы по третьей главе;
- заключение;
- список информационных источников;
- приложение.

Работа выполняется на формате А4, цветом ручным или компьютерным

## Приложение 2

### «Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации»

а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

Код индикатора	Индикаторы достижений	Оценочные средства
<b>ПК-1 – Способен выполнять расчеты строительных конструкций и оснований объектов капитального строительства, конструировать основные узловые соединения конструкций и их расчет</b>		
ПК-1.2	Создает расчетные схемы зданий и сооружений, конструирует основные узловые соединения конструкций, выполняет расчет и проверку несущей способности элементов несущих конструкций вручную и (или) с применением расчетных программных комплексов	<p>Теоретические вопросы:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Назовите три группы понятий (уравнений), необходимых для полного описания процесса деформирования тела.</li> <li>2. Можно ли в общем случае признать верным решение задачи теории упругости, если какая-либо из трех групп уравнений не использована. Почему?</li> <li>3. Охарактеризуйте два принципиальных подхода к расчету конструкций: пассивный, активный. В чем суть активного подхода.</li> <li>4. Что называется расчетной моделью конструкции.</li> <li>5. Каким основным требованиям должна отвечать расчетная модель (расчетная схема) конструкции. Приведите примеры.</li> <li>6. Перечислите основные качества, которые должны быть присущи расчетной модели конструкции.</li> <li>7. На чем основывается замена физической реальной конструкции аппроксимирующей ее расчетной моделью.</li> </ol>

Код индикатора	Индикаторы достижений	Оценочные средства
		<p>8. Сформулируйте основные свойства модели материала, используемой в теории упругости.</p> <p>9. Какими физическими коэффициентами (модулями) характеризуется идеально упругое тело.</p> <p>10. Назовите физические коэффициенты (модули), которыми характеризуется анизотропное упругое тело.</p> <p>11. Опишите физический эксперимент для определения модулей <math>E</math>, <math>G</math> и коэффициента Пуассона <math>\mu</math>. Укажите размерности этих величин.</p> <p>12. Назовите виды конечных элементов, используемые для моделирования двумерных задач.</p> <p>13. Какие виды моделей конструкций Вам известны.</p> <p>14. Как моделируются пространственные системы в расчетных программных комплексах (с помощью каких конечных элементов).</p> <p>15. Как в известных Вам программных комплексах в динамическом расчете учитываются массы.</p> <p>16. Какие практические рекомендации существуют для проверки правильности (достоверности) полученных компьютерных решений.</p> <p>17. Есть ли логическая связь между выбором типа конечных элементов и предполагаемой НДС конструкции.</p> <p>18. Какое НДС системы может моделировать стержневой элемент.</p> <p>19. Какое НДС системы может моделировать пластинчатый элемент.</p> <p>20. Можно ли тонкую изгибаемую плиту моделировать оболочечными элементами. Если да, то в каком случае.</p> <p>21. Если плита нагружена не только поперечной, но и продольной нагрузкой, можно ли использовать для расчета пластинчатые элементы.</p> <p>22. Правомерна ли постановка задачи соединения пластины со стержневым каркасом, как точечное соединение двумерной задачи для пластины и одномерной для стержня при решении методом конечных элементов.</p> <p>23. Охарактеризуйте противоречия</p>

Код индикатора	Индикаторы достижений	Оценочные средства
		<p>конечно-элементной расчетной модели, возникающие в местах стыковки конструктивных элементов из различных материалов (например, по линии сопряжения кирпичной стены и железобетонной плиты). Как преодолеть подобную нестыковку.</p> <p>24. Как проявляется неправомерность формальной узловой стыковки объемных конечных элементов с одномерными и элементами. В чем выход из этого противоречия.</p> <p>25. Охарактеризуйте основные свойства пространственных систем по сравнению с плоскими.</p> <p>26. Дайте общую характеристику современного состояния расчета плитно-стержневых систем.</p> <p>27. Охарактеризуйте принципы структурного образования плитно-стержневых пространственных ферм, в том числе из разных материалов.</p> <p>28. Какими достоинствами обладает пространственная плитно-стержневая система покрытий по сравнению с традиционными плоскими фермами.</p> <p>29. В чем особенности применения метода сил для расчета дискретно-континуальных систем (привести примеры).</p> <p>30. Дайте краткую характеристику плитных фундаментов.</p> <p>31. В чем особенности расчета плитных фундаментов.</p> <p><b>Примерные практические задания:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Построить конечно-элементную модель ребристой плиты используя плоские конечные элементы.</li> <li>2. Построить конечно-элементную модель ребристой плиты используя стержневые конечные элементы.</li> </ol> <p><b>Задания на решение задач из профессиональной области, комплексные задания:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Компьютерное моделирование пространственного каркаса многоэтажного здания с фундаментной плитой на упругом основании.</li> <li>2. Компьютерное моделирование плоской многоэтажной рамы в ПК «Лира».</li> </ol>

**б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:**

Промежуточная аттестация по дисциплине «Численное моделирование строительных конструкций и систем с использованием ЭВМ» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме зачета с оценкой.

**Показатели и критерии оценивания зачета:**

Результаты ответов обучающихся на зачете оцениваются:

– на оценку **«отлично»** (5 баллов) – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно выполняет практические задания, свободно оперирует знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.

– на оценку **«хорошо»** (4 балла) – обучающийся демонстрирует средний уровень сформированности компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

– на оценку **«удовлетворительно»** (3 балла) – обучающийся демонстрирует пороговый уровень сформированности компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (2 балла) – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (1 балл) – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач