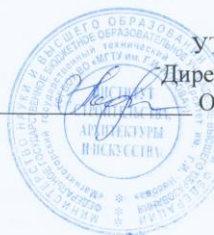




МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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  
заочная

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

---

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2026 - 2027 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 студентов 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:

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

Механика разрушения

### **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 – 10,7 акад. часов;
- аудиторная – 10 акад. часов;
- внеаудиторная – 0,7 акад. часов;
- самостоятельная работа – 129,4 акад. часов;
- в форме практической подготовки – 0 акад. час;

Форма аттестации - зачет с оценкой

Раздел/ тема дисциплины	Курс	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. Связь расчетной схемы с реальным сооружением. Эксперимент и практический опыт.	2	2		2	20	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-1.1, ПК-1.2
1.2 Связь расчетной схемы с реальным сооружением. Эксперимент и практический опыт.					20	Поиск дополнительной информации по заданной теме (работа с библиографическим материалами, справочниками, каталогами, словарями, энциклопедиями).	Устный опрос.	ПК-1.2
Итого по разделу		2		2	40			

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		2	20	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-1.1, 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		2	20	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-1.1, ПК-1.2
Итого по разделу		2	4	40			
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).				29,4	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-1.1, ПК-1.2
3.2 Расчет оболочек, платформ на упругом основании. Статика и динамика с учетом сейсмических воздействий.	2			20	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-1.1, ПК-1.2
Итого по разделу				49,4			
Итого за семестр	4		6	129,4		зао	
Итого по дисциплине	4		6	129,4		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 обучающемуся.

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 обучающихся.

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. 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.

2. 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.

**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
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности»	URL: <a href="http://www1.fips.ru/">http://www1.fips.ru/</a>
Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам	URL: <a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: <a href="https://scholar.google.ru/">https://scholar.google.ru/</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>
Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС»	<a href="https://dlib.eastview.com/">https://dlib.eastview.com/</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 библиографическим 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 сеймики 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	Теоретические вопросы: 1. Назовите три группы понятий (уравнений), необходимых для полного описания процесса деформирования тела. 2. Можно ли в общем случае признать верным решение задачи теории упругости, если какая-либо из трех групп уравнений не использована. Почему? 3. Охарактеризуйте два принципиальных подхода к расчету конструкций: пассивный, активный. В чем суть активного подхода. 4. Что называется расчетной моделью конструкции. 5. Каким основным требованиям должна отвечать расчетная модель (расчетная схема) конструкции. Приведите примеры. 6. Перечислите основные качества, которые должны быть присущи расчетной модели конструкции. 7. На чем основывается замена физической реальной конструкции аппроксимирующей ее расчетной моделью.

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