



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
МОДЕЛИРОВАНИЕ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

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 | 1 |

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 Моделирование в строительстве является формирование у магистрантов профессиональных знаний в области математического и физического моделирования при расчетах строительных конструкций на надежность, умение строить модели воздействий на конструкции, заданных в виде случайных величин и случайных процессов.

Задачами дисциплины являются формирование у магистрантов:

- системных знаний о современном состоянии теории и методах математического моделирования;
- навыков использования методов моделирования при проектировании и конструкций зданий и сооружений;

2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Моделирование в строительстве входит в обязательную часть учебного плана образовательной программы.

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

Прикладная математика

Планирование эксперимента. Основы инженерного эксперимента

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

Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

Производственная - научно-исследовательская работа

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

В результате освоения дисциплины (модуля) «Моделирование в строительстве» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

| Код индикатора | Индикатор достижения компетенции |
|----------------|--|
| ОПК-1 | Способен решать задачи профессиональной деятельности на основе использования теоретических и практических основ, математического аппарата фундаментальных наук |
| ОПК-1.1 | Решает инженерные задачи с помощью математического аппарата |
| ОПК-1.2 | Решает типовые задачи в профессиональной деятельности на основе использования теоретических и практических основ |

4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц 108 академических часов, в том числе:

- контактная работа – 10,6 академических часов;
- аудиторная – 8 академических часов;
- внеаудиторная – 2,6 академических часов;
- самостоятельная работа – 88,7 академических часов;
- в форме практической подготовки – 0 академических часов;
- подготовка к экзамену – 8,7 академических часов

Форма аттестации - экзамен

| Раздел/ тема дисциплины | Курс | Аудиторная контактная работа (в академических часах) | | | Самостоятельная работа студента | Вид самостоятельной работы | Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации | Код компетенции |
|--|------|--|-----------|-------------|---------------------------------|--|---|------------------|
| | | Лек. | лаб. зан. | практ. зан. | | | | |
| 1. Понятия «моделирование» и «модель» | | | | | | | | |
| 1.1 Модель. Классификация моделирования. Классификация моделей. | 1 | | | | 10 | Поиск дополнительной информации по заданной теме (работа с библиографическим материалами, справочниками, каталогами, словарями, энциклопедиями). | Устный опрос | ОПК-1.1, ОПК-1.2 |
| Итого по разделу | | | | | 10 | | | |
| 2. Математические модели и их классификации | | | | | | | | |
| 2.1 Математическая модель. Степень соответствия математической модели объекту. Классификация математических моделей. | 1 | | | | 15 | Поиск дополнительной информации по заданной теме (работа с библиографическим материалами, справочниками, каталогами, словарями, энциклопедиями). | Устный опрос | ОПК-1.1, ОПК-1.2 |
| Итого по разделу | | | | | 15 | | | |
| 3. Построение математической модели и вычислительный эксперимент | | | | | | | | |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|----|----|---|--|---------------------|
| 3.1 Этапы построения математической модели Вычислительный эксперимент | | | | | 10 | Поиск дополнительной информации по заданной теме (работа с библиографическим материалами, справочниками, каталогами, словарями, энциклопедиями). | Устный опрос | ОПК-1.1, ОПК-1.2 |
| 3.2 Имитационное моделирование. Статистическое обоснование моделей прочности материалов, временных нагрузок. Снеговые нагрузки. Ветровые нагрузки | 1 | 2 | 4 | 2 | | 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 | ОПК-1.1, ОПК-1.2 |
| 3.3 Понятие конструктивной и расчетной схемы конструкции. Предельные состояния. Надежность. Вычисление вероятности отказа методом статистического моделирования, методом Монте-Карло. | | | | | 29 | Поиск дополнительной информации по заданной теме (работа с библиографическим материалами, справочниками, каталогами, словарями, энциклопедиями). | Устный опрос | ОПК-1.1, ОПК-1.2 |
| Итого по разделу | | 2 | 4 | 41 | | | | |
| 4. Физическое моделирование строительных конструкций. | | | | | | | | |

| | | | | | | | |
|---|---|--|---|------|---|--|---------------------|
| 4.1 Теоремы теории подобия. Последовательность физического моделирования | 1 | | 2 | 22,7 | 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 | ОПК-1.1, ОПК-1.2 |
| Итого по разделу | | | 2 | 22,7 | | | |
| Итого за семестр | 2 | | 6 | 88,7 | | экзамен | |
| Итого по дисциплине | 2 | | 6 | 88,7 | | экзамен | |

5 Образовательные технологии

Реализация компетентностного 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 «Моделирование в строительстве» 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. Звонарев, С. В. Основы математического моделирования : учебное пособие / С. В. Звонарев. - Екатеринбург : Изд-во Уральского ун-та, 2019. - 112 с. - ISBN 978-5-7996-2576-4. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1957538> (дата обращения: 15.05.2023). – Режим доступа: по подписке.

б) Дополнительная литература:

2. Федоров, В. С. Обследование и испытание строительных конструкций зданий и сооружений. Конспект лекций для обучающихся по направлению подготовки бакалавриата 08.03.01 «Строительство», профиль «Промышленное и гражданское строительство» : учебное пособие / В. С. Федоров, В. Е. Левитский, И. А. Терехов. —

Москва : РУТ (МИИТ), 2021. — 130 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/269693> (дата обращения: 12.05.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

в) Методические указания:

1. Ярмутьник Ф.В., Кретов В.И. Методические рекомендации по исследованию строительных конструкций с применением математического и физического моделирования / Ярмутьник Ф.В., Кретов В.И. — Киев : ГОССТРОЙ СССР, 1986. — 18 с. Текст : электронный // studfile.net/preview/9686370/page:18/

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Программное обеспечение

| Наименование ПО | № договора | Срок действия лицензии |
|-----------------------------|------------------------|------------------------|
| STATISTICA | К-139-08 от 22.12.2008 | бессрочно |
| MS Office 2007 Professional | № 135 от 17.09.2007 | бессрочно |
| Лица САПР | Д-780-14 от 25.06.2014 | бессрочно |
| STARK ES УВ в.2014 | Д-894-14 от 14.07.2014 | бессрочно |
| МОНОМАХ САПР 2014 | Д-780-14 от 25.06.2014 | бессрочно |
| 7Zip | свободно | бессрочно |
| Браузер Yandex | свободно | бессрочно |
| FAR Manager | свободно | бессрочно |

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

| Название курса | Ссылка |
|---|---|
| Информационная система - Единое окно доступа к информационным | URL: http://window.edu.ru/ |
| Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова | https://magtu.informsystema.ru/Marc.html?locale=ru |
| Университетская информационная система РОССИЯ | https://uisrussia.msu.ru |
| Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной | URL: http://www1.fips.ru/ |
| Поисковая система Академия Google (Google Scholar) | URL: https://scholar.google.ru/ |
| Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного | URL: https://elibrary.ru/project_risc.asp |

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Лекционная аудитория, оснащенная мультимедийными средства хранения, передачи и представления информации 5-217.

Компьютерный класс, оснащенный персональными компьютерами с пакетом MS Office, лицензионными программными комплексами, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета 5-504.

Аудитория для самостоятельной работы, оснащенные персональные компьютеры с пакетом MS Office, лицензионными программными комплексами, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета 5-504.

Читальные залы библиотеки университета.

Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования Шкафы для хранения учебно-методической документации, учебного оборудования и учебно-наглядных пособий.

Инструменты для ремонта лабораторного оборудования (Урицкого, 11, ауд.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 «Моделирование в строительстве» обучающемуся рекомендуется заниматься самостоятельной работой после каждого лекционного и практического занятия в течение всего семестра.

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

Примерные аудиторные практические работы (АПР):

АПР №1 Определить параметры функции распределения Вейбулла по результатам срочных наблюдений скорости ветра

Статистические данные скорости ветра

| Интервал, м/с | 0-1 | 2-3 | 4-5 | 6-7 | 8-9 | 10-11 | 12-13 | 14-15 | 16-17 | 18-20 |
|-------------------------------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Повторяемость, % | 32,3 | 14,8 | 16,3 | 12,2 | 8,2 | 4,4 | 6,6 | 1,8 | 2,7 | 0,7 |
| Граница интервала v_k , м/с | 2 | 4 | 5,5 | 7,5 | 9,5 | 11 | 13 | 15,5 | 18 | — |
| $F^*(v_k)$, % | 32,3 | 47,1 | 63,4 | 75,6 | 83,8 | 88,2 | 94,8 | 96,6 | 99,3 | — |

Статистические данные скорости ветра

| Интервал, м/с | 8-9 | 10-11 | 12-13 | 14-15 | 16-17 | 18-20 | 21-24 | 25-28 | 29-34 |
|---|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Число случаев n_i | 2 | 10 | 40 | 26 | 101 | 105 | 9 | 2 | 3 |
| Повторяемость $P = \frac{n_i}{N+1} 100\%$ | 0,67 | 3,34 | 13,37 | 8,7 | 33,75 | 35,16 | 3,01 | 0,67 | 1 |
| Граница интервала v_k , м/с | 9,5 | 11 | 13 | 15,5 | 18 | 21 | 25 | 29,5 | 35 |
| $P(v_k) = \sum_{i=1}^k P_i$ | 0,67 | 4,01 | 17,38 | 26,08 | 59,83 | 94,99 | 98 | 98,67 | 99,67 |

«Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации»

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

| Код индикатора | Индикаторы достижений | Оценочные средства |
|---|---|--|
| ОПК-1 Способен решать задачи профессиональной деятельности на основе использования теоретических и практических основ, математического аппарата фундаментальных наук | | |
| ОПК-1.1 | Решает инженерные задачи с помощью математического аппарата | <p>Теоретические вопросы:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Что такое модель и моделирование? 2. Назовите цели моделирования. 3. Какие существуют виды моделирования? 4. Перечислите свойства моделей. 5. Какие формы представления моделей вам известны? 6. Назовите отличие идеального моделирования от материального. 7. Что такое когнитивная модель? 8. Какие модели называют содержательными? 9. Назовите разновидности содержательных моделей. 10. Чем концептуальная модель отличается от содержательной? 11. Какие виды концептуальных моделей вы знаете? 12. По каким классификационным признакам можно подразделять модели? 13. Какие модели в зависимости от способа представления объекта вы знаете? 14. Что такое математическая модель и математическое моделирование? 15. Перечислите признаки, по которым классифицируются математические модели. 16. В чем отличие простых моделей от сложных? 17. Перечислите типы моделей в зависимости от применяемого оператора моделирования. 18. Как классифицируются модели в зависимости от входных и выходных параметров? 19. Чем отличаются дескриптивные и управленческие модели? 20. Для каких целей применяются прямые и обратные модели? 21. В чем отличие моделей прогноза от |

| Код индикатора | Индикаторы достижений | Оценочные средства |
|----------------|-----------------------|--|
| | | <p>оптимизационных моделей?</p> <p>21. Опишите типы содержательной классификации моделей.</p> <p>22. Перечислите основные этапы процесса построения математической модели.</p> <p>23. Перечислите основные этапы цикла вычислительного эксперимента.</p> <p>24. Что составляет основу вычислительного эксперимента?</p> <p>25. В чем отличие и сходство лабораторного и вычислительного эксперимента?</p> <p>26. Каким требованиям должен соответствовать вычислительный алгоритм?</p> <p>27. Назовите этапы создания программы для расчетов.</p> <p>28. Перечислите преимущества вычислительного эксперимента.</p> <p>29. Что такое имитационное моделирование?</p> <p>30. Какие можно выделить виды имитационного моделирования?</p> <p>31. В каких областях применяется имитационное моделирование?</p> <p>32. В чем заключается метод статистического моделирования?</p> <p>33. Расскажите суть метода Монте–Карло.</p> <p>34. В чем преимущества и недостатки метода Монте-Карло?</p> <p>35. Что такое "отказ" системы?</p> <p>36. Что такое "безотказность" системы?</p> <p>37. Основные понятия теории надежности: отказ, дефекты, надежность. Количественные характеристики надежности: резерв прочности, вероятность отказа, вероятность безотказной работы, характеристика безопасности, коэффициент запаса прочности.</p> <p>38. Последовательность вероятностного расчета надежности конструкции методом статистического моделирования.</p> <p>39. Последовательность вероятностного расчета надежности конструкции методом Монте-Карло.</p> |

| Код индикатора | Индикаторы достижений | Оценочные средства |
|----------------|--|---|
| ОПК-1.2 | Решает типовые задачи в профессиональной деятельности на основе использования теоретических и практических основ | <p>Примерные практические задания:</p> <p>1. Размеры натурной оболочки в плане 24x24 м, стрела подъема 4 м, толщина 5 см. Проектный класс бетона В30, арматура класса А-I диаметром 8 мм с шагом армирования 25 см. Определить параметры модели.</p> <p>Примерные практические задания:</p> <p>1. Определить параметры модели многопустотной ж/б плиты перекрытия.</p> |

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

Промежуточная аттестация по дисциплине «Моделирование в строительстве» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме зачета, экзамена и в форме выполнения и защиты курсовых проектов.

Экзамен по данной дисциплине проводится в устной форме по экзаменационным билетам, каждый из которых включает 2 теоретических вопроса и одно практическое задание.

Показатели и критерии оценивания экзамена:

– 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.