

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ и ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н.Ельцина»

Институт Строительства и архитектуры

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по науке

А.В. Германенко

2022 г.




РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ, МЕТОДЫ ЧИСЛЕННЫХ
И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ
КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Перечень сведений о рабочей программе дисциплины	Учетные данные
Программа аспирантуры <i>Математическое моделирование, методы численных и экспериментальных исследований конструкций зданий и сооружений</i>	Код ПА 2.1.6
Группа специальностей <i>Строительство и архитектура</i>	Код 2.1
Федеральные государственные требования (ФГТ)	Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 20 октября 2021 г. № 951
Самостоятельно утвержденные требования (СУТ)	Приказ «О введении в действие «Требований к разработке и реализации программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре УрФУ» №315/03 от 31.03.2022

Екатеринбург
2022 г.

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	ФИО	Ученая степень, ученое звание	Должность	Структурное подразделение	Подпись
1	Пастухова Лилия Германовна	к.т.н..	Зав. кафедрой	Кафедра Гидравлика	

Рекомендовано учебно-методическим советом института Строительства и архитектуры

Председатель учебно-методического совета
Протокол № 2 от 15.09.2022 г.



Л.И. Миронова

Согласовано:

Начальник ОПНПК



Е.А. Бутрина

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ «Математическое моделирование, методы численных и экспериментальных исследований конструкций зданий и сооружений»

1.1. Аннотация содержания дисциплины

Целью изучения дисциплины «Математическое моделирование, методы численных и экспериментальных исследований конструкций зданий и сооружений» является углубление знаний по ряду теоретических проблем и освоение фундаментальных основ математического моделирования строительных конструкций, зданий и сооружений и методов выполнения численных и экспериментальных исследований строительных конструкций.

Задачи дисциплины заключаются в изучении:

- законов математического моделирования строительных конструкций, зданий и сооружений;
- методов выполнения численных и экспериментальных исследований строительных конструкций;
- законов корректного представления результатов исследования.
- Статистического обоснования коэффициентов надёжности по нагрузке, по материалам; правил и критериев назначения величин для определения нормативных и расчётных значений нагрузок, нормативного и расчётного сопротивления материала.
- Понятия о риске, безопасности и живучести конструкций, зданий и сооружений; подходов к обеспечению безопасности, оценке и снижению риска от аварийных воздействий.

Место дисциплины-модуля в модульной структуре образовательной программы

1	Пререквизиты	«История и философия науки»; «Наукометрия и современные информационно-коммуникативные технологии в науке» «Научно-исследовательская практика»
2	Кореквизиты	«Гидротехническое строительство, гидравлика и инженерная гидрология»
3	Постреквизиты	Итоговая государственная аттестация

1.2. Язык реализации дисциплины - русский

1.3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

В результате освоения дисциплины аспирант должен:

Знать:

- теорию подобия и методики математического и физического моделирования;
- методы расчета и оптимизации инженерных конструкций, технологий и сооружений;
- современное программное обеспечение систем проектирования и расчета;

Уметь:

- самостоятельно формулировать и решать задачи оптимизации существующих инженерных конструкций, сооружений и процессов;

- использовать программное обеспечение для автоматизированного проектирования строительных конструкций, зданий и сооружений;
- самостоятельно изучать и анализировать научные публикации, нормативную и справочную литературу;

Владеть (демонстрировать навыки и опыт деятельности):

- методами построения математических и физических моделей;
- методами современных информационных технологий;
- методами расчета инженерных конструкций, зданий и сооружений различного назначения;
- основными методами измерений, обработки результатов и оценки погрешности измерений.

1.4. Объем дисциплины

№ п/п	Виды учебной работы	Объем дисциплины		Распределение объема дисциплины по семестрам (час.)
		Всего часов	В т.ч. контактная работа (час.)*	5
1.	Аудиторные занятия	4	4	4
2.	Лекции	4	4	4
3.	Практические занятия			
4.	Самостоятельная работа аспирантов, включая все виды текущей аттестации	104	0,6	0,6
5.	Промежуточная аттестация	0,33	0,33	3
6.	Общий объем по учебному плану, час.	108	4,93	108
7.	Общий объем по учебному плану, з.е.	3		3

*Контактная работа составляет:

в п/п 2,3, - количество часов, равное объему соответствующего вида занятий;

в п.4 – количество часов, равное сумме объема времени, выделенного преподавателю на консультации в группе (15% от объема аудиторных занятий).

в п.5 – количество часов, равное сумме объема времени, выделенного преподавателю на проведение соответствующего вида промежуточной аттестации одного аспиранта.

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Общие представления о математическом моделировании	Формализация представлений при моделировании систем. Матричная форма представления задач строительной механики. Обобщенные координаты. Элементы анализа сетей. прогнозирование расчетных ситуаций.
P2	Обработка результатов эксперимента	Статистическое обоснование результатов обработки эксперимента. Статистическая обработка результатов испытаний.

3. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

3.1. Практические занятия

не предусмотрено

3.2. Примерная тематика самостоятельной работы

3.2.1. Примерный перечень тем рефератов (эссе, творческих работ)

не предусмотрено

3.2.2. Примерная тематика индивидуальных или групповых проектов

не предусмотрено

4. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

4.1. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Применяются утвержденные на кафедре критерии оценивания достижений аспирантов по каждому контрольно-оценочному мероприятию. Система критериев оценивания опирается на три уровня освоения компонентов компетенций: пороговый, повышенный, высокий.

Компоненты компетенций	Признаки уровня освоения компонентов компетенций		
	пороговый	повышенный	высокий
Знания	Аспирант демонстрирует знание-знакомство, знание-копию: узнает объекты, явления и понятия, находит в них различия, проявляет знание источников получения информации, может осуществлять самостоятельно репродуктивные действия над знаниями путем самостоятельного воспроизведения и применения информации.	Аспирант демонстрирует аналитические знания: уверенно воспроизводит и понимает полученные знания, относит их к той или иной классификационной группе, самостоятельно систематизирует их, устанавливает взаимосвязи между ними, продуктивно применяет в знакомых ситуациях.	Аспирант может самостоятельно извлекать новые знания из окружающего мира, творчески их использовать для принятия решений в новых и нестандартных ситуациях.
Умения	Аспирант умеет корректно выполнять предписанные действия по инструкции, алгоритму в известной ситуации, самостоятельно выполняет действия по решению типовых задач, требующих выбора из числа известных методов, в предсказуемо изменяющейся ситуации	Аспирант умеет самостоятельно выполнять действия (приемы, операции) по решению нестандартных задач, требующих выбора на основе комбинации известных методов, в непредсказуемо изменяющейся ситуации	Аспирант умеет самостоятельно выполнять действия, связанные с решением исследовательских задач, демонстрирует творческое использование умений (технологий)
Личностные качества	Аспирант имеет низкую мотивацию учебной	Аспирант имеет выраженную мотивацию	Аспирант имеет развитую мотивацию

	деятельности, проявляет безразличное, безответственное отношение к учебе, порученному делу	учебной деятельности, демонстрирует позитивное отношение к обучению и будущей трудовой деятельности, проявляет активность.	учебной и трудовой деятельности, проявляет настойчивость и увлеченность, трудолюбие, самостоятельность, творческий подход.
--	--	--	--

4.2. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

4.2.1. Перечень примерных вопросов для зачета

1. Моделирование систем. Виды моделирования. Электрическое моделирование. Математическое моделирование. Виды математических моделей. Обратные задачи исследования операций
2. Подготовка данных и обработка результатов моделирования систем
3. Математическое моделирование работы под нагрузкой соединений и конструкций
4. Разработка расчетных моделей строительных конструкций
5. Планирование эксперимента
6. Обработка и анализ результатов моделирования систем
7. Моделирование работы строительных конструкций и технических систем
8. Аналитические модели
9. Имитационные модели. Моделирование случайных факторов
10. Моделирование силового сопротивления конструкций
11. Конечно-элементные модели. Решение задач на основе метода конечных элементов. Типы конечных элементов
12. Модели многосвязных технических систем. Моделирование объектов на макроуровне. Типы элементов. Аналогии топологических уравнений
13. Статическая обработка и оценка результатов испытания материалов на образцах
14. Теория вероятностей как основа теории эксперимента. Планирование эксперимента. Экономическое обоснование выбора метода экспериментального исследования. Оптимальное планирование эксперимента. Измерение интенсивности событий. Последовательное планирование. Рандомизация. Различные условия работы конструкций и их учёт с помощью соответствующих коэффициентов
15. Статистические методы обработки экспериментальных данных. Понятие о статической проверке гипотез. Корреляционный анализ. Оценка основных характеристик многомерного нормального закона распределения
16. Регрессионный анализ. Выбор вида уравнения регрессии, результативной и объясняющих переменных. Метод наименьших квадратов и свойства получаемых оценок. Проверка значимости и интервальное оценивание уравнения и коэффициентов регрессии
17. Дисперсионный анализ. Схемы одно-, двух- и трехфакторного дисперсионного анализа. Оценка влияния одновременно действующих факторов. Элементы статистики случайных процессов. Временные ряды. Основные понятия многомерного анализа
18. Системный подход к исследованию сложных строительных конструкций и сооружений. Объект исследований как сложная система. Схема процесса исследования. Математическое моделирование работы строительной конструкции. Физическое моделирование
19. Построение моделей для исследования строительных конструкций. Расчетные модели строительных конструкций. Физические модели. Особенности экспериментальных исследований строительных конструкций различных типов, выполненных из разных материалов

20. Методы статистической обработки данных. Оценка достоверности различий средних величин. исключение высказывающих вариант
21. Методы планирования эксперимента. Метод планирования по Зейделю-Гауссу. Метод многофакторного планирования. Метод крутого восхождения. Стратегия поиска оптимума. Симплекс-планирование
22. Статистическая обработка результатов эксперимента. используемый математический аппарат
23. Многофакторный анализ. полный и дробный эксперимент. Формулировка математической задачи. Установление области определения факторов. Матрица планирования. Формирование уравнения регрессии. Регрессионный анализ. Интерпретация результатов

4.2.2. Перечень примерных вопросов для экзамена

не предусмотрено

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Рекомендуемая литература

5.1.1. Основная литература

1. [Перельмутер, Анатолий Викторович](#). Устойчивость равновесия конструкций и родственные проблемы. Т. 2. Устойчивость упруго деформируемых механических систем / А. В. Перельмутер, В. И. Сливкер .— Москва : СКАД СОФТ, 2010 .— 663 с. : ил. ; Книгохранение 1 (научный фонд) (ул. Мира 19), экз. 5, инв.номер 1161107, 1161108, 1161109, 1161110, 1161111
2. [Попов, Л. Н.](#) Строительные материалы, изделия и конструкции : учеб. пособие для студентов, обучающихся по направлению 270100 "Стр-во" / Л. Н. Попов .— Москва : ЦПП, 2010 .— 467 с. : ил. ; Книгохранение 1 (научный фонд) (ул. Мира 19), экз. 1, инв.номер 1158227 Абонемент младших курсов (ул. Мира 34г), экз. 18, инв.номер 21908 Читальный зал технической литературы (ул. Мира 19), экз. 1, инв.номер 21908
3. [Маилян, Рафаэль Левонович](#). Строительные конструкции : учеб. пособие для студентов, обучающихся по направлению "Стр-во" / Р. Л. Маилян, Д. Р. Маилян, Ю. А. Веселев .— Изд. 4-е .— Ростов-на-Дону : Феникс, 2010 .— 875 с. : ил. ; Читальный зал технической литературы (ул. Мира 19), экз. 1, инв.номер 1158484
4. [Бабанов, Владимир Владимирович](#). Строительная механика : учеб. для студентов вузов, обучающихся по направлению "Стр-во" : в 2 т. Т. 1 / В. В. Бабанов .— Москва : Академия, 2011 .— 304 с. : ил. ; Книгохранение 1 (научный фонд) (ул. Мира 19), экз. 1, инв.номер 1160517 Книгохранение 2 (учебный фонд) (ул. Мира 19), экз. 8, инв.номер 22057 Читальный зал технической литературы (ул. Мира 19), экз. 1, инв.номер 22057
5. [Красный, Юрий Михайлович](#). Проектирование технологии возведения зданий из монолитного железобетона : [учеб. пособие] / Ю. М. Красный, О. В. Машкин, О. А. Бессонова .— Екатеринбург : УрО РАН, 2011 .— 464 с. : ил. ; Книгохранение 1 (научный фонд) (ул. Мира 19), экз. 1, инв.номер 1161427 Книгохранение 2 (учебный фонд) (ул. Мира 19), экз. 7, инв.номер 22281
6. [Ступишин, Леонид Юлианович](#). Строительная механика плоских стержневых систем : учебное пособие для студентов ВПО, обучающихся по направлению подготовки 270100 "Строительство" / Л. Ю. Ступишин, С. И. Трушин ; под ред. С. И. Трушина .— 2-е изд. — Москва : ИНФРА-М, 2014 .— 278 с. : ил. Книгохранение 2 (учебный фонд) (ул. Мира 19), экз. 5, инв.номер 23305 Читальный зал технической литературы (ул. Мира 19), экз. 1, инв.номер 1169114

5.1.2. Дополнительная литература

1. Горев В.В., Филиппов В.В., Тезиков Н.Ю. Математическое моделирование при расчетах и исследованиях строительных конструкций: Учеб. пособие / В.В. Горев, В.В. Филиппов, Н.Ю. Тезиков. – М.: Высшая школа, 2002. – 206 с.
2. Вероятностные методы в строительном проектировании / Г. Аугусти, А. Баратта, Ф. Кашиати. Перевод с англ. канд. техн. наук Ю.Д. Сухова. – М., Стройиздат, 1988.
3. Борисевич А.А. Общие уравнения строительной механики и оптимальное проектирование строительных конструкций. – Минск, 1998. – 144 с.
4. Гмурман В. Е. Теория вероятностей и математическая статистика. – М.: Высшая школа, 2001. – 480 с.
5. Горев В.В. Математическое моделирование работы строительных конструкций. – Липецк: ЛГТУ, 1996. – 81 с.
6. Горев В.В. Взаимно-обратная система координат и ее использование при решении практических задач. – Липецк, 1986. – 13 с.
7. Теория надёжности в строительном проектировании / Райзер В.Д. – М., АСВ, 1998.
8. Строительная механика. Основы теории с примерами расчетов / Под ред. Саргсяна А.Е. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Высш. шк., 2000. – 416 с.
9. Арайс Е.А., Дмитриев В.М. Автоматизация моделирования многосвязных механических систем. – М.: Машиностроение, 1987. – 240 с.
10. Венцель Е.С., Овчаров Л.А. Теория вероятностей и ее инженерные приложения. – М.: Наука, 1988. – 480 с.
11. Венцель Е.С. Исследование операций. Задачи, принципы, методология. – М.: Наука, 1988. – 207 с.
12. Теория расчёта строительных конструкций на надёжность / А.Р. Ржаницын. – М., Стройиздат, 1978.
13. Испытание сооружений / Ю.А. Золотухин. – Минск, Высшая школа, 1992.
14. Экспериментальные методы исследования деформаций и напряжений / Касаткина Б.С. – Киев, Наумова Думка, 1981.
15. Ермаков С.М., Жиглявский А.А. Математическая теория оптимального эксперимента. – М.: Наука, 1987. – 319 с.
16. Ашмарин И.П., Васильев Н.Н., Амбросов В.А. Быстрые методы статистической обработки и планирование экспериментов. – Ленинград: Изд-во Ленинградского ун-та, 1974. – 76 с.
17. Адлер Ю.П., Маркова Е.В., Грановский Ю.В. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. – М.: Наука, 1976.
18. Гришин В.К. Статистические методы анализа и планирования экспериментов. – М.: Изд. МГУ, 1975. – 128 с.
19. Шеннон Р. Имитационное моделирование систем. – Искусство и наука/ Пер. с англ.; – М.: Мир, 1978. – 418 с.
20. Болотин В.В. Применение методов теории вероятностей и теории надежности в расчетах сооружений. – М.: Стройиздат, 1971. – 255 с.
21. Демжович Б.П., Марон И.А., Шувалова Э.З. Численные методы анализа. – М.: Физматгиз, 1967. – 368 с.
22. Бродский А.Д., Кая В.Л. Краткий справочник по математической обработке результатов измерений. – М.: Стандартгиз, 1960. – 168 с.

5.2. Методические разработки

не используются

5.3. Программное обеспечение

1. Электронные таблицы Microsoft Excel.
2. Браузер Internet Explorer
3. Графический редактор Compas 8-12

4. MathCad 2014
5. Statistica 6
6. AutoCAD 2008-2014

5.4. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. Ресурсы образовательного портала УрФУ (режим доступа: <http://lib.urfu.ru/course/view.php?id=76>)
2. ЭБС «Лань» (режим доступа: <http://e.lanbook.com>)
3. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» (режим доступа: <http://biblioclub.ru>)
4. Ресурсы образовательного портала УрФУ (режим доступа: <http://lib.urfu.ru/>)

5.5. Электронные образовательные ресурсы

Электронные ресурсы ЗНБ УрФУ. Код доступа: URL:<http://lib.urfu.ru/>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием

№	Аудитория, место нахождения	Характеристика кабинета / аудитории и программного обеспечения
1	Ул. Мира, 17 С-309	Современная эргономичная мебель для студентов (на 40 чел.); Компьютер; Мультимедийный проектор; Выдвижной настенный экран; Лицензионное ПО: MSOffice, Adobe Reader,
2	Ул. Мира, 17 С-305	Современная эргономичная мебель для студентов (на 60 человек); Компьютер; Мультимедийный проектор; Выдвижной настенный экран; Лицензионное ПО: MSOffice, Adobe Reader, Kaspersky Antivirus
3	Ул. Мира, 17 СП-106	Компьютерный класс Современная мебель для студентов (на 14 человек); Компьютер (14 ед.); Мультимедийный проектор; Лицензионное ПО: MSOffice, Adobe Reader, Kaspersky Antivirus, Маркерная доска; Лицензионное ПО: MSOffice, Adobe Reader, Kaspersky Antivirus
4	Ул. Мира, 17 СП-206	Компьютерный класс Современная мебель для студентов (на 14 человек); Компьютер (14 ед.); Мультимедийный проектор; Лицензионное ПО: MSOffice, Adobe Reader, Kaspersky Antivirus, Маркерная доска; Лицензионное ПО: MSOffice, Adobe Reader, Kaspersky Antivirus Сканер Плоттер Копир Лазерный принтер
5	Ул. Мира, 17 СП-203	Методический кабинет, обеспеченный литературой Современная эргономичная мебель для студентов (на 15 чел.) Мультимедийный проектор; Компьютер; Выдвижной настенный экран; Лицензионное ПО: MSOffice, Adobe Reader, Kaspersky Antivirus