



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«Дальневосточный федеральный университет»**  
(ДФУ)

**ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (ШКОЛА)**

«СОГЛАСОВАНО»

Руководитель ОП

  
(подпись)

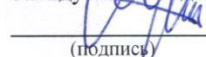
Н.Я. Цимбельман

(Ф.И.О.)

« 28 » января 2021 г.

«УТВЕРЖДАЮ»

Заведующий отделением ММТиТ ИД

  
(подпись)

М.В. Грибиниченко

(Ф.И.О.)

« 27 » января 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Математическое моделирование**

**Направление подготовки 08.04.01 Строительство**

Технологии информационного моделирования в строительстве / BIM design technology

**Форма подготовки очная**

курс 2 семестр 3

лекции 0 час.

практические занятия 36

лабораторные работы не предусмотрены

в том числе с использованием МАО лек. - / пр. - / лаб. 00 час.

всего часов аудиторной нагрузки 45 час.

в том числе с использованием МАО 00 час.

самостоятельная работа 45 час.

в том числе на подготовку к экзамену 0 час.

контрольные работы (количество) не предусмотрены

курсовая работа / курсовой проект не предусмотрены

зачет 3 семестр

экзамен не предусмотрен

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта по направлению подготовки 08.04.01 № 482, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 31.05.2017 г. № \_\_\_\_\_

Рабочая программа обсуждена на заседании отделения Машиностроения, морской техники и транспорта Инженерного департамента протокол № 6 от «26» марта 2021 г.

Заведующий отделением ММТиТ ИД М.В. Грибиниченко

Составитель: к.ф.-м.н., доцент А.А. Бочарова

Владивосток

2021

**Оборотная сторона титульного листа РПД**

**I. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры/департамента:**

Протокол от « 27 » января 20 22 г. № 5

Заведующий кафедрой/ директор департамента \_\_\_\_\_ *Н.Я. Цимбельман*  
(подпись) (И.О. Фамилия)

**II. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры/департамента:**

Протокол от « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

**III. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры/департамента:**

Протокол от « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

**IV. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры/департамента:**

Протокол от « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

## **ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ освоения дисциплины «Математическое моделирование»:**

**Целью** дисциплины «Математическое моделирование» является изучение общих принципов построения математических моделей физических процессов и оптимального управления строительными проектами, методов моделирования современными вычислительными средствами и сравнительного анализа моделей различной степени приближения.

### **Задачи дисциплины:**

- Формирование профессиональных компетенций, определяющих готовность и способность магистра к использованию знаний в области математического моделирования при решении практических задач в рамках производственной, проектной и научно-исследовательской профессиональной деятельности;
- Овладение обучающимися принципами и методологией построения математических моделей физических процессов и оптимального управления строительными проектами, способами упрощения моделей и анализа влияния допущений на точность модели;
- Приобретение практических навыков применения аналитических и численных методов в процессе валидации и верификации математических моделей;
- Выработка навыков самостоятельного углубления и расширения математических знаний и навыков математического моделирования в области прикладных инженерных задач.

Для успешного освоения дисциплины «Математическое моделирование» обучающиеся должны усвоить следующие дисциплины и разделы фундаментальных наук «Математика», «Физика», «Теория вероятностей и статистика», «Информатика», «Прикладная математика».

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы, характеризуют формирование следующих компетенций:

Общепрофессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения

Наименование категории (группы) профессиональных компетенций	Код и наименование профессиональной компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Тип задач профессиональной	ПК-3 Способность организовать работу и	ПК-3.1 Определение требований к среде общих данных информационной

Наименование категории (группы) профессиональных компетенций	Код и наименование профессиональной компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции
деятельности: проектный	участвовать в процессе создания, использования и сопровождения информационной модели объекта капитального строительства	модели. Организация среды общих данных проекта информационного моделирования
Тип задач профессиональной деятельности: проектный	ПК-4 Способен проектировать сооружения различного назначения и их конструктивные элементы с применением специальных программно-вычислительных комплексов	ПК-4.1 Моделирование и расчётный анализ конструкций для проектных целей и обоснования надёжности и безопасности объектов капитального строительства
		ПК-4.3 Автоматизация и сопровождение решения задач формирования, анализа и передачи данных об объекте капитального строительства средствами информационного моделирования

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
ПК-3.1 Определение требований к среде общих данных информационной модели. Организация среды общих данных проекта информационного моделирования	Знает основы требований к среде общих данных информационной модели, к организации среды общих данных проекта информационного моделирования
	Умеет использовать вычислительные пакеты для организации среды общих данных проекта информационного моделирования при проектировании инженерных систем, зданий и сооружений
	Владеет способностью осваивать и применять новые компьютерные системы для организации среды общих данных проекта информационного моделирования при проектировании инженерных систем, зданий и сооружений
ПК-4.1 Моделирование и расчётный анализ конструкций для проектных целей и обоснования надёжности и безопасности объектов капитального строительства	Знает основы построения математических моделей, описывающих расчётный анализ конструкций для проектных целей и обоснования надёжности и безопасности объектов капитального строительства
	Умеет использовать знание систем компьютерного моделирования для проведения расчётного анализа конструкций для проектных целей и обоснования надёжности и безопасности объектов капитального строительства
	Владеет способностью осваивать и эффективно применять системы компьютерного моделирования для расчётного анализа конструкций для проектных целей и обоснования надёжности и безопасности объектов капитального строительства

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
ПК-4.3 Автоматизация и сопровождение решения задач формирования, анализа и передачи данных об объекте капитального строительства средствами информационного моделирования	Знает основные методы, позволяющие провести автоматизация решения задач формирования, анализа и передачи данных об объекте капитального строительства средствами информационного моделирования
	Умеет применять вычислительные системы для автоматизации решения задач формирования, анализа и передачи данных об объекте капитального строительства средствами информационного моделирования
	Владеет способностью осваивать современные системы и разрабатывать способы автоматизация решения задач формирования, анализа и передачи данных об объекте капитального строительства средствами информационного моделирования

## 2. Трудоёмкость дисциплины и видов учебных занятий по дисциплине

Дисциплина Б1.В.10 «Математическое моделирование» является дисциплиной части, формируемой участниками образовательных отношений, изучается в 3 семестре и завершается зачетом. Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачётных единиц/ 108 академических часов. Учебным планом предусмотрено лекции - не предусмотрены, практики - 36 час, лабораторные работы – не предусмотрены, самостоятельная работа - 45 час.

(1 зачетная единица соответствует 36 академическим часам)

Видами учебных занятий и работы обучающегося по дисциплине являются:

Обозначение	Виды учебных занятий и работы обучающегося
Пр	Практические занятия
СР	Самостоятельная работа обучающегося в период теоретического обучения
Контроль	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	
			Лек	Лаб	Пр	ОК	СР		Контроль
1	Раздел 1. Моделирование физических процессов с	1			26	-	45	27	УО-1; ПР-12;

	помощью дифференциальных уравнений.							
2	Раздел 2. Математическое моделирование в управлении строительными проектами	1			10			
	Итого:				36	-	45	27

## I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

### Лекционные занятия (0 час.)

## II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА И САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

### Практические занятия (36 часов)

#### Раздел 1. Моделирование физических процессов с помощью дифференциальных уравнений.

##### Занятие 1. Типы математических моделей (2 час).

План занятия:

1. Основные типы математических моделей, классификация математических моделей.
2. Методы упрощения моделей, оценка погрешности метода, погрешность вычислений, вычислительные методы и алгоритмы.
3. Примеры простейших математических моделей – основные физические законы: закон Ньютона, закон Фурье, закон Дарси, закон Гука.
4. Обсуждение результатов и экспресс-опрос по теме занятия.

##### Занятие 2. Этапы построения математической модели (2 час).

План занятия:

1. Краткие теоретические сведения. Валидация и верификация математической модели.
2. Примеры простейших математических моделей физических процессов: падение тела с высоты - ОДУ второго порядка. Задача Коши для ОДУ 2 порядка.
3. Решение задачи Коши (индивидуальное задание) с использованием блоков вычисления MathCad, параметризация по значениям начальной скорости, построение графиков, сравнение.

4. Обсуждение результатов и экспресс-опрос по теме занятия.

### **Занятие 3. Движение тела в среде с сопротивлением (2 часа).**

План занятия:

1. Краткие теоретические сведения. Моделирование сопротивления среды.
2. Применение блоков решения и их параметризация по коэффициентам уравнения и начальным условиям для задачи Коши для ОДУ 2 порядка.
3. построение графиков, сравнение.
4. Обсуждение результатов и экспресс-опрос по теме занятия.

### **Занятие 4. Математическая модель колебаний (2 час).**

План занятия:

1. Моделирование процесса колебаний: тело – пружина- демпфер. Задача Коши для ОДУ 2 порядка.
2. Самостоятельная работа по применению блоков решения и их параметризации средствами MathCad к моделированию колебаний: свободные, вынужденные.
3. Определить собственную частоту колебаний системы, подобрать частоту вынуждающей силы для получения резонанса.
4. Построение графиков для различных параметров.

### **Занятие 5. Популяционные модели (2 часа).**

План занятия:

1. Краткие теоретические сведения.
2. Модели экспоненциального роста, модель Мальтуса, модели хищник-жертва средствами MathCad. Модели Ферхюльста, модель распространения эпидемии.
3. Моделирование с помощью параметризации блоков решения вычислительного комплекса MathCad Prime.
4. Представление и защита выполненных заданий.

### **Занятие 6. Моделирование процесса теплообмена (2 часа).**

План занятия:

1. Модель одномерной теплопроводности в слоистой стенке. Условия сопряжения.
2. Рассмотрение задачи кусочно-непрерывного коэффициента теплопроводности с применением средств MathCad.
3. Подбор толщины изоляционного слоя для исключения промерзания стены (самостоятельная работа).
4. Обсуждение результатов и экспресс-опрос по теме занятия.

## **Занятие 7. Постановка задач для уравнений математической физики (2 часа).**

План занятия:

1. Классификация дифференциальных уравнений в частных производных: уравнения параболического, эллиптического и параболического типов.
2. Граничные и начальные условия для ДУ с частными производными, постановка краевых задач.
3. Метод разделения переменных для уравнения теплопроводности. Аналитическое решение.
4. Опрос по теме.

## **Занятие 8. Моделирование нестационарной одномерной теплопроводности (2 часа).**

План занятия:

1. Краткие теоретические сведения.
2. Моделирование нестационарной теплопроводности в стенке при условии циклического изменения температуры на границе в Mathcad.
3. Построение графиков.
4. Представление и защита выполненных заданий.

## **Занятие 9. Метод сеток для уравнения теплопроводности (2 час).**

План занятия:

1. Краткие теоретические сведения. Разностная схема метода сеток для уравнения теплопроводности.
2. Получить решение с помощью явной схемы средствами MathCad
3. Построение 3-d и контурных графиков.

## **Занятие 10. Моделирование переноса тепла (2 часа).**

План занятия:

1. Краткие теоретические сведения. Построение математической модели переноса.
2. Применить метод сеток для моделирования переноса тепла средствами MathCad Prime при различных скоростях теплоносителя.
3. Построение 3-d и контурных графиков.
4. Обсуждение результатов и экспресс-опрос по теме занятия.

## **Занятие 11. Моделирование процессов колебаний в стержне (2 часа).**

План занятия:

1. Краткие теоретические сведения. Постановка задачи для уравнения колебаний.
2. Аналитическое решение для свободных и вынужденных колебаний методом разделения переменных.



3. Построить графики поверхностей и контурный график для аналитического решения в MathCad Prime.

4. Обсуждение результатов и экспресс-опрос по теме занятия.

#### **Занятие 12. Численное моделирование процессов колебаний (2 часа).**

План занятия:

1. Постановка задачи, метод сеток для уравнения колебаний.

2. Построение разностной схемы для колебаний стержня в MathCad Prime.

3. Моделирование свободных и вынужденных колебаний.

3. Построение 3-d и контурных графиков, обсуждение результатов.

#### **Занятие 13. Моделирование стационарной теплопроводности. (2 часа).**

План занятия:

1. Краткие теоретические сведения. Уравнение Лапласа, краевая задача.

2. Аналитический метод разделения переменных для прямоугольника,

3. Построить график аналитического решения по распределению потенциала в прямоугольнике.

4. Построить графики, используя средства MathCad Prime.

#### **Занятие 14. Численное моделирование стационарной теплопроводности. (2 часа).**

План занятия:

1. Постановка задачи, обзор функций MathCad Prime.

2. Моделирование теплового потока на квадратной плите встроенными функциями MathCad Prime.

3. Моделирование точечных и распределенных тепловых источников.

4. Построение графиков обсуждение результатов по теме занятия.

### **Раздел 2. Математическое моделирование в управлении строительными проектами**

#### **Занятие 15. Методы линейного программирования в управлении строительством (2 часа).**

План занятия:

1. Задача управления запасами строительных материалов – постановка задачи линейного программирования.

2. Рассмотреть на заданном примере задачу определения максимального значения целевой функции при системе ограничений, симплекс метод.

3. Решить задачу средствами оптимизации MathCad Prime.

4. Обсуждение результатов по теме занятия.

#### **Занятие 16. Управление перевозками в строительстве (2 часа).**

План занятия:

1. Постановка транспортной задачи для моделирования перевозок материалов.
2. Решение средствами оптимизации MathCad Prime.
3. Выполнить индивидуальное задание по теме и сделать вывод.

### **Занятие 17. Оптимизация состава строительных материалов (2 часа).**

План занятия:

1. Задача о составлении оптимальных смесей из разнородных материалов.
2. Представление выполненных индивидуальных заданий для самостоятельной работы.
3. Обсуждение результатов и опрос по теме.

### **Занятие 18. Математическое моделирование в управлении строительными проектами**

План занятия:

1. Задача об использовании мощности оборудования
2. Задача об оптимизации распределения бригад по объектам строительства
3. Обсуждение результатов и опрос по теме.
4. Итоговое занятие.

Лекционные занятия проводятся в специализированной аудитории ДВФУ, практические занятия проводятся в компьютерном классе с использованием лицензионного ПО Mathcad Prime.

## **Задания для самостоятельной работы**

### **РГР №1. Моделирование движения тела в среде с сопротивлением. Параметризация блоков решения.**

1. Построить математическую модель - сформулировать задачу Коши для ОДУ 2-го порядка.
2. Использовать для моделирования блоки решения ОДУ MathCad Prime.
3. Построить графики по результатам параметризации по коэффициентам уравнения и начальным условиям.

### **РГР №2. Моделирование процесса колебаний системы: тело – пружина- демпфер.**

1. Построить математическую модель - сформулировать задачу Коши для ОДУ 2-го порядка.

2. Использовать для моделирования блоки решения ОДУ MathCad Prime для моделирования свободных и вынужденных колебаний.

3. Определить собственную частоту колебаний системы, подобрать частоту вынуждающей силы для получения резонанса.

4. Построить графики по результатам параметризации по коэффициентам уравнения и начальным условиям.

### **РГР №3. Популяционные модели.**

1. Рассмотреть модели экспоненциального роста - модель Мальтуса.

2. Рассмотреть модели с ограничениями: модель хищник-жертва, модель Ферхюльста, модель распространения эпидемии.

3. Провести моделирование по параметрам уравнения и начальным условиям с использованием блоков решения MathCad Prime.

4. Построить графики.

### **РГР №4. Моделирование процессов теплопроводности.**

1. Модель одномерной теплопроводности в слоистой стенке. Условия сопряжения. Рассмотреть моделирование кусочно-непрерывного коэффициента теплопроводности с применением средств MathCad.

2. Построить аналитическое решение задачи. Для выбранных параметров материалов подобрать толщину изоляционного слоя для исключения промерзания стены.

3. Записать аналитическое решение, полученное методом разделения переменных для одномерного уравнения теплопроводности. Построить график для нестационарного распределения температуры в стенке при изменении температуры на границе.

4. Получить численное решение задачи об остывании стенки методом сеток (явная схема) в MathCad Prime.

### **РГР № 5. Численное моделирование процессов колебаний.**

1. Рассмотреть постановку задачи для уравнения колебаний стержня. Записать аналитическое решение. Построить 3-d и контурный график поверхности.

2. Построить разностную схему решения уравнения колебаний методом сеток.

3. Построить численное решение задачи в MathCad Prime, графики.

### **РГР № 6. Моделирование стационарных процессов в плоской области.**

1. Постановка краевой задачи Дирихле для уравнения Лапласа, Аналитический метод разделения переменных для прямоугольника.
2. Построить график аналитического решения по стационарному распределению температур в прямоугольнике.
3. Рассмотреть моделирование теплового потока на квадратной плите встроенными функциями MathCad Prime.
4. Моделирование точечных и распределенных тепловых источников.

### **РГР №7. Методы линейного программирования в управлении строительством**

5. Рассмотреть задачу управления запасами строительных материалов как задачу линейного программирования.
  1. Рассмотреть транспортную задачу для моделирования перевозок материалов.
  2. Оптимизация состава строительных материалов.
  3. Задача об оптимизации распределения бригад по объектам строительства
  4. Решить задачи средствами оптимизации MathCad Prime.

## **III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Математическое моделирование» включает в себя:

- план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;
- характеристика заданий для самостоятельной работы студентов и методические рекомендации по их выполнению;
- требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;
- критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

### **План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине**

<b>№ п/п</b>	<b>Дата/сроки выполнения</b>	<b>Вид самостоятельной работы</b>	<b>Примерные нормы времени на выполнение</b>	<b>Форма контроля</b>
1	3 неделя семестра	Решение заданий по теме 1	4	ПР-12

		РГР № 1		
2	5 неделя семестра	Решение заданий по теме 1 РГР № 2	4	ПР-12
3	7 неделя семестра	Решение заданий по теме 2 РГР № 3	4	ПР-12
4	10 неделя семестра	Подготовка к устному опросу по разделу 1	4	УО-1
5	10 неделя семестра	Решение заданий по теме 3 РГР № 4	4	ПР-12
6	12 неделя семестра	Решение заданий по теме 4 РГР № 6	4	ПР-12
7	14 неделя семестра	Решение заданий по теме 4 РГР № 6	6	ПР-12
8	16 неделя семестра	Решение заданий по теме 1 РГР № 7	6	ПР-12
9	17 неделя семестра	Подготовка к устному опросу по темам раздела 2.	4	УО-1
10	18 неделя семестра	Подготовка к зачету	5	зачет
<b>Итого</b>			<b>45 час.</b>	

### **Рекомендации по самостоятельной работе студентов**

#### **Планирование и организация времени, отведенного на выполнение заданий самостоятельной работы**

На изучение дисциплины отводится 36 часов аудиторных занятий и 45 часа самостоятельной работы. Следует изучить график выполнения самостоятельной работы и правильно её организовать. Обратит внимание, что итоги самостоятельной работы влияют на окончательную оценку по итогам освоения учебной дисциплины.

#### **Рекомендации по работе с литературой.**

Теоретический и практический материал курса разъяснён в учебниках и

учебных пособиях из списка основной и дополнительной литературы, а также в материалах учебно-методического комплекса, представленного в системе BlackBoard. Для выполнения самостоятельной работы студент может изучить теорию в соответствующем учебном пособии, просмотреть практикум с разобранными примерами.

Для самостоятельной работы по курсу «Прикладная математика» рекомендуется использовать рекомендуемые учебные пособия или материалы размещенные в системе BlackBoard, идентификатор курса FU50219-27.0800.68-SRVM01: Математическое моделирование. Самостоятельную работу можно выполнять как на аудиторном занятии, так и самостоятельно во внеаудиторное время. При этом результат необходимо отправить преподавателю на проверку.

Задание считается сданным, если студент защитил его, т.е. ответил на все предложенные преподавателем вопросы.

#### **Рекомендации по выполнению плана-графика и подготовке к зачету.**

В начале семестра преподаватель подготавливает рейтинг-план освоения дисциплины и знакомит студентов с оцениваемыми пунктами. Успешное выполнение рейтинг-плана (получение зачета) включает посещаемость, работу на практических занятиях в течение семестра, выполнение всех заданий (РГР № 1-7) для самостоятельной работы и подготовку теоретического материала. Преподаватель регулярно информирует студентов о результатах рейтинга.

**Рекомендации по выполнению плана-графика в условиях смешанного обучения.** В условиях смешанного обучения в электронной образовательной среде Teams выставляются необходимые учебные материалы, план занятий, вводятся задания с кратким описанием, записи лекционных занятий. Выполненные задания по темам студенты должны загрузить в формате pdf в систему Teams в канале своей команды.

#### **Методические рекомендации по выполнению заданий для самостоятельной работы и критерии оценки.**

Все предложенные задания РГЗ № 1-7 выполняются в вычислительном пакете PTC Mathcad Prime. Выполненные задания должны содержать:

- исходные данные,
- краткие теоретические сведения и пояснения выполняемых расчетов в виде текстовых блоков,
- результаты расчетов, графики, сравнение и выводы.

При выполнении рекомендуется следовать примерам, указанным преподавателем и использовать информацию из справочного центра PTC Mathcad Prime 5.0.0.0 <http://support.ptc.com/help/mathcad/ru/>

Собеседование (устный опрос) позволяет оценить знание теоретических основ и методов прикладной математики, умение логически построить ответ, владение монологической речью и иные коммуникативные навыки.

Опрос – важнейшее средство развития мышления и речи. Обучающая функция опроса состоит в выявлении аспектов работы, которые по каким-то причинам оказались недостаточно осмысленными в ходе учебных занятий и при подготовке задания по самостоятельной работе.

#### IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№ п/п	Контролируемые модули/разделы / темы дисциплины	Код индикатора достижения компетенции	Результаты обучения	Оценочные средства – наименование	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Раздел I. Моделирование физических процессов с помощью дифференциальных уравнений	ПК-3.1 Определение требований к среде общих данных информационной модели. Организация среды общих данных проекта информационного моделирования	Знает основы требований к среде общих данных информационной модели, к организации среды общих данных проекта информационного моделирования	УО-1 собеседование / устный опрос	вопросы к зачету 1-11 РГР №1
			Умеет использовать вычислительные пакеты для организации среды общих данных проекта информационного моделирования при проектировании инженерных систем, зданий и сооружений	УО-1 собеседование / устный опрос	
			Владеет способностью осваивать и применять новые компьютерные системы для организации среды общих данных проекта информационного моделирования при проектировании инженерных систем, зданий и сооружений	ПР-12 Расчетно-графическая работа	
		ПК-4.1 Моделирование и расчётный анализ конструкций для проектных целей и обоснования надёжности и безопасности объектов капитального строительства	Знает основы построения математических моделей, описывающих расчётный анализ конструкций для проектных целей и обоснования надёжности и безопасности объектов капитального строительства	УО-1 собеседование / устный опрос	
Умеет использовать знание систем компьютерного моделирования для проведения расчётного анализа конструкций для проектных целей и	ПР-12 Расчетно-графическая работа				

			обоснования надёжности и безопасности объектов капитального строительства		
			Владеет способностью осваивать и эффективно применять системы компьютерного моделирования для расчётного анализа конструкций для проектных целей и обоснования надёжности и безопасности объектов капитального строительства		
2	Раздел 2. Математическое моделирование в управлении строительными проектами	ПК-4.3 Автоматизация и сопровождение решения задач формирования, анализа и передачи данных об объекте капитального строительства средствами информационного моделирования	Знает основные методы, позволяющие провести автоматизация решения задач формирования, анализа и передачи данных об объекте капитального строительства средствами информационного моделирования	УО-1 собеседование / устный опрос	вопросы к зачету 12-18 РГР №3
			Умеет применять вычислительные системы для автоматизации решения задач формирования, анализа и передачи данных об объекте капитального строительства средствами информационного моделирования	ПР-12 Расчетно-графическая работа	
			Владеет способностью осваивать современные системы и разрабатывать способы автоматизация решения задач формирования, анализа и передачи данных об объекте капитального строительства средствами информационного моделирования	ПР-12 Расчетно-графическая работа	

Типовые контрольные задания, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, а также качественные критерии оценивания, которые описывают уровень сформированности компетенций, представлены в разделе VIII.

## V. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Основная литература

1. Методы вычислений в пакете MathCAD [Электронный ресурс] : учебное пособие / И.А. Бедарев [и др.]. — Электрон. текстовые данные. —



Новосибирск: Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин), ЭБС АСВ, 2013. — 169 с.

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=IPRbooks:IPRbooks-68893&theme=FEFU>

2. Тарасик В.П. Математическое моделирование технических систем: учебник - М.:НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 592 с.

<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=549747>

3. Программирование, численные методы и математическое моделирование : учебное пособие для вузов / И. Г. Семакин, О. Л. Русакова, Е. Л. Тарунин [и др.]. Москва : КноРус, 2017. 298 с.

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:822931&theme=FEFU>

### **Дополнительная литература**

1. Золотарев А.А. Инструментальные средства математического моделирования: учебное пособие / Золотарев А.А., Бычков А.А., Золотарева Л.И. - Ростов-на-Дону:Издательство ЮФУ, 2011. - 90 с.  
<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=556187>

2. Сидоров В.Н., Ахметов В.К. Математическое моделирование в строительстве [Электронный ресурс]: Учебное пособие / Сидоров В.Н., Ахметов В.К. - М. : Издательство АСВ, 2007. – 336 с.

3. <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=Geotar:Geotar-ISBN9785930935356&theme=FEFU>

4. Бочарова А.А., Луппова Е.П., Ратников А.А. Вычислительная математика. ДВГТУ, Владивосток, 2008. - 167с.  
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:384813&theme=FEFU>

### **Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

1. [www.edulib.ru](http://www.edulib.ru) – сайт Центральной библиотеки образовательных ресурсов.
2. <http://elibrary.ru> - Научная электронная библиотека.
3. <http://www.auditorium.ru> – сайт «Российское образование».
4. <http://www.rating.fio.ru> – сайт Федерации Интернет-образования.
5. <http://www.netlibrary.com> – Сетевая библиотека.
6. <http://www.rsl.ru> – Российская Государственная библиотека.
7. <http://pts-russia.com/products/mathcad/learning-and-download.html> - курсы и материалы по системе MathCad.

### **Перечень информационных технологий и программного обеспечения**

При осуществлении образовательного процесса студентами и профессорско-преподавательским составом используется следующее программное обеспечение:

1. Microsoft Office (Access, Excel, PowerPoint, Word и т. д).
2. PTC MathCAD Prime.
5. Программное обеспечение электронного ресурса сайт ДВФУ, включая ЭБС ДВФУ.
6. Материалы курса, размещенные в LMS BlackBoard, идентификатор: FU50219-270800.68—SRVM-01: Специальные разделы высшей математики.

При осуществлении образовательного процесса студентами и профессорско-преподавательским составом используются следующие информационно-справочные системы:

Научная электронная библиотека eLIBRARY.

Электронно-библиотечная система издательства «Лань».

Электронно-библиотечная система «IPRbooks».

Электронно-библиотечная система «Znanium»

### **Профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

1. База данных Scopus <http://www.scopus.com/home.url>
2. База данных Web of Science <http://apps.webofknowledge.com/>
3. Справочный центр PTC Mathcad Prime 5.0.0.0  
<http://support.ptc.com/help/mathcad/ru/>

## **IV. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Планирование и организация времени, отведенного на изучение дисциплины.**

Приступить к освоению дисциплины следует незамедлительно в самом начале учебного семестра. Рекомендуется изучить структуру и основные положения рабочей программы дисциплины. Обратит внимание, что кроме аудиторной работы (лекции, практические занятия) планируется самостоятельная работа, итоги которой влияют на окончательную оценку по итогам освоения учебной дисциплины. Все задания (аудиторные и самостоятельные) необходимо выполнять и предоставлять на оценку в соответствии с графиком.

В процессе изучения материалов учебного курса предлагаются следующие формы работ: практические занятия, задания для самостоятельной работы.

**Практические занятия** акцентированы на наиболее принципиальных и проблемных вопросах курса и призваны стимулировать выработку практических умений. На практических занятиях преподаватель кратко объясняет теоретические вопросы, относящиеся к теме занятия и дает пояснения по ходу выполнения заданий. На практическом занятии все выполняют задание «по образцу», предложенному преподавателем и сформулируют вопросы. Преподаватель контролирует работу студентов, отвечает на возникающие вопросы, подсказывает ход и метод решения. Затем следует выполнить индивидуальное задание по вариантам, которые размещаются в группе. Если полученных в аудитории знаний и навыков окажется недостаточно, студент может самостоятельно повторно прочесть соответствующее учебное пособие, просмотреть практикум с разобранными примерами.

Особо значимой для профессиональной подготовки студентов является **самостоятельная работа** по дисциплине. В ходе этой работы студенты должны овладеть практическими навыками работы по решению задач прикладной математики в вычислительной системе РТС Mathcad Prime. Для этих целей следует изучать основы теории, выполнять предложенные преподавателем работы и самостоятельные задания.

**Работа с литературой.** Рекомендуется использовать различные возможности работы с литературой: фонды научной библиотеки ДВФУ и электронные библиотеки (<http://www.dvfu.ru/library/>), а также доступные для использования другие научно-библиотечные системы.

**Подготовка к зачету.** К зачету допускаются обучающиеся, выполнившие все задания (практические, самостоятельные), предусмотренные учебной программой дисциплины и посетившие не менее 85% аудиторных занятий.

## VII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Перечень материально-технического и программного обеспечения дисциплины приведен в таблице.

### Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего
---	--	--

	самостоятельной работы	документа
690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корпус Е, ауд. Е826. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Помещение укомплектовано специализированной учебной мебелью (посадочных мест – 30) Оборудование: ЖК-панель 47", Full HD, LG M4716 CCBA – 1 шт. Доска аудиторная. Моноблок Lenovo C360G-i34164G500UDK – 15 шт. Интегрированный сенсорный дисплей Polymedia FlipBox 20 шт.	PTC Mathcad Prime
690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корп. Е каб. Е 826. Аудитория для самостоятельной работы	Оборудование: Моноблок Lenovo C360G-i34164G500UDK – 15 шт. Интегрированный сенсорный дисплей Polymedia FlipBox - 20 шт. Копир-принтер-цветной сканер в e-mail с 4 лотками Xerox WorkCentre 5330 (WC5330C – 1 шт.)	PTC Mathcad Prime

Для освоения дисциплины требуется наличие компьютерного класса со специализированным лицензионным ПО PTC Mathcad Prime.

Для проведения учебных занятий по дисциплине, а также для организации самостоятельной работы студентам доступно следующее лабораторное оборудование и специализированные кабинеты, соответствующие действующим санитарным и противопожарным нормам, а также требованиям техники безопасности при проведении учебных и научно-производственных работ.

В целях обеспечения специальных условий обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в ДВФУ все здания оборудованы пандусами, лифтами, подъемниками, специализированными местами, оснащенными туалетными комнатами, табличками информационно-навигационной поддержки.

## **VIII. ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

Для дисциплины «Математическое моделирование» используются следующие оценочные средства:

Устный опрос:

1. Собеседование (УО-1)

Письменные работы:

1. Расчетно-графическая работа (ПР-12)

### **Устный опрос**

Устный опрос позволяет оценить знания и кругозор студента, умение логически построить ответ, владение монологической речью и коммуникативные навыки.

Обучающая функция состоит в выявлении деталей, которые по каким-то причинам оказались недостаточно осмысленными в ходе учебных занятий и при подготовке к зачёту.

Собеседование (УО-1) – средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенной теме.

### **Письменные работы**

Контрольно-расчетная работа (ПР-12) – средство проверки умений применять полученные знания по заранее определенной методике для решения задач или заданий по модулю или дисциплине.

### **Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания результатов освоения дисциплины**

#### **Оценочные средства для промежуточной аттестации**

Промежуточная аттестация студентов по дисциплине «Математическое моделирование» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной. Форма отчётности по дисциплине – зачет (1-й, осенний семестр). Зачет по дисциплине включает ответы на 2 вопроса. Один из вопросов относится к теоретическим основам прикладной математики, второй относится к практическим навыкам работы в системе Mathcad.

#### **Методические указания по сдаче зачета**

Зачет принимается ведущим преподавателем на последнем практическом занятии. При условии полного выполнения рейтинг-плана, студент получает зачет автоматически. При наличии пропусков или невыполненных вовремя заданий, следует их выполнить и предоставить преподавателю для защиты.

Форма проведения зачета устная.

Во время проведения зачета студенты могут пользоваться рабочей программой дисциплины, а также с разрешения преподавателя, проводящего

зачет, справочной литературой и другими пособиями (учебниками, учебными пособиями, рекомендованной литературой и т.п.).

Время, предоставляемое студенту на подготовку к ответу на зачете, должно составлять не более 20 минут. По истечении данного времени студент должен быть готов к ответу.

Присутствие на зачете посторонних лиц (кроме лиц, осуществляющих проверку) без разрешения соответствующих лиц (ректора либо проректора по учебной и воспитательной работе, директора Школы, руководителя ОПОП или заведующего кафедрой), не допускается. Инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья, не имеющие возможности самостоятельного передвижения, допускаются на зачет с сопровождающими.

При промежуточной аттестации обучающимся устанавливается оценка «зачтено» или «не зачтено».

При неявке студента на зачет в электронной ведомости делается запись «не явился».

### **Перечень типовых вопросов к зачету**

1. Основные этапы математического моделирования. Классификация моделей.

2. Математические модели различной степени приближения: распределенные и сосредоточенные, линейные и нелинейные, статические и динамические.

3. Способы представления математических моделей: системой обыкновенных дифференциальных уравнений, системой дифференциальных уравнений в частных производных.

4. Использование при представлении математических моделей векторно-матричной форм, структурных схем.

5. Принципы построения математических моделей физических процессов, основные этапы математического моделирования, структура модели.

6. Основные физические. Моделирование движения тела задачей Коши для ОДУ 2-го порядка.

7. Постановка задач математической физики. Начальные и граничные условия. Вывод уравнения теплопроводности.

8. Аналитический метод разделения переменных для решения начально-краевых задач.

9. Метод разделения переменных для уравнения Лапласа в прямоугольнике.

10. Метод сеток решения уравнений в частных производных. Порядок аппроксимации разностной схемы, сходимость, устойчивость метода.
11. Разностные схемы для уравнения теплопроводности, колебаний.
12. Встроенные процедуры MathCAD для решения краевых задач теплопроводности, распределения потенциала.
13. Математическое моделирование в управлении строительством. Задача линейного программирования.
14. Задача управления запасами строительных материалов.
15. Транспортная задача для моделирования перевозок материалов.
16. Оптимизация состава строительных материалов.
17. Задача об оптимизации распределения бригад по объектам строительства
18. Средствами оптимизации MathCad Prime.

### **Критерии выставления оценки студенту на зачете**

К зачету допускаются обучающиеся, выполнившие программу обучения по дисциплине, прошедшие все этапы текущей аттестации.

<b>Оценка</b>	<b>Требования к сформированным компетенциям</b>
<b>«зачтено»</b>	Студент показал развернутый ответ, представляющий собой связное, логическое, последовательное раскрытие поставленного вопроса, широкое знание литературы. Студент обнаружил понимание материала, обоснованность суждений, способность применить полученные знания на практике. Допускаются некоторые неточности в ответе, которые студент исправляет самостоятельно.
<b>«не зачтено»</b>	Студент обнаруживает незнание большей части проблем, связанных с изучением вопроса, допускает ошибки в ответе, искажает смысл текста, беспорядочно и неуверенно излагает материал. Данная оценка характеризует недостатки в подготовке студента, которые являются серьезным препятствием к успешной профессиональной и научной деятельности.

### **Оценочные средства для текущей аттестации**

Текущая аттестация студентов по дисциплине проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Текущая аттестация проводится в форме контрольных мероприятий (собеседования, расчетно-графические работы) по оцениванию фактических результатов обучения студентов и осуществляется ведущим преподавателем.

Объектами оценивания выступают:

- учебная дисциплина (активность на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий, посещаемость всех видов занятий по аттестуемой дисциплине);
- степень усвоения теоретических знаний;
- уровень овладения практическими умениями и навыками по всем видам учебной работы;
- результаты самостоятельной работы.

Составляется календарный план контрольных мероприятий по дисциплине. Оценка посещаемости, активности обучающихся на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий ведётся на основе журнала, который ведёт преподаватель в течение учебного семестра.

### **Вопросы для собеседования / устного опроса**

#### **Раздел 1. Математическое моделирование физических процессов с помощью дифференциальных уравнений**

1. Основные этапы математического моделирования. Классификация моделей.
2. Математические модели различной степени приближения: распределенные и сосредоточенные, линейные и нелинейные, статические и динамические.
3. Способы представления математических моделей: системой обыкновенных дифференциальных уравнений, системой дифференциальных уравнений в частных производных.
4. Использование при представлении математических моделей векторно-матричной форм, структурных схем.
5. Принципы построения математических моделей физических процессов, основные этапы математического моделирования, структура модели.
6. Основные физические. Моделирование движения тела задачей Коши для ОДУ 2-го порядка.
7. Постановка задач математической физики. Начальные и граничные условия. Вывод уравнения теплопроводности.
8. Аналитический метод разделения переменных для решения начально-краевых задач.
9. Метод разделения переменных для уравнения Лапласа в прямоугольнике.
10. Метод сеток решения уравнений в частных производных. Порядок аппроксимации разностной схемы, сходимость, устойчивость метода.
11. Разностные схемы для уравнения теплопроводности, колебаний.



## **Раздел 2. Математическое моделирование в управлении строительными проектами**

1. Математическое моделирование в управлении строительством. Задача линейного программирования.
2. Понятие двойственной задачи линейного программирования.
3. Задача управления запасами строительных материалов.
4. Транспортная задача для моделирования перевозок материалов.
5. Оптимизация состава строительных материалов.
6. Задача об оптимизации распределения бригад по объектам строительства
7. Средствами оптимизации MathCad Prime.

### **Критерии оценивания**

<b>Оценка</b>	<b>Требования</b>
<b>«зачтено»</b>	Студент показал прочные знания теоретических основ математического моделирования, владение терминологическим аппаратом; умение обосновать постановку задачи и метод моделирования, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы, умеет использовать возможности пакета Mathcad.
<b>«не зачтено»</b>	Студент показал незнание основных положений постановки задач математического моделирования физических процессов и управления, незнанием основных возможностей применения вычислительного пакета Mathcad; слабым владением монологической речью, отсутствием логичности и последовательности. Допускаются серьезные ошибки в содержании ответа

### **Тематика расчетно-графических работ**

РГР №1. Моделирование движения тела в среде с сопротивлением. Параметризация блоков решения.

РГР № 2. Моделирование процесса колебаний системы: тело – пружина-демпфер.

РГР № 3. Популяционные модели.

РГР № 4. Моделирование процессов теплопроводности

РГР № 5. Численное моделирование процессов колебаний.

РГР № 6. Моделирование стационарных процессов в плоской области.

РГР № 7. Методы линейного программирования в управлении строительством

**Критерии оценки расчетно-графических работ**

<b>Оценка</b>	<b>Требования</b>
<b>«зачтено»</b>	Студент выполнил расчетно-графическую работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности этапов проведения работы, демонстрирует прочные знания теоретических основ математического моделирования физических процессов и управления и практическое умение использовать вычислительные системы и обосновать выбор метода моделирования. Допускается одна - две неточности в ответе.
<b>«не зачтено»</b>	Студент выполнил работу не полностью, объем выполненной части не позволяет обнаруживающий знание основных средств математического моделирования физических процессов и управления, отличается незнанием основных возможностей применения вычислительного пакета Mathcad; отсутствием логичности и последовательности. Допускаются серьезные ошибки в содержании ответа. Расчетно-графическая работа не выполнена.