

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета Баркалов С.А.

«29» июня 2018 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины

«Методы моделирования сложных систем»

Направление подготовки 27.03.03 СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ И УПРАВЛЕНИЕ

Профиль Системный анализ и управление

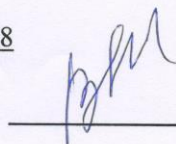
Квалификация выпускника бакалавр

Нормативный период обучения 4 года/4 года 11 м.

Форма обучения очная/заочная

Год начала подготовки 2018

Автор программы



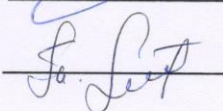
Порядина В.Л.

Заведующий кафедрой
Управления строительства



Баркалов С.А.

Руководитель ОПОП



Лихачева Т.Г.

Воронеж 2018

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

- развитие у студентов понимания сущности методов математического и компьютерного моделирования и оптимизации сложных технических

систем;

- получение практических навыков построения и исследования моделей, описывающих различные сложные производственные процессы.

1.2. Задачи освоения дисциплины

- обучить принципам построения моделей, описывающих поведение сложных систем, основным методам работы на ПЭВМ с прикладными программными средствами;
- обучить принципам выбора методов моделирования конкретных задач, алгоритмам детализации и синтеза систем;
- обучить методам математического и компьютерного моделирования в технических и экономических системах, включая задачи оптимального управления технологическими процессами в линейных и нелинейных постановках;
- освоить системы компьютерного моделирования;
- научить применять полученные знания для моделирования технических и технологических систем.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Методы моделирования сложных систем» относится к дисциплинам вариативной части блока Б1.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Методы моделирования сложных систем» направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-5 - способностью разрабатывать методы моделирования, анализа и технологии синтеза процессов и систем в области техники, технологии и организационных систем

ПК-8 - способностью проектировать элементы систем управления, применять современные инструментальные средства и технологии программирования на основе профессиональной подготовки, обеспечивающие решение задач системного анализа и управления

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПК-5	знать — типовые модели исследования операций (многошаговые модели, линейные оптимизационные модели, модели маршрутизации, модели размещения и др.), типовые методы оптимизации, используемые при изучении моделей

	исследования операций
	уметь – разрабатывать методы моделирования, анализа и технологии синтеза процессов и систем в области техники, технологии и организационных систем
ПК-8	владеть – навыками формализации задач интеллектуального анализа данных, в рамках выбранной модели представления знаний; – основными навыками планирования эксперимента; – навыками настройки алгоритмов моделирования; – способностью систематизации аналитических и вычислительных методов для решения прикладных задач в области управления организационными системами; – методами построения адаптивных алгоритмов; – навыками использования информационных технологий для моделирования систем; – принципами и методами математического моделирования, навыками проведения вычислительных (компьютерных) экспериментов при создании систем и средств автоматизации и управления; – способностью выбирать конкретные методы анализа и синтеза для ее решения
	знать – методы и модели теории систем и системного анализа; – закономерности функционирования и развития систем; – основные элементы систем управления; – современные инструментальные средства и технологии программирования, которые можно применять для решения задач системного анализа и управления
	уметь – проектировать элементы систем управления;

	– применять методы системного анализа на математическом и алгоритмическом уровнях, программировать приложения; – применять системный подход и математические методы в формализации решения прикладных задач и создавать их программные прототипы
	владеть – способностью проектировать элементы систем управления; – способностью проводить системный анализ прикладной области и выбирать методы моделирования систем; – приёмами формализованного представления и моделирования; – способностью применять современные инструментальные средства и технологии программирования на основе профессиональной подготовки

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Методы моделирования сложных систем» составляет 23 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий
очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры			
		5	6	7	8
Аудиторные занятия (всего)	176	54	28	54	40
В том числе:					
Лекции	58	18	14	18	8
Практические занятия (ПЗ)	118	36	14	36	32
Самостоятельная работа	517	126	125	126	140
Курсовой проект	+				+
Курсовая работа	+	+	+		
Часы на контроль	135	36	27	36	36
Виды промежуточной аттестации - экзамен	+	+	+	+	+
Общая трудоемкость: академические часы	828	216	180	216	216
зач.ед.	23	6	5	6	6

заочная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры			
		5	6	7	8

Аудиторные занятия (всего)	66	16	14	20	16
В том числе:					
Лекции	30	6	6	10	8
Практические занятия (ПЗ)	36	10	8	10	8
Самостоятельная работа	726	155	193	187	191
Курсовой проект	+				+
Курсовая работа	+	+	+		
Часы на контроль	36	9	9	9	9
Виды промежуточной аттестации - экзамен	+	+	+	+	+
Общая трудоемкость:					
академические часы	828	180	216	216	216
зач.ед.	23	5	6	6	6

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	СРС	Всего, час
1	Тема 1. Общие принципы моделирования. Основные понятия теории моделирования систем	Предварительные определения. Понятие объекта и его модели. Требования, предъявляемые к модели. Функции модели. Классификация моделей. Примеры моделей. Понятие большой и сложной системы.	1	2	7	10
2	Тема 2. Имитационное моделирование	Понятие имитационного моделирования. Преимущества и недостатки имитационного моделирования. Процесс имитационного моделирования.	2	4	19	25
3	Тема 3. Концепция универсальной системы имитационного моделирования	Обобщённая система имитационного моделирования.	2	4	7	13
4	Тема 4. Моделирование случайных величин: датчики псевдослучайных чисел	Датчики псевдослучайных чисел. Оценка качества. Выбор параметров ЛК-генератора. Проверка генераторов псевдослучайных чисел. Проверка равномерности распределения элементов последовательности с помощью критерия Колмогорова-Смирнова. Спектральный тест.	3	6	20	29
5	Тема 5. Системная динамика	Предпосылки и ограничения. Системная динамика. Базовые принципы системной динамики. Преобразование системно-динамической модели, реализованной в PSC, в код алгоритмического языка высокого уровня.	2	6	23	31
6	Тема 6. Разработка концептуальных и блочных моделей систем. Алгоритмизация процессов функционирования систем	Понятие концептуальной модели. Переход от описания к блочной модели системы. Построение логической схемы модели системы.	2	4	14	20

7	Тема 7. Концепция объектно-ориентированной системы моделирования	Понятие и структура объектно-ориентированной системы моделирования.	4	6	24	34
8	Тема 8. Математические методы моделирования систем. Формализация процессов функционирования систем	Понятие математической модели. Методы определения математических моделей. Формы представления математических моделей. Основные этапы математического моделирования. Методы реализации математических моделей. Оценка правильности математической модели. Математические схемы моделирования систем. Непрерывно-детерминированные модели. Дискретно-детерминированные модели. Дискретно-стохастические модели. Непрерывно-стохастические модели. Сетевые модели. Комбинированные модели. Понятие формализации. Методика разработки и машинной реализации модели систем. Этапы моделирования систем.	4	4	32	40
9	Тема 9. Статистическая обработка результатов эксперимента	Обозначения. Предварительные понятия и определения. Оценка параметров линейной многофакторной модели. Построение линейной многофакторной регрессионной модели.	6	10	59	75
10	Тема 10. Прогнозирование параметров системы	Прогнозирование с помощью методов экстраполяции. Модель Хольта-Уинтерса.	6	8	64	78
11	Тема 11. Сложные динамические системы и их модели	Моделирование при объектно-ориентированном анализе сложных технических систем. Требования к инструментальным средствам моделирования.	8	14	64	86
12	Тема 12. Анализ существующих подходов к объектно-ориентированному моделированию сложных динамических систем	Существующие подходы к компонентному моделированию. Существующие подходы к моделированию гибридных систем. Гибридное поведение в модели сложной динамической системы. Гибридные модели в инструментальных средствах для «больших» ЭВМ. Гибридные модели в современных инструментах моделирования. Гибридные модели на базе формализма «гибридный автомат». Существующие языки объектно-ориентированного моделирования. Объектно-ориентированное моделирование карт состояний. Инструменты «блочного моделирования». Анализ существующих языков ООМ применительно к моделированию сложных динамических систем.	8	14	70	92
13	Тема 13. Математические модели сложной динамической системы	Математические модели непрерывной системы. Математические модели непрерывной изолированной системы. Компонентные модели непрерывных систем. Пустая непрерывная система. Преобразование описания непрерывной системы к вычислимой форме. Математические модели гибридного автомата. Последовательный гибридный	6	14	59	79

		автомат. Обобщенный гибридный автомат. Гибридное время. Эквивалентный последовательный гибридный автомат. Иерархический гибридный автомат. Принцип синхронной композиции гибридных автоматов. Правила интерпретации синхронного параллельного гибридного автомата. Явная синхронизация гибридных автоматов с помощью сигналов.				
14	Тема 14. Язык объектно-ориентированного моделирования сложных динамических систем	Объекты и классы. Пакеты и проект. Переменные. Типы данных. Скалярные типы. Регулярные типы. Комбинированный тип (запись). Явно определяемые типы. Сигналы. Автоматическое приведение типов. Система уравнений. Карта поведений. Структурная схема. Объекты. Связи. Регулярная структура. Переменная структура. Правила видимости. Наследование классов. Добавление новых элементов описания. Переопределение унаследованных элементов. Полиморфизм. Язык управления экспериментом. Функциональный стиль моделирования. Использование пассивных объектов.	4	22	55	81
Итого			58	118	517	693

заочная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	СРС	Всего, час
1	Тема 1. Общие принципы моделирования. Основные понятия теории моделирования систем	Предварительные определения. Понятие объекта и его модели. Требования, предъявляемые к модели. Функции модели. Классификация моделей. Примеры моделей. Понятие большой и сложной системы.	1	1	50	52
2	Тема 2. Имитационное моделирование	Понятие имитационного моделирования. Преимущества и недостатки имитационного моделирования. Процесс имитационного моделирования.	2	2	50	54
3	Тема 3. Концепция универсальной системы имитационного моделирования	Обобщенная система имитационного моделирования.	2	2	50	54
4	Тема 4. Моделирование случайных величин: датчики псевдослучайных чисел	Датчики псевдослучайных чисел. Оценка качества. Выбор параметров ЛК-генератора. Проверка генераторов псевдослучайных чисел. Проверка равномерности распределения элементов последовательности с помощью критерия Колмогорова-Смирнова. Спектральный тест.	2	4	50	56
5	Тема 5. Системная динамика	Предпосылки и ограничения. Системная динамика. Базовые принципы системной динамики. Преобразование системно-динамической модели, реализованной в PSC, в код	2	4	50	56

		алгоритмического языка высокого уровня.				
6	Тема 6. Разработка концептуальных и блочных моделей систем. Алгоритмизация процессов функционирования систем	Понятие концептуальной модели. Переход от описания к блочной модели системы. Построение логической схемы модели системы.	2	2	50	54
7	Тема 7. Концепция объектно-ориентированной системы моделирования	Понятие и структура объектно-ориентированной системы моделирования.	2	2	50	54
8	Тема 8. Математические методы моделирования систем. Формализация процессов функционирования систем	Понятие математической модели. Методы определения математических моделей. Формы представления математических моделей. Основные этапы математического моделирования. Методы реализации математических моделей. Оценка правильности математической модели. Математические схемы моделирования систем. Непрерывно-детерминированные модели. Дискретно-детерминированные модели. Дискретно-стохастические модели. Непрерывно-стохастические модели. Сетевые модели. Комбинированные модели. Понятие формализации. Методика разработки и машинной реализации модели систем. Этапы моделирования систем.	2	4	50	56
9	Тема 9. Статистическая обработка результатов эксперимента	Обозначения. Предварительные понятия и определения. Оценка параметров линейной многофакторной модели. Построение линейной многофакторной регрессионной модели.	2	2	50	54
10	Тема 10. Прогнозирование параметров системы	Прогнозирование с помощью методов экстраполяции. Модель Хольта-Уинтерса.	2	2	50	54
11	Тема 11. Сложные динамические системы и их модели	Моделирование при объектно-ориентированном анализе сложных технических систем. Требования к инструментальным средствам моделирования.	3	2	50	55
12	Тема 12. Анализ существующих подходов к объектно-ориентированному моделированию сложных динамических систем	Существующие подходы к компонентному моделированию. Существующие подходы к моделированию гибридных систем. Гибридное поведение в модели сложной динамической системы. Гибридные модели в инструментальных средствах для «больших» ЭВМ. Гибридные модели в современных инструментах моделирования. Гибридные модели на базе формализма «гибридный автомат». Существующие языки объектно-ориентированного моделирования. Объектно-ориентированное моделирование карт состояний. Инструменты «блочного моделирования». Анализ существующих языков OOM применительно к моделированию сложных динамических систем.	3	4	50	57
13	Тема 13. Математические модели сложной динамической системы	Математические модели непрерывной системы. Математические модели непрерывной изолированной системы.	2	2	50	54

		Компонентные модели непрерывных систем. Пустая непрерывная система. Преобразование описания непрерывной системы к вычислимой форме. Математические модели гибридного автомата. Последовательный гибридный автомат. Обобщенный гибридный автомат. Гибридное время. Эквивалентный последовательный гибридный автомат. Иерархический гибридный автомат. Принцип синхронной композиции гибридных автоматов. Правила интерпретации синхронного параллельного гибридного автомата. Явная синхронизация гибридных автоматов с помощью сигналов.				
14	Тема 14. Язык объектно-ориентированного моделирования сложных динамических систем	Объекты и классы. Пакеты и проект. Переменные. Типы данных. Скалярные типы. Регулярные типы. Комбинированный тип (запись). Явно определяемые типы. Сигналы. Автоматическое приведение типов. Система уравнений. Карта поведений. Структурная схема. Объекты. Связи. Регулярная структура. Переменная структура. Правила видимости. Наследование классов. Добавление новых элементов описания. Переопределение унаследованных элементов. Полиморфизм. Язык управления экспериментом. Функциональный стиль моделирования. Использование пассивных объектов.	3	3	76	82
Итого			30	36	726	792

5.2 Перечень лабораторных работ

Не предусмотрено учебным планом

6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины предусматривает выполнение курсовых проектов в 7, 8 семестрах для очной формы обучения.

Примерная тематика курсового проекта:

1. Исследование и построение рациональных структур сложных экономических систем (предприятий: корпораций, фирм и т.д.)
2. Выбор стратегии инвестирования проекта на основании имитационной модели.
3. Выбор стратегии расширения производства средствами имитационного моделирования.
4. Календарное планирование на предприятии с использованием имитационного моделирования.
5. Использование моделирования в системах поддержки принятия

решений.

6. Имитационная модель бизнес-процесса.
7. Динамическая модель организации государственного сектора.
8. Динамическая модель коммерческой фирмы.
9. Моделирование логистической деятельности организации.
10. Моделирование управления финансовыми потоками организации.
11. Прогнозирование финансовых рисков организации с использованием имитационного моделирования.
12. Моделирование процесса принятия маркетинговых решений организации.
13. Имитационная модель ситуации (на финансовых рынках, рынках ценных бумаг, кредитных рынках и т.д.).
14. Моделирование прогнозирования рыночной конъюнктуры и доходности вложений (в операциях с ГКО, арбитраж).
15. Моделирование прогнозирования развития банков, финансовых компаний.
16. Моделирование потоков внутренних (внешних) ресурсов компании.
17. Моделирование товарных рынков.
18. Моделирование использования природных ресурсов в регионе.
19. Моделирование демографической ситуации в регионе.
20. Моделирование прогнозирования рейтингов избирательных компаний.
21. Моделирование региональных экономик.
22. Моделирование развития социальной сферы.
23. Прогнозирование налоговых сборов и управление местными бюджетами.
24. Моделирование хозяйственных систем областного, городского уровней.
25. Моделирование развития отраслей производства.

Задачи, решаемые при выполнении курсового проекта:

- систематизация и закрепление полученных теоретических значений и практических умений по дисциплине;
- углубление теоретических знаний в соответствии с выбранной темой;
- развитие навыков научно-исследовательской работы (развитие умения обобщать, критически оценивать теоретические положения, вырабатывать свою точку зрения);
- формирование профессиональных навыков, умение применять теоретические знания при решении поставленных задач;
- развитие творческой инициативы, самостоятельности.

Курсовой проект включает в себя графическую часть и расчетно-пояснительную записку.

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины предусматривает выполнение курсовых работ в 5, 6 семестрах для очной

формы обучения.

Примерная тематика курсовой работы:

Пример задания курсовой работы (5 семестр)

Задание: небольшой продовольственный магазин состоит из 4 секций для разных групп товаров и одной кассы на выходе из магазина.

Покупатели приходят в магазин каждые 120 ± 30 сек. Войдя в магазин, каждый покупатель берет корзинку и может обойти одну или несколько секций, отбирая товары.

Время, требуемое для обхода секций, и число товаров, выбранных в секции, распределены равномерно.

После того, как товар отобран, покупатель становится в конец очереди к кассе, время обслуживания покупателя в кассе пропорционально числу выбранных товаров, на один товар уходит 2 сек проверки. После оплаты продуктов покупатель оставляет корзинку и уходит.

Номер секции	Вероятность совершения покупок	Время обхода секции (сек)	Число товаров, выбранных у прилавка, штук
1	0.6	130 ± 75	3 ± 1
2	0.4	120 ± 20	1 ± 1
3	0.85	150 ± 60	2 ± 1
4	0.7	180 ± 45	4 ± 2

В течение 8 часов работы магазина определить:

- количество покупателей,
- количество сделанных покупок за каждым прилавком за весь рабочий день,
- среднее и максимальное время ожидания покупателей в очереди к кассе,
- количество покупателей, не сделавших ни одной покупки,
- число корзинок, достаточное для обслуживания всех покупателей.

Обязательными частями данной курсовой работы должны быть:

- 1) анализ технического задания;
- 2) выбор и обоснование алгоритмов решения задачи;
- 3) описание математической модели;
- 4) описание инструментария;
- 5) описание результатов моделирования;
- 6) заключение.

Тема типовой курсовой работы (6 семестр)

Задание: разработать модель системы обработки непрерывного потока входных

данных средствами языка программирования высокого уровня.

Этапы работы:

1. Разработка имитационной модели непрерывно-дискретного потока псевдослучайных данных.
2. Математическое моделирование системы обработки на основе математических схем моделирования систем.
3. Построение концептуальной модели системы перехода объекта из состояния в состояние. Переход от концептуальной модели к блочной.
4. Разработка логической структуры модели.
5. Программная реализация модели системы обработки непрерывно-дискретного потока данных для определения перехода объекта из состояния в состояние.
6. Планирование машинного эксперимента реализации модели системы обработки непрерывно-дискретного потока данных для определения перехода объекта из состояния в состояние.
7. Тестирование модели системы. Метод «чёрного ящика».
8. Оценка точности результатов моделирования системы обработки непрерывно-дискретного потока данных для определения перехода объекта из состояния в состояние.
9. Построение графа зависимости изменения состояния объекта от изменения его свойств.

Исходными данными являются данные по моделируемому случайному фактору.

Задачи, решаемые при выполнении курсового проекта:
в процессе выполнения курсовой работы студент должен продемонстрировать умение:

- используя основную и дополнительную литературу по данной дисциплине, самостоятельно выбирать конкретные методические подходы к исследованию процессов, протекающих в сложных системах;
- формулировать гипотезы о закономерностях поведения исследуемых систем;
- проверять их с использованием адекватных методов;
- разрабатывать имитационные модели, адекватно отражающие исследуемые процессы;
- обосновывать практически значимые рекомендации на основе результатов полученных в результате проведения имитационных экспериментов.

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

**7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций
на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания**

7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ПК-5	знать – типовые модели исследования операций (многошаговые модели, линейные оптимизационные модели, модели маршрутизации, модели размещения и др.), типовые методы оптимизации, используемые при изучении моделей исследования операций	Активная работа на практических занятиях, отвечает на теоретические вопросы	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь – разрабатывать методы моделирования, анализа и технологии синтеза процессов и систем в области техники, технологии и организационных систем	Решение задач на практических занятиях.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть – навыками формализации задач интеллектуального анализа данных, в рамках выбранной модели представления знаний; – основными навыками планирования эксперимента; – навыками настройки алгоритмов моделирования; – способностью систематизации аналитических и вычислительных методов для решения прикладных задач в области управления организационными системами; – методами построения адаптивных	Выполнение самостоятельной работы. Выполнение курсовой работы, курсового проекта	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

	алгоритмов; – навыками использования информационных технологий для моделирования систем; – принципами и методами математического моделирования, навыками проведения вычислительных (компьютерных) экспериментов при создании систем и средств автоматизации и управления; – способностью выбирать конкретные методы анализа и синтеза для ее решения			
ПК-8	знать – методы и модели теории систем и системного анализа; – закономерности функционирования и развития систем; – основные элементы систем управления; – современные инструментальные средства и технологии программирования, которые можно применять для решения задач системного анализа и управления	Активная работа на практических занятиях, отвечает на теоретические вопросы	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренных в рабочих программах
	уметь – проектировать элементы систем управления; – применять методы системного анализа на математическом и алгоритмическом уровнях, программировать приложения; – применять системный подход и математические методы в формализации решения прикладных задач и создавать их программные	Решение задач на практических занятиях.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренных в рабочих программах

	прототипы			
	владеть – способностью проектировать элементы систем управления; – способностью проводить системный анализ прикладной области и выбирать методы моделирования систем; – приёмами формализованного представления и моделирования; – способностью применять современные инструментальные средства и технологии программирования на основе профессиональной подготовки	Выполнение самостоятельной работы. Выполнение курсовой работы, курсового проекта	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 5, 6, 7, 8 семестре для очной формы обучения по четырехбалльной системе:

«отлично»;

«хорошо»;

«удовлетворительно»;

«неудовлетворительно».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
ПК-5	знать – типовые модели исследования операций (многошаговые модели, линейные оптимизационные модели, модели маршрутизации, модели размещения и др.), типовые методы оптимизации, используемые при изучении моделей исследования операций	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	уметь – разрабатывать методы моделирования, анализа и технологии синтеза	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

	процессов и систем в области техники, технологии и организационных систем		ответы	верный ответ во всех задачах		
	владеть — навыками формализации задач интеллектуального анализа данных, в рамках выбранной модели представления знаний; — основными навыками планирования эксперимента; — навыками настройки алгоритмов моделирования; — способностью систематизации аналитических и вычислительных методов для решения прикладных задач в области управления организационными системами; — методами построения адаптивных алгоритмов; — навыками использования информационных технологий для моделирования систем; — принципами и методами математического моделирования, навыками проведения вычислительных (компьютерных) экспериментов при создании систем и средств автоматизации и управления; — способностью выбирать конкретные методы анализа и синтеза для ее решения	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ПК-8	знать — методы и модели	Тест	Выполнение теста	Выполнение теста на 80-	Выполнение теста на 70-	В тесте менее 70%

	теории систем и системного анализа; – закономерности функционирования и развития систем; – основные элементы систем управления; – современные инструментальные средства и технологии программирования, которые можно применять для решения задач системного анализа и управления		на 90-100%	90%	80%	правильных ответов
	уметь – проектировать элементы систем управления; – применять методы системного анализа на математическом и алгоритмическом уровнях, программировать приложения; – применять системный подход и математические методы в формализации решения прикладных задач и создавать их программные прототипы	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть – способностью проектировать элементы систем управления; – способностью проводить системный анализ прикладной области и выбирать методы моделирования систем; – приёмами формализованного представления и моделирования; – способностью применять современные инструментальные средства и технологии программирования	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

	на основе профессиональной подготовки					
--	---------------------------------------	--	--	--	--	--

7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

1. Что такое модель объекта?
 - A. Объект-заместитель объекта-оригинала, обеспечивающий изучение всех свойств оригинала
 - B. Объект-оригинал, который обеспечивает изучение некоторых своих свойств
 - C. Объект-заместитель объекта-оригинала, обеспечивающий изучение некоторых свойств оригинала +
 - D. Объект-оригинал, который обеспечивает изучение всех своих свойств
2. Какие граничные условия называются естественными?
 - A. Условия, налагаемые на функцию, которая ищется.
 - B. Условия, которые накладываются на производные функции, ищется, по пространственным координатам. +
 - C. Условия, наложено на различные внешние силовые факторы, действующие на точки поверхности тела.
 - D. Условия, наложено на различные внутренние факторы, которые действуют внутри тела.
3. Какому вариационной принципа соответствует формулировка МКЭ в перемещениях?
 - A. Минимума дополнительной работы Кастильяно.
 - B. Минимума потенциальной энергии Лагранжа. +
 - C. Принцип Хуашицу.
 - D. Максимум потенциальной работы Кастильяно.
4. Какой тип математических моделей использует алгоритмы?
 - A. Аналитические.
 - B. Знаковые.
 - C. Имитационные. +
 - D. Детерминированные.
5. Какой тип моделей выделен в классификации по принципам построения.
 - A. Наглядные.
 - B. Аналитические. +
 - C. Знаковые.
 - D. Математические.
6. Какие зависимые переменные существуют в моделях микроуровня?
 - A. Время.
 - B. Пространственные координаты.
 - C. Плотность и масса.
 - D. Фазовые координаты. +

7. Какой метод дискретизации модели относится к микроуровню?
- A. Метод свободных сетей.
 - B. Метод конечных разностей. +
 - C. Метод узловых давлений.
 - D. Табличный метод.
8. Что такое уровне проектирования?
- A. Временное распределения работ по созданию новых объектов в процессе проектирования.
 - B. Совокупность языков, моделей, постановок задач, методов получения описаний где-либо иерархического уровня. +
 - C. Определенная последовательность решения проектных задач различных иерархических уровней.
 - D. Описание системы или ее части с де-либо определяемой точки зрения, которая определяется функциональными, физическими или иного типа отношениями между свойствами и элементами.
9. Что называют краевыми условиями для системы уравнений математической модели?
- A. Условия, накладываемые на границе исследуемой области и в начальный момент времени. +
 - B. Условия, налагаемые на функцию, ищут.
 - C. Условия, налагаемые на производные искомой функции.
 - D. Условия, накладываемые в начальный момент времени.
10. Что такое аспекты проектирования?
- A. Временное распределение работ по созданию объектов в процессе проектирования.
 - B. Совокупность языков, моделей, постановок задач, методов получения описаний где-либо иерархического уровня.
 - C. Определенная последовательность решения проектных задач различных иерархических уровней.
 - D. Описание системы или ее части с де-либо определяемой точки зрения, определяется функциональными, физическими или иного типа отношениями между свойствами и элементами. +

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1. Вставьте пропущенное слово. "Можно узнать незнакомого человека, если есть ... его внешности":
- 1. план
 - 2. описание +
 - 3. макет
 - 4. муляж
2. Удобнее всего использовать при описании траектории движения объекта (физического тела) информационную модель следующего вида:
- 1. структурную
 - 2. табличную
 - 3. текстовую

4. графическую +
3. Расписание движения поездов может рассматриваться как пример модели следующего вида:
 1. натурной
 2. табличной +
 3. графической
 4. компьютерной
4. В информационной модели облака, представленной в виде черно-белого рисунка, отражается его:
 1. вес
 2. цвет
 3. форма +
 4. плотность
5. При описании внешнего вида объекта удобнее всего использовать информационную модель следующего вида:
 1. структурную
 2. графическую +
 3. математическую
 4. текстовую
6. Модель человека в виде манекена в витрине магазина используют с целью:
 1. продажи
 2. рекламы +
 3. развлечения
 4. описания
7. К числу документов, представляющих собой информационную модель управления государством, можно отнести:
 1. Конституцию РФ +
 2. географическую карту России
 3. Российский словарь политических терминов
 4. схему Кремля
8. Рисунки, карты, чертежи, диаграммы, схемы, графики представляют собой модели следующего вида:
 1. табличные информационные
 2. математические
 3. натурные
 4. графические информационные +
9. Динамическая информационная модель - это модель, описывающая:
 1. состояние системы в определенный момент времени
 2. объекты, обладающие одинаковым набором свойств
 3. процессы изменения и развития системы +
 4. систему, в которой связи между элементами имеют произвольный характер
10. Генеалогическое дерево династии Рюриковичей представляет собой модель следующего вида:
 1. натурную

- 2. иерархическую +
- 3. графическую
- 4. табличную

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1. Укажите, какой из этапов выполняется при математическом моделировании после анализа.
 - А. Создание объекта, процесса или системы.
 - В. Проверка адекватности модели и объекта, процесса или системы на основе вычислительного и натурного эксперимента.
 - С. Корректировка постановки задачи после проверки адекватности модели.
+
 - Д. Использование модели.
2. Что такое параметры системы?
 - А. Величины, которая выражают свойство или системы, или ее части, или окружающей среды. +
 - В. Величины, характеризующие энергетическое или информационное наполнение элемента или подсистемы.
 - С. Свойства элементов объекта.
 - Д. Величины, которая характеризует действия, которые могут выполнять объекты.
3. Какие формулировки МКЭ существуют в зависимости от функции, ищут?
 - В. В перемещениях и деформациях
 - С. В деформациях.
 - Д. В напряжениях и градиентах.
 - Е. Смешанная и гибридная. +
4. Какие зависимые переменные существуют в моделях макроуровня?
 - А. Время и характеристики потока.
 - В. Фазовые переменные типа потенциала.
 - С. Пространственные координаты. +
 - Д. Фазовые переменные типа потока.
5. Что такое проектирование?
 - А. Процесс, который заключается в получении и преобразовании исходного описания объекта в конечный описания на основе выполнения комплекса работ исследовательского, расчетного и конструкторского характера. +
 - В. Процесс создания в заданных условиях описания несуществующего объекта на базе первичной описания.
 - С. Первоначальное описание объекта проектирования.
 - Д. Вторичное описание объекта.
6. Если есть оценки вероятности реализации каждого из состояний среды, можно использовать
 - А. Критерий Вальда
 - В. Критерий Гурвица
 - С. Критерий Лапласа

- D. Критерий математического ожидания +
7. Что нельзя назвать издержками инфляции?
- A. Сокращение фиксированных доходов
 - B. “Долларизация” экономики
 - C. Увеличение безработицы +
 - D. Неравномерный рост цен на различные товары
8. 60% / месяц - это
- A. Низкая инфляция +
 - B. Высокая инфляция
 - C. Гиперинфляция
 - D. Зависит от государства, в котором она наблюдается
9. Индекс, использующий в качестве весовых коэффициентов объемы продаж текущего периода
- A. Индекс цен Ласпейреса
 - B. Индекс цен Пааше +
 - C. Индекс цен Фишера
 - D. Индекс цен потребительской корзины
10. Реальный обменный курс – это
- A. Курс Центрального Банка
 - B. Средневзвешенный курс покупки и продажи в обменных пунктах
 - C. Курс, рассчитанный по паритету покупательной способности
 - D. Коэффициент, показывающий во сколько раз товары в России дешевле, чем за рубежом +

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

Не предусмотрено учебным планом

7.2.5 Примерный перечень вопросов для подготовки к экзамену

1. Общие принципы моделирования. Модель, функции модели, классификация моделей.
2. Имитационное моделирование. Преимущества и недостатки.
3. Концепция универсальной системы имитационного моделирования.
4. Датчики псевдослучайных чисел. Оценка качества.
5. Датчики псевдослучайных чисел. Выбор параметров ЛК-генератора.
6. Датчики псевдослучайных чисел. Проверка генератора псевдослучайных чисел.
7. Системная динамика. Базовые принципы.
8. Концепция объектно-ориентированной системы моделирования.
9. Линейная многофакторная модель регрессии для обработки результатов эксперимента.
10. Прогнозирование параметров системы. Методы авторегрессии.
11. Прогнозирование параметров системы. Методы, основанные на разложении временного ряда на компоненты.
12. Прогнозирование параметров системы. Методы, позволяющие учесть неравнозначность исходных данных.

13. Прогнозирование параметров системы. Методы прямой экстраполяции.
14. Прогнозирование параметров системы. Методы, основанные на построении многофакторных корреляционно-регрессионных моделей.
15. Моделирование при объектно-ориентированном анализе сложных технических систем.
16. Требования к инструментальным средствам моделирования.
17. Существующие подходы к компонентному моделированию.
18. Существующие подходы к моделированию гибридных систем.
19. Современные инструменты моделирования гибридных систем.
20. Гибридные модели на базе гибридного автомата.
21. Современные языки объектно-ориентированного моделирования.
22. Объектно-ориентированное моделирование карт состояний.
23. Математические модели непрерывной изолированной системы.
24. Компонентные модели непрерывных систем.
25. Преобразование описания непрерывной системы к вычислимой форме.
26. Последовательный гибридный автомат.
27. Правила интерпретации последовательного гибридного автомата.
28. Эквивалентность гибридного автомата и непрерывной системы. Обобщённый гибридный автомат.
29. Гибридное время.
30. Эквивалентный последовательный гибридный автомат.
31. Иерархический гибридный автомат.
32. Принцип синхронной композиции гибридных автоматов.
33. Правила интерпретации синхронного параллельного гибридного автомата.
34. Явная синхронизация гибридных автоматов с помощью сигналов.

7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Экзамен проводится по билетам, каждый из которых содержит 2 теоретических вопроса, 1 стандартную задачу, 1 прикладную задачу. Каждый правильный ответ на вопрос оценивается в 2 балла, стандартная задача в 3 балла, прикладная задача оценивается в 5 баллов.

Максимальное количество набранных баллов на экзамене –12.

1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 6 баллов.

2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал от 6 до 8 баллов.

3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал от 8 до 10 баллов.

4. Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал от 10 до 12 баллов.

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой	Наименование оценочного средства
-------	--	--------------------	----------------------------------

		компетенции	
1.	Общие принципы моделирования. Основные понятия теории моделирования систем	ПК-5, ПК-8	Тест, контрольная работа, защита реферата, требования к курсовой работе, курсовому проекту
2.	Имитационное моделирование	ПК-5, ПК-8	Тест, контрольная работа, защита реферата, требования к курсовой работе, курсовому проекту
3.	Концепция универсальной системы имитационного моделирования	ПК-5, ПК-8	Тест, контрольная работа, защита реферата, требования к курсовой работе, курсовому проекту
4.	Моделирование случайных величин: датчики псевдослучайных чисел	ПК-5, ПК-8	Тест, контрольная работа, защита реферата, требования к курсовой работе, курсовому проекту
5.	Системная динамика	ПК-5, ПК-8	Тест, контрольная работа, защита реферата, требования к курсовой работе, курсовому проекту
6.	Разработка концептуальных и блочных моделей систем. Алгоритмизация процессов функционирования систем	ПК-5, ПК-8	Тест, контрольная работа, защита реферата, требования к курсовой работе, курсовому проекту
7.	Концепция объектно-ориентированной системы моделирования	ПК-5, ПК-8	Тест, контрольная работа, защита реферата, требования к курсовой работе, курсовому проекту
8.	Математические методы моделирования систем. Формализация процессов функционирования систем	ПК-5, ПК-8	Тест, контрольная работа, защита реферата, требования к курсовой работе, курсовому проекту
9.	Статистическая обработка результатов эксперимента	ПК-5, ПК-8	Тест, контрольная работа, защита реферата, требования к курсовой работе, курсовому проекту
10.	Прогнозирование параметров системы	ПК-5, ПК-8	Тест, контрольная работа, защита реферата, требования к курсовой работе, курсовому проекту

11.	Сложные динамические системы и их модели	ПК-5, ПК-8	Тест, контрольная работа, защита реферата, требования к курсовой работе, курсовому проекту
12.	Анализ существующих подходов к объектно-ориентированному моделированию сложных динамических систем	ПК-5, ПК-8	Тест, контрольная работа, защита реферата, требования к курсовой работе, курсовому проекту
13.	Математические модели сложной динамической системы	ПК-5, ПК-8	Тест, контрольная работа, защита реферата, требования к курсовой работе, курсовому проекту
14.	Язык объектно-ориентированного моделирования сложных динамических систем	ПК-5, ПК-8	Тест, контрольная работа, защита реферата, требования к курсовой работе, курсовому проекту

7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Ответы на вопросы осуществляются с использованием выданных вопросов на бумажном носителе. Решение задач осуществляется с использованием выданных задач на бумажном носителе либо при помощи компьютерной системы тестирования.

Время ответа на вопросы и задачи билета 60 мин. Затем осуществляется проверка экзаменационного билета экзаменатором, выставляется оценка согласно методике выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Защита курсовой работы осуществляется согласно требованиям, предъявляемым к работе, описанным в методических материалах. Примерное время защиты на одного студента составляет 20 мин.

8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. Баркалов С.А., Курочка П.Н., Суровцев И.С., Половинкина А. И. Системный анализ и принятие решений: учеб. пособие : рек. УМО. - Воронеж : Издат.-полиграф. центр Воронеж. гос. ун-та, 2010 -651 с.
2. Головинский П. А. Системный анализ [Текст] : (учебное пособие) / Воронеж. гос. архитектур.-строит. ун-т. - Воронеж : ГУП ВО "Воронежская областная типография", 2013 (Воронеж : ОАО "Воронеж. обл. тип.", 2013). - 171 с. : ил. - Библиогр.: с. 170-171 (27 назв.). - ISBN 978-5-4420-0230-1 : 100-00

3. Ефименко А.З. Системы управления предприятиями стройиндустрии и модели оптимизации: Учебное пособие / А.З. Ефименко. - Москва : Московский государственный строительный университет, ЭБС АСВ, 2011 -304 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/19264>
4. Киселева И. А. Моделирование рискованных ситуаций: Учебное пособие. - Москва : Евразийский открытый институт, 2011 -152 с., <http://www.iprbookshop.ru/10789>
5. Моделирование систем [Текст] : учеб. пособие : допущено УМО / Тамбов. гос. техн. ун-т. - Тамбов : Изд-во ТГТУ, 2011 (Тамбов : ИПЦ ТГТУ, 2011). - 95 с. - Библиогр.: с. 95. - ISBN 978-5-8265-1022-3 : 30-00

8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

№ п/п	Адрес для работы	Наименование Интернет-ресурса
1	http://www.iprbookshop.ru	Научно-образовательный ресурс для решения задач обучения в России и за рубежом. Уникальная платформа ЭБС IPRbooks объединяет новейшие информационные технологии и учебную методическую литературу.
2	http://scientbook.com	Свободная информационная площадка научного общения. Инструмент коммуникации, поиска людей и научных знаний.
3	http://e.lanbook.com	Ресурс, включающий в себя как электронные версии книг издательства «Лань» и других ведущих издательств учебной литературы, так и электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам.
4	http://www.public.ru	Интернет-библиотека предлагает широкий спектр информационных услуг: от доступа к электронным архивам публикаций русскоязычных СМИ и готовых тематических обзоров прессы до индивидуального мониторинга и эксклюзивных.

5	http://window.edu.ru/library	Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" предоставляет свободный доступ к каталогу образовательных интернет-ресурсов и полнотекстовой электронной учебно-методической библиотеке для общего и профессионального образования.
6	http://www.gks.ru	Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики РФ.
7	http://www.voronezhstat.gks.ru	Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики по Воронежской области.

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

1. Компьютерный класс, который позволяет реализовать неограниченные образовательные возможности с доступом в сеть Интернет на скорости 6 мегабит в секунду. С возможностью проводить групповые занятия с обучаемыми, а так же онлайн (оффлайн) тестирование.
2. Библиотечный электронный читальный зал с доступом к электронным ресурсам библиотек страны и мира. В количестве 3-х мест.
3. Персональный компьютер с предустановленным лицензионным программным обеспечением не ниже Windows XP, которое позволяет работать с видео-аудио материалами, создавать и демонстрировать презентации, с выходом в сеть Интернет.
4. Ноутбук с предустановленным лицензионным программным обеспечением не ниже Windows XP, которое позволяет работать с видео-аудио материалами, создавать и демонстрировать презентации, с выходом в сеть Интернет.

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

По дисциплине «Методы моделирования сложных систем» читаются лекции, проводятся практические занятия, выполняется курсовой проект, выполняется курсовая работа.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Практические занятия направлены на приобретение практических навыков построения и исследования моделей, описывающих различные сложные производственные процессы. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

Методика выполнения курсового проекта изложена в

учебно-методическом пособии. Выполнять этапы курсового проекта должны своевременно и в установленные сроки.

Контроль усвоения материала дисциплины производится проверкой курсового проекта, защитой курсового проекта.

Методика выполнения курсовой работы изложена в учебно-методическом пособии. Выполнять этапы курсовой работы должны своевременно и в установленные сроки.

Контроль усвоения материала дисциплины производится проверкой курсовой работы, защитой курсовой работы.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Практическое занятие	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: - работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций; - выполнение домашних заданий и расчетов; - работа над темами для самостоятельного изучения; - участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад; - подготовка к промежуточной аттестации.
Подготовка к промежуточной аттестации	Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед экзаменом, экзаменом, экзаменом, экзаменом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.