

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»



УТВЕРЖДАЮ

Декан ФМАТ

В.И. Ряжских

« 29 » июня 2018 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины (модуля)
«Основы математического моделирования»

Направление подготовки 15.03.05 – Конструкторско-технологическое
обеспечение машиностроительных производств

Профиль Конструкторско-технологическое обеспечение кузнечно-
штамповочного производства

Квалификация выпускника Бакалавр

Нормативный период обучения 4 года / -

Форма обучения Очная / -

Год начала подготовки 2018 г.

Автор программы _____ / Перова А. В. /

Заведующий кафедрой
Технологии машиностроения _____ / Грицюк В.Г. /

Руководитель ОПОП _____ / Петренко В.Р. /

Воронеж 2018

1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1 Цели дисциплины

Цель изучения дисциплины: - овладение теоретическими знаниями и практическими навыками в области математического моделирования и применение их в практической деятельности.

1.2 Задачи освоения дисциплины

- изучение основных понятий и методов математического моделирования;
- освоение практических приемов использования методов математического моделирования;
- построение и исследование математических моделей с выполнением компьютерных расчетов и программирования в автоматизированных математических системах.

2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Основы математического моделирования» относится к дисциплинам по выбору вариативной части блока Б.1 учебного плана.

3 ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Основы математического моделирования» направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-1 – способностью применять способы рационального использования необходимых видов ресурсов в машиностроительных производствах, выбирать основные и вспомогательные материалы для изготовления их изделий, способы реализации основных технологических процессов, аналитические и численные методы при разработке их математических моделей, а также современные методы разработки малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых машиностроительных технологий.

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПК-1	знать: теоретические основы моделирования как научного метода; основные принципы построения и исследования математических моделей; классификацию математических моделей; аналитические методы математического моделирования, используемые при проектировании, изготовлении и эксплуатации продукции и объектов машиностроительных производств; оптимизационные математические модели в машиностроении; способы реализации основных технологических процессов, аналитические и численные методы при разработке их математических

	моделей, а также современные методы разработки малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых машиностроительных технологий.
	уметь применять способы рационального использования необходимых видов ресурсов в машиностроительных производствах; собирать, анализировать, обрабатывать и систематизировать научно-техническую информацию по изучаемой дисциплине для обоснованного принятия решений по использованию имеющихся математических моделей в машиностроительном производстве; разрабатывать элементы математических моделей решения производственных задач, анализировать результаты, получать практические выводы.
	владеть навыками выбора и применения математических моделей при решении производственных задач, а также разработки элементов математических моделей объектов машиностроительных производств с использованием компьютера и автоматизированных математических систем.

4 ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость дисциплины «Основы математического моделирования» составляет 5 зачетных единиц.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий

Очная форма обучения

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры			
		3			
Аудиторные занятия (всего)	72	72			
В том числе:					
Лекции	18	18			
Практические занятия (ПЗ)	18	18			
Лабораторные работы (ЛР)	36	36			
Самостоятельная работа	72	72			
Курсовая работа	есть	есть			
Контрольная работа	нет-	нет			
Вид промежуточной аттестации - экзамен	36	Экзамен			
Общая трудоемкость, часов	180	180			
Зачетных единиц	5	5			

5 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

Очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекции	Прак зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Основные понятия и принципы математического моделирования	Элементы системного анализа. Этапы построения математической модели. Свойства модели. Требования к модели. <u>Самостоятельное изучение.</u> Математические схемы моделирования систем. Понятие системы и системного подхода. Свойства системы. Категории системного моделирования: структура, функция, состояние. <u>Самостоятельное изучение.</u> Кибернетический подход к моделированию процессов функционирования технических систем.	4	2	4	24	34
2	Классификация математических моделей объектов	Аналитические и имитационные математические модели. Теоретические и эмпирические математические модели. Линейные и нелинейные математические модели. Детерминированные и стохастические математические модели. Дискретные и непрерывные математические модели. <u>Самостоятельное изучение.</u> Системный характер технических систем.	2	2	4	38	46
3	Оптимизационные математические модели	Методы минимизации функций одной переменной. Алгоритм Свенна. <u>Самостоятельное изучение.</u> Комбинаторные модели. Модели с целочисленными переменными. Модели, приводящие к задачам целочисленного программирования. Метод дихотомии. Метод деления интервала пополам. Метод золотого сечения. Метод Фибоначчи. Линейные оптимизационные модели. Постановка задачи линейного программирования. Графо – аналитический метод решения задач математического программирования. Прикладные линейные модели. Методы решения задач линейного программирования.	12	14	28	10	64

		<u>Самостоятельное изучение.</u> Общая постановка и виды задач принятия решений. Математическая постановка и разрешимость задач оптимизации. Методы обработки групповых мнений и принятия коллективных решений. Методы прогноз Принятие решений при проектировании объектов и процессов машиностроения в условиях полной определенности и неопределенности. Метод анализа иерархирования и макропланирования. Использование численных оптимизационных методов на примерах: планирования выпуска продукции; оптимизации режимов работы технологического оборудования и т.д. Использование графических и аналитических методов анализа математических моделей на устойчивость. Примеры использования элементарных методов математического моделирования при решении производственных задач.					
		<i>Итого</i>	18	18	36	72	144
		<i>Экзамен</i>	-	-	-	-	36
		Всего	18	18	36	72	180

5.2 Перечень лабораторных работ

Очная форма обучения

№ п/п	Наименование лабораторной работы	Объем часов	Виды контроля
3 семестр		36	
1	Вводное занятие. Инструктаж по технике безопасности. Определение экстремума функции методом Ньютона	4	
2	Поиск оптимума методом Золотого сечения	4	
3	Поиск оптимума методом Фибоначчи	4	
4	Этапы моделирования. Основные виды моделей.	4	
5	Решение задач линейного программирования с использованием средств Excel.	4	
6	Задача планирования при ограничениях на ресурсы.	4	
7	Анализ моделей на устойчивость	4	
8	Выпуск разнородной продукции на одном оборудовании. Транспортная задача.	4	
9	Отчетное занятие	4	отчет
Итого часов		36	

5.3 Перечень практических работ

№ п/п	Тема и содержание практического занятия	Объем часов	Виды контроля
3 семестр		18	
1	Определение экстремума функции одной переменной	4	
2	Алгоритм Свенна	4	
3	Графическое решение задач линейного программирования	4	
4	Симплекс метод	4	тест
5	Отчетное занятие	2	
Итого часов		18	

6 ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

6.1 Курсовое проектирование

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины предусматривает выполнение курсовой работы для очной формы обучения в 3 семестре.

Курсовая работа по теме «Метод анализа иерархий. Линейное программирование». Варианты заданий представлены в методических рекомендациях к выполнению курсовой работы: / Изд. № 177-2016. – Режим доступа: http://e-learning.vorstu.ru/course/category.php?id= /.

Примерные темы курсовой работы:

1. Выбор вертикально-фрезерного станка для изготовления детали фланец из 4 альтернатив по 10 критериям методом анализа иерархий
2. Выбор станков для производства шатунов из 5 альтернатив по 12 критериям методом анализа иерархий
3. Выбор широкоуниверсальных фрезерных станков для изготовления детали штампов из 4 альтернатив по 11 критериям методом анализа иерархий
4. Выбор заготовок для изготовления детали шпонка из 4 альтернатив по 10 критериям методом анализа иерархий
5. Выбор смазочно-охлаждающей жидкости для детали зубчатое колесо из 5 альтернатив по 10 критериям методом анализа иерархий
6. Выбор инструмента для обработки поверхности детали крышка из 5 альтернатив по 10 критериям методом анализа иерархий
7. Выбор материала для изготовления детали подшипник из 4 альтернатив по 11 критериям методом анализа иерархий
8. Выбор материала для изготовления детали гайка из 5 альтернатив по 10 критериям методом анализа иерархий
9. Выбор материала для изготовления крышки редуктора из 5 альтернатив по 10 критериям методом анализа иерархий
10. Выбор плоскошлифовального станка для изготовления детали коленчатый вал из 5 альтернатив по 10 критериям методом анализа иерархий
11. Выбор материала для изготовления подшипник из 4 альтернатив по 11 критериям методом анализа иерархий

12. Выбор горизонтально-фрезерного станка для изготовления детали фланец из 5 альтернатив по 10 критериям методом анализа иерархий

13. Выбор станков для изготовления детали корпус из 4 альтернатив по 11 критериям методом анализа иерархий

14. Выбор токарного станка для изготовления детали фланец из 5 альтернатив по 10 критериям методом анализа иерархий

15. Выбор режущего инструмента для изготовления детали коленчатый вал из 5 альтернатив по 10 критериям методом анализа иерархий.

6.2 Контрольные работы для обучающихся заочной формы обучения

Не предусмотрено

7 ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

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	Результат	Индекс	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ПК-1	знать теоретические основы моделирования как научного метода; основные принципы построения и исследования математических моделей; классификацию математических моделей; аналитические методы математического моделирования, используемые при проектировании, изготовлении и эксплуатации продукции и объектов машиностроительных производств; оптимизационные математические модели в машиностроении; способы реализации основных технологических процессов, аналитические и численные методы при разработке их математических моделей, а также современные методы разработки малоотходных, энерго-сберегающих и экологически чи-	ПК1.P1 ПК1.P2 ПК1.P3	Активная работа на практических занятиях, отвечает на теоретические вопросы, защищает лабораторные работы, курсовую работу	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

	стых машиностроительных технологий.				
	уметь применять способы рационального использования необходимых видов ресурсов в машиностроительных производствах; собирать, анализировать, обрабатывать и систематизировать научно-техническую информацию по изучаемой дисциплине для обоснованного принятия решений по использованию имеющихся математических моделей в машиностроительном производстве; разрабатывать элементы математических моделей решения производственных задач, анализировать результаты, получать практические выводы.	ПК1.P1 ПК1.P3	Решение стандартных практических задач, написание курсовой работы	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть навыками выбора и применения математических моделей при решении производственных задач, а также разработки элементов математических моделей объектов машиностроительных производств с использованием компьютера и автоматизированных математических систем.	ПК1.P2 ПК1.P3	Решение прикладных задач в конкретной предметной области, выполнение плана работ по разработке курсовой работы	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 для очной формы обучения оцениваются в 3 семестре по системе:

- «отлично»;
- «хорошо»;
- «удовлетворительно»;
- «неудовлетворительно»

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл	Неудовл
ПК-1	знать теоретические основы моделирования как научного метода; основные принципы построения и исследования математических моделей; классификацию математических моделей; аналитические методы математического моделирования, используемые при проектировании,	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов

изготовлении и эксплуатации продукции и объектов машиностроительных производств; оптимизационные математические модели в машиностроении; способы реализации основных технологических процессов, аналитические и численные методы при разработке их математических моделей, а также современные методы разработки малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых машиностроительных технологий.					
уметь применять способы рационального использования необходимых видов ресурсов в машиностроительных производствах; собирать, анализировать, обрабатывать и систематизировать научно-техническую информацию по изучаемой дисциплине для обоснованного принятия решений по использованию имеющихся математических моделей в машиностроительном производстве; разрабатывать элементы математических моделей решения производственных задач, анализировать результаты, получать практические выводы.	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
владеть навыками выбора и применения математических моделей при решении производственных задач, а также разработки элементов математических моделей объектов машиностроительных производств с использованием компьютера и автоматизированных математических систем.	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов

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. Модель является детерминированной если:

а) описывает поведение системы только в дискретные моменты времени;

- б) у нее строго определенный набор входных и выходных параметров;
- в) если она отображает систему во времени;
- г) она постоянна.

2. Адекватность модели это:

- а) достаточность информации о моделируемом объекте;
- б) приблизительное описание характеристик объекта;
- в) полное и точное описание моделируемого объекта;
- г) описание всех параметров модели.

3. Среди основных операций над моделью, присутствуют:

- а) синтез, анализ, принятие решения;
- б) управление, автоматизация, прогнозирование;
- в) линеаризация, идентификация;
- г) сложение и вычитание.

4. Основной метод решения задач линейного программирования:

- а) симплекс-метод;
- б) метод Ньютона,
- в) метод трапеций;
- г) метод Гомори.

5. Основные этапы решения задачи линейного программирования средствами EXCEL:

- а) - создание формы для ввода условий задачи;
- ввод исходных данных;
- ввод зависимостей из математической модели;
- ввод ограничений и граничных условий;
- б) - создание формы для ввода условий задачи;
- ввод исходных данных;
- ввод зависимостей из математической модели;
- назначение целевой функции;
- ввод ограничений и граничных условий.
- в) - создание формы для ввода условий задачи;
- ввод чертежа;
- ввод зависимостей из математической модели;
- назначение целевой функции;
- ввод ограничений и граничных условий.
- г) - создание формы для ввода условий задачи;
- ввод исходных данных;
- ввод спецификации;
- назначение целевой функции;
- ввод ограничений и граничных условий.

6. Этапы моделирования это:

- а) анализ, принятие решения, синтез;
- б) синтез, анализ, принятие решения;
- в) анализ, синтез, принятие решения;
- г) анализ, синтез.

7. Для скольких значений входных параметров используется графическое решение задач линейного программирования:

- а) 2;

- б) 5,
- в) 1;
- г) не имеет значения.

8. Модель есть замещение объекта другим объектом, который отражает:

- а) все стороны данного объекта;
- б) некоторые стороны данного объекта;
- в) существенные стороны данного объекта;
- г) несущественные стороны данного объекта.

9. Результатом процесса формализации является:

- а) описательная модель;
- б) математическая модель;
- в) графическая модель;
- г) предметная модель.

10. Правильный порядок указанных этапов математического моделирования процесса: 1) анализ результата; 2) проведение исследования; 3) определение целей моделирования; 4) поиск математического описания. Соответствует последовательности:

- а) 3-4-2-1;
- б) 1-2-3-4;
- в) 2-1-3-4;
- г) 3-1-4-2.

11. Из скольких объектов, как правило, состоит система?

- а) из нескольких;
- б) из одного;
- в) из бесконечного числа;
- г) из пяти.

12. Устное представление информационной модели называется:

- а) графической моделью;
- б) словесной моделью;
- в) табличной моделью;
- г) логической моделью.

13. Упорядочение информации по определённому признаку называется:

- а) сортировка;
- б) формализация;
- в) систематизация;
- г) моделирование.

14. Как называется упрощенное представление реального объекта?

- а) оригинал;
- б) прототип;
- в) модель;
- г) система.

15. Процесс построения моделей называется:

- а) моделирование;
- б) конструирование;
- в) экспериментирование;
- г) проектирование.

16. Каково общее название моделей, которые представляют собой совокупность полезной и нужной информации об объекте?

- а) материальные;
- б) информационные;
- в) предметные;
- г) словесные.

17. Как называется средство для наглядного представления состава и структуры системы?

- а) таблица;
- б) граф;
- в) текст;
- г) рисунок.

18. Как называются модели, в которых на основе анализа различных условий принимается решение?

- а) словесные;
- б) графические;
- в) табличные;
- г) логические.

19. Модель - это:

- а) фантастический образ реальной действительности;
- б) описание объекта и его существенных свойств;
- в) материальный или абстрактный заменитель объекта, отражающий его пространственно-временные характеристики;
- г) уменьшенная копия объекта;

20. При изучении любого объекта реальной действительности можно создать:

- а) единственную модель;
- б) несколько различных видов моделей, каждая из которых отражает те или иные существенные признаки объекта;
- в) точную копию объекта во всех проявлениях его свойств и поведения;
- г) одну модель, отражающую совокупность признаков объекта;

21. Пара объектов, которая находится в отношении «объект -модель»:

- а) станок - его фотография;
- б) станок - его функциональная схема;
- в) станок - деталь;
- г) станок - его техническое описание;

22. Информационной моделью, которая имеет табличную структуру, является:

- а) файловая система компьютера;
- б) операционная карта;
- в) генеалогическое древо семьи;
- г) модель компьютерной сети Интернет.

23. Информационной моделью объекта можно считать:

- а) описание объекта-оригинала с помощью математических формул;
- б) описание объекта-оригинала на естественном или формальном языке;

- в) совокупность данных, содержащих информацию о качественных и количественных характеристиках объекта-оригинала;
- г) совокупность записанных на языке математики формул, описывающих поведение объекта-оригинала.

24. Цель оптимизационного моделирования заключается в ...

- а) изменении параметров модели;
- б) выборе другого объекта моделирования;
- в) нахождении экстремума целевой функции;
- г) поиске других существенных параметров объекта моделирования;

25. Что является отличительной особенностью динамической модели?

- а) скорость изменения;
- б) стабильность;
- в) изменяемость в пространстве без изменения во времени;
- г) изменяемость во времени.

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

Предприятие может выпустить три вида продукции: P_1 , P_2 , P_3 . Для выпуска продукции требуются ресурсы трех видов: трудовые, станочное оборудование и полуфабрикаты. Объемы и нормы расхода ресурсов приведены в условных величинах в табл. 2, цифровые значения - в табл. 3.

Таблица 1

Наименование ресурса	Вид продукции			Объем ресурса
	П ₁	П ₂	П ₃	
	Расход ресурса на единицу продукции			
Трудовые ресурсы, чел-ч	a ₁	a ₂	a ₃	a
Станочное оборудование, станкосмены	b ₁	b ₂	b ₃	b
Полуфабрикаты, кг	c ₁	c ₂	c ₃	c
Прибыль с единицы продукции, руб.	p ₁	p ₂	p ₃	max
Выпуск, шт.	x ₁	x ₂	x ₃	

Таблица 2

№ вар	a_1	a_2	a_3	a	b_1	b_2	b_3	b	c_1	c_2	c_3	c	r_1	r_2	r_3
1	8	5	7	280	6	7	4	480	9	6	5	360	8	7	5
2	15	18	9	420	6	4	4	360	4	5	8	540	90	80	90
3	3	3	2	360	2	4	3	240	6	9	8	180	24	25	18
4	6	8	9	360	1	3	2	240	3	2	3	180	18	12	15
5	2	5	6	240	3	7	7	420	4	4	2	300	12	18	16
6	2	4	2	120	6	5	1	280	7	7	4	300	16	12	18
7	15	8	6	420	9	7	9	120	6	9	9	240	12	18	20
8	10	12	6	200	4	8	9	200	9	8	6	420	20	12	18
9	8	5	2	120	2	4	7	150	4	3	8	180	3	6	7
10	8	5	2	120	7	2	4	180	4	3	9	150	12	16	20
11	2	4	3	180	6	9	8	240	1	3	2	180	12	15	25
12	3	1	2	60	4	3	2	90	9	8	3	150	45	75	60
13	2	2	1	120	2	6	5	420	7	3	7	240	18	16	12
14	3	7	7	420	2	2	1	120	2	4	2	120	20	10	15
15	12	9	7	240	6	9	9	120	8	4	8	200	18	20	12
16	14	12	8	420	9	7	9	240	9	8	8	120	16	20	24
17	12	13	8	250	9	8	8	300	8	7	9	350	12	15	18
18	16	8	9	240	4	1	8	120	6	9	8	180	24	18	30

19	15	25	9	400	9	8	9	350	5	8	9	300	30	20	25
20	4	3	1	60	1	5	2	50	6	2	8	100	10	12	18

Требуется найти, сколько и какого вида продукции необходимо выпускать, чтобы план был оптимальным по критерию прибыли, т.е. таким, при котором получаемая прибыль была бы максимальной.

Критерии оценки

Критерии оценки заданий:

5 – ответ верный, задача полностью решена, сделан параметрический анализ и выводы;

4 – ответ верный, но не полный;

3- построена только математическая модель, но не решена

2 – ответ неверный.

Методика проведения: проводится в аудитории для практических занятий, используется компьютер, применяется фронтальная форма, время выполнения задания – в течение 30 минут, задания выполняются без использования справочной литературы, используется Microsoft Excel, результат сообщается на следующий день.

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

Для задания 1 курсовой работы предлагается задача оценки эффективности деятельности машиностроительных предприятий или производства изделий, оценки адекватности технологических процессов, выбора оборудования с целью аренды или покупки в интересах предприятия и т.д. с использованием метода анализа иерархий.

Темы заданий	Проверяемый результат	Макс. балл
Выбор материала для изготовления штуцера из 5 видов по 10 критериям методом анализа иерархий. Построение регрессионных моделей влияния технологических показателей на качество обработки детали	ПК1.P2 ПК1.P3	5
Выбор материала для изготовления шестерни редуктора из 4 видов по 10 критериям методом анализа иерархий. Построение регрессионных моделей влияния технологических показателей на качество обработки детали	ПК1.P2 ПК1.P3	5
Выбор материала для изготовления жиклера из 4 видов по 9 критериям методом анализа иерархий. Построение регрессионных моделей влияния технологических показателей на качество обработки детали	ПК1.P2 ПК1.P3	5
Выбор материала для изготовления шпинделя из 5 видов по 10 критериям методом анализа иерархий. Построение регрессионных моделей влияния технологических показателей на качество обработки детали	ПК1.P2 ПК1.P3	5
Выбор оборудования для изготовления вала из 4 видов по 10 критериям методом анализа иерархий. Построение регрессионных моделей влияния технологических показателей на качество обработки детали	ПК1.P2 ПК1.P3	5

Задания 2

Проверяемый результат: ПК-1.Р3.

Согласно выбранным вариантам задания решить средствами Excel следующую задачу линейного программирования, представленную ниже. Сделать вывод по задаче, провести параметрический анализ и представить результаты решения графически.

Вариант 1

Предприятие должно работать 24 часа в сутки, согласно таблице:

Время суток	2-6	6-10	10-14	14-18	18-22	22-24
Минимально необходимое количество рабочих	4	8	10	7	12	4

Каждый рабочий должен работать 8 часов подряд. Определить такое количество рабочих, вышедших на работу в каждый 4-часовой интервал, при котором общее количество работающих будет минимально.

Вариант 2

Фабрика производит 3 изделия:

Изделие	Потребность в сырье на 1 изделие		Прибыль от 1 изделия
	A	B	
I	3	1	\$3
II	4	3	\$6
III	1	2	\$2
Есть в наличии	20	10	

Найти наиболее прибыльный план производства изделий.

Если появится еще 1 единица сырья A, какую максимальную цену можно за нее заплатить?

Вариант 3

Заготовки для деталей A, B и C надо обработать на станках I и II. При каком плане производства каждого изделия прибыль максимальна?

Станок	Время обработки 1 заготовки (час)			Фонд времени
	A	B	C	
I	3	2	3	12
II	4	1	2	15
Прибыль от одного изделия	3	4	5	

Какое максимальное дополнительное время использования станка I можно назначить?

Вариант 4

Предприятие производит 4 вида изделий. Суммарное время использования станков – не более 90 часов, количество поставляемых комплектующих изделий – не более 80 шт. Найти наиболее прибыльный план выпуска изделий.

Можно увеличить время работы станков на 10 часов и платить за аренду \$40. Выгодно ли это?

Производственные характеристики	Количество на 1 изделие			
	1	2	3	4
Время использования станка (час)	1	3	8	4
Количество комплектующих Изделий (шт.)	2	2	1	3
Себестоимость	\$20	\$25	\$40	\$55
Продажная цена	\$30	\$45	\$80	\$85

Вариант 5

Имеется 3 завода, способные произвести за месяц 50, 30 и 20 тыс. тонн продукции. Имеется 4 потребителя с потребностями 12, 15, 25 и 36 тыс. тонн. Стоимость перевозки 1 тыс. тонн продукции дана в таблице:

Потребитель	Завод		
	1	2	3
1	15	19	14
2	19	18	16
3	19	18	20
4	15	19	18

Не менее 50 % продукции, потребляемой потребителем 1, должно поступать с 1-го завода. Определить план перевозок, минимизирующих их стоимость.

Вариант 6

Завод производит продукцию 3-х типов: П1, П2, П3. Для производства каждого изделия необходимо 3 технологические операции: О1, О2, О3. В день можно производить не более 170 ед. продукции. Найти наиболее прибыльный план производства.

Операция	Объем работ на 1 изделие (чел.-час)			Дневной фонд времени (час)
	П1	П2	П3	
О1	2	3	2	360
О2	1	2	3	240
О3	1	1	2	180
Прибыль от 1 изделия	\$15	\$22	\$19	

В какой операции наиболее целесообразны сверхурочные работы, максимально увеличивающие фонд рабочего времени, если их стоимость \$4/(чел.-час)?

Вариант 7

Предприятие выпускает 3 изделия. Для выпуска одного изделия необходимо сырье в количестве 3 кг для первого изделия, 8 кг – для второго и 1 кг – для третьего. Общий запас сырья – 9500 кг. Изделия 1, 2 и 3 входят в комплект в количестве 2, 1 и 5 штук соответственно. Комплекты немедленно отправляются потребителю. Если будет выпущено лишнее количество изделий № 2, то на складе можно разместить не более 20 штук. Определить оптимальное количество выпускаемых изделий, при котором количество комплектов максимально.

Вариант 8

Завод может использовать 3 технологии для выпуска 4-х изделий. Применение определенной технологии однозначно определяет выход изделий из 1 т. сырья. Имеется 15 тонн сырья.

Технология	Выход изделий из 1 т. сырья (шт.)			
	И1	И2	И3	И4
Т1	3	2	8	1

T2	5	4	2	2
T3	8	1	4	1
Доход от 1 шт.	10	15	6	20
План выпуска	76	55	38	28

Сколько тонн сырья необходимо использовать в каждой технологии для получения максимального дохода?

Вариант 9

Изготовление продукции 2-х видов П1 и П2 требует 4-х видов сырья: S1, S2, S3, S4. Запасы каждого сырья – 19, 13, 15 и 18 усл. ед. Потребность в сырье для выпуска 1 ед. продукции и получаемая от нее прибыль – в таблице:

Сырье	Продукция	
	П1	П2
S1	2	3
S2	2	1
S3	0	3
S4	3	0
Прибыль	\$7	\$5

На бирже за 1 ед. сырья S3 предлагают \$4.

Сколько сырья можно продать, и сколько продукции каждого вида нужно выпустить, чтобы в итоге прибыль была максимальной?

Вариант 10

Технологический процесс состоит из 2-х этапов. На первом этапе сырье перерабатывается в три промежуточных продукта А, В, С, которые на 2-м этапе используются для изготовления конечной продукции

Промежуточный продукт	Выход из 1 т сырья (кг)	Расход на 1 т конечного продукта (кг)	
		И	П
А	460	250	800
В	200	250	200
С	340	500	0

Оптовая цена 1 т. конечного продукта I вида - \$50, II вида - \$60. Какое количество конечного продукта каждого вида из 1 т. сырья надо выпускать, чтобы суммарная стоимость продукции была максимальной?

Вариант 11

Завод производит за месяц 1500 тыс. литров анкилата, 1200 тыс. литров крекинг-бензина и 1300 тыс. литров изопентана. В результате смешивания этих компонентов в пропорции 1:1:1 и 3:1:2 получает бензин сорта А и Б соответственно. Стоимость 1000 литров бензина А – 90 р., Б – 120 р. Определить месячный план производства бензина сорта А и Б, максимизирующий стоимость продукции.

Вариант 12

Производственные мощности механического цеха позволяют изготовить за смену 600 деталей А или 1200 деталей Б. Мощность термического цеха, куда эти детали поступают на обработку в тот же день, позволяет обработать за смену 1200 деталей А или 800 деталей Б. Механический цех работает в 3 смены, а термический – в 2. Определить суточный выпуск деталей А и Б, максимизирующий их общее количество.

Вариант 13

Предприятие может выпускать три вида продукта А, Б, В, располагая для этого ресурсами сырья 1000 тонн, которое расходуется в количестве 5; 2,5 и 2 т на каждую единицу продукции А, Б, В соответственно. Прибыль, получаемая от каждой единицы продукции 10 000 руб. от продукции Б и 4 000 руб. от В. Прибыль от одной единицы продукции А зависит от величины Z – расходуемого на нее сырья и составляет 5 тыс., если $z < 99,999$; 3 тыс., если $100 < Z < 200$ и 1 тыс., если $Z > 200,001$. Определить наиболее прибыльный план выпуска продукции, если расход сырья на производство продукции Б должен быть не более 200 т, а продукции В – не более 300 т.

Вариант 14

Завод изготавливает продукцию 4-х видов. потребность в ресурсах для производства 1 ед. каждой продукции дана в таблице:

показатель	продукция				ресурс
	П1	П2	П3	П4	
раб. сис. чел-час	0,5	1,5	2	1,5	500
сырье, кг	4	2	6	8	2500
прибыль, руб.	5	5	12,5	10	

Найти количество выпускаемой продукции, максимизирующую прибыль, если продукции П2 можно выпускать не более 50 % от количества П1 и П4 вместе, а П3 от 10% до 70% количества П1, П2 и П4 вместе.

Вариант 15

Изготовление продукции двух видов П1 и П2 требует использования четырех видов сырья S1, S2, S3, S4. Запасы каждого сырья ограничены и соответствуют 19, 13, 15, 18 условных единиц. Количество единиц сырья, необходимое для изготовления каждого из видов продукции, заданы в таблице:

Виды сырья	Запасы сырья	Виды продукции	
		П1	П2
S1	19	2	3
S2	13	2	1
S3	15	0	3
S4	18	3	0
Доход		7	5

В последней строке таблицы указан доход, получаемый предприятием от реализации одной единицы каждого вида продукции.

Требуется составить такой план выпуска продукции видов П1 и П2, при котором доход предприятия от реализации всей продукции максимален.

Вариант 16

Предприятие производит три вида продукции (А, В, С), для выпуска каждого из которых требуется определенное время обработки на всех четырех типах оборудования ОБ1, ОБ2, ОБ3 и ОБ4.

Вид продукции	Время обработки				Прибыль
	ОБ1	ОБ2	ОБ3	ОБ4	
А	1	3	1	2	3
В	6	1	3	3	6
С	3	3	2	4	4

Пусть время работы оборудования составляет соответственно 84, 42, 21 и 42 ч. Определите, какую продукцию и в каких количествах следует производить, чтобы предприятие получило максимальную прибыль.

Вариант 17

Предприятие располагает тремя группами основного технологического оборудования и может выпускать изделия четырех видов А, Б, В и Г. Все изделия имеют практически не-

ограниченный сбыт, нет ограничений и в приобретении необходимых материалов (сырья).
Необходимые данные представлены в таблице:

Оборудование	Время в часах на единицу изделия				Месячный фонд времени работы оборудования
	А	Б	В	Г	
1	0,02	0,03	0,07	0,13	400
2	0,05	0,08	0,02	0	200
3	0,1	0	0,05	0,02	500
Прибыль	0,4	0,2	0,5	0,8	

Требуется определить такие объемы выпуска X_1 , X_2 , X_3 , X_4 каждого изделия А, Б, В и Г, которые обеспечивают максимальную прибыль предприятия.

Вариант 18

Некоторое предприятие выпускает однородную продукцию. Оно стремится определить, какими должны быть уровни производства для каждого продукта в течение некоторого наперед заданного периода. Эти уровни ограничены технологическими и другими условиями. В рамках этих ограничений требуется максимизировать прибыль предприятия.

	На ед. продукции А		На ед. продукции В		Имеется в наличии
	ТП1	ТП2	ТП1	ТП2	
Кол-во человеко-недель	1	1	1	1	15
Кол-во материала Y(кг)	7	5	3	2	120
Кол-во материала Z (ящики)	3	5	10	15	100
Прибыль с единицы продукции (руб)	4	5	9	11	
Объем выпуска	X_1	X_2	X_3	X_4	

Вариант 19

Предприятие производит два продукта А и В, рынок сбыта которых не ограничен. Каждый продукт должен быть обработан на каждом из трех типов оборудования ОБ1, ОБ2, ОБ3. Время обработки в каждом для каждого из продуктов А и В представлено ниже.

	ОБ1	ОБ2	ОБ3
А	0,5	0,4	0,2
В	0,25	0,3	0,4

Фонд времени работы оборудования в неделю для ОБ1, ОБ2, ОБ3 соответственно 40, 36 и 36 часов. Прибыль от продуктов А и В соответственно 5 и 3 тыс. руб. Необходимо определить недельные нормы выпуска продуктов А и В, максимизирующие прибыль.

Вариант 20

Предприятие выпускает 4 вида продукции. Затраты ресурсов и прибыль:

	П1	П2	П3	П4	ресурс
трудозатраты	0,5	1,5	2	1,5	500
сырье	4	2	6	8	2500
прибыль	5	5	12,5	10	

Количество выпускаемой продукции различного вида должно относиться, как 3:2:4:5. При каком плане выпуска прибыль максимальна?

Критерии оценки курсовой работы:

5 баллов выставляется студенту, если работа выполнена в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности. Студент работает полностью самостоятельно: подбирает необходимые источники информации, показывает необходимые теоретические знания, практические умения и знания.

4 балла выставляется студенту, если задание выполнено в полном объеме и самостоятельно. Допускаются отклонения от необходимой структуры, не влияющие на конечный результат. Студенты используют указанные преподавателем источники информации. Задание показывает знание основного теоретического материала и овладение умениями необходимыми для самостоятельного выполнения работы.

3 балла выставляется студенту, если творческое задание выполняется и оформляется студентами при помощи преподавателя и хорошо подготовленных и уже выполненных на «отлично» данную работу студентов. Студенты показывают знания теоретического материала, но испытывают затруднение в интерпретации материала в практической области «отлично» данную работу студентов.

2 балла выставляется студенту, если студенты показывают плохое знание теоретического материала и отсутствие необходимых умений. Руководство и помощь со стороны преподавателя и хорошо подготовленных студентов неэффективны по причине плохой подготовки студента.

0 – в остальных случаях.

Шкала оценивания:

Итоговый балл	0÷2	3	4	5
Оценка	2	3	4	5

Методика проведения: защита работ проводится в аудитории для практических занятий, работа выполняется во время самостоятельной работы, на подготовку отводится 2 месяца, задания выполняются с использованием справочной и учебно-методической литературы и/или средств коммуникации, результат сообщается на следующий день.

Оценочные средства по лабораторным работам **Лабораторная работа «Этапы моделирования»**

Проверяемый результат: ПК-1.P1, ПК-1.P2, ПК-1.P3

Критерии оценки

1 – работа выполнена самостоятельно, в полном объеме, отчет соответствует требованиям методических указаний;

0,75 – работа выполнена самостоятельно, в полном объеме, но отчет содержит незначительные логические погрешности, опiski, отступления от структуры отчета.

0,5 – работа выполнена самостоятельно, но не в полном объеме, отчет соответствует требованиям методических указаний;

0,5 - работа выполнена при помощи преподавателя и хорошо подготовленных и уже выполнивших данную работу студентов, отчет соответствует требованиям методических указаний;

0 – работа не выполнена или отчет не представлен.

Шкала оценивания:

Итоговый балл	0	0,5	0,75	1
Оценка	2	3	4	5

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к экзамену

1. Моделирования физических процессов и технологических систем.
2. Математическая модель объекта моделирования. Классификация моделей.
3. Системный подход. Основные признаки систем.
4. Основные этапы моделирования технологических систем.
5. Оптимизация производственных и технологических систем.
6. Математическая постановка задачи оптимизации. Допустимое множество и целевая функция. Локальный и глобальный минимумы.
7. Обобщенная задача оптимизации. Классификация задач оптимизации.
8. Алгоритм Свенна.
9. Метод дихотомии.
10. Метод деления пополам.
11. Задачи линейного программирования. Основная задача линейного программирования.
12. Геометрическая интерпретация задачи линейного программирования.
13. Симплекс - метод решения задачи линейного программирования.
14. Метод Ньютона для нахождения оптимума функции.
15. Метод «Золотого сечения» для нахождения оптимума функции.
16. Метод Фибоначчи для нахождения оптимума функции.
17. Оптимизация задачи выбора ресурсов, оборудования, технологических процессов
18. Задача планирования при ограничениях на ресурсы.
19. Транспортная задача.
20. Комплекты и пропорции.
21. Задачи с процентными долями.
22. Выпуск разнородной продукции на одном оборудовании.
23. Задача о кратчайшем пути. Нахождение кратчайшего пути в графах.
7. Задача о замене оборудования.
24. Задача о назначениях.
25. Задача о минимальной загрузке оборудования.
26. Задача об оптимальном распределении деталей по станкам.
27. Нелинейное программирование.
28. Целочисленное программирование.
29. Параметрический анализ.

7.2.6 Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

В промежуточной аттестации в итоговый балл включается балл текущего контроля: $\text{итоговый балл} = \text{баллу выполнения экзаменационного задания} + \text{средний балл текущего контроля}$.

Часть результатов оценивается по текущему контролю.

Результаты, оцениваемые по текущему контролю	ПК-1.Р1, ПК-1.Р2, ПК-1.Р3	ПК-1.Р1, ПК-1.Р2, ПК-1.Р3	ПК-1.Р1, ПК-1.Р2, ПК-1.Р3	ПК-1.Р1, ПК-1.Р2, ПК-1.Р3	ПК-1.Р1, ПК-1.Р2, ПК-1.Р3
Максимальный балл	5	5	5	5	1
Оценка	5	5	5	5	5

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

Раздел дисциплины	Объект контроля	Форма контроля	Метод контроля	Срок выполнения (неделя семестра)
1	2	3	4	5
Основные понятия и принципы математического моделирования. Классификация математических моделей объектов	знание теоретических основ моделирования как научного метода; основных принципов построения и исследования математических моделей; классификацию математических моделей	Фронтальный устный опрос	Устный	2-4 недели
Оптимизационные математические модели	знание аналитических методов математического моделирования, используемых при проектировании, изготовлении и эксплуатации продукции и объектов машиностроительных производств; оптимизационные математические модели в машиностроении	ЛР № 1; ЛР № 2 ЛР № 3	Отчет и устный опрос	2-6 недели
Оптимизационные математические модели	знание способов реализации основных технологических процессов, аналитические и численные методы при разработке их математических моделей, а также современные методы разработки малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых машиностроительных технологий.	ЛР № 4 Фронтальный устный опрос	Устный	7-8 недели
Оптимизационные математические модели	умение применять способы рационального использования необходимых видов ресурсов в машиностроительных производствах	ЛР № 5 ЛР № 6	Письменный; устный	9-12 недели
Основные понятия и принципы математического моделирования.	умение собирать, анализировать, обрабатывать и систематизировать научно-техническую информацию по изучаемой дисциплине для обоснованного принятия решений по использованию имеющихся математических моделей в машиностроительном производстве	Фронтальный устный опрос	Устный	13-14 недели
Оптимизационные математические модели	умение разрабатывать элементы математических моделей решения производственных задач, анализировать результаты, получать практические выводы.	ЛР № 7	Отчет и устный опрос	14-15 недели

Классификация математических моделей объектов. Оптимизационные математические модели	владение навыками выбора и применения математических моделей при решении производственных задач, а также разработки элементов математических моделей объектов машиностроительных производств с использованием компьютера и автоматизированных математических систем.	ЛР № 8	Отчет и устный опрос	16-18 недели
--	---	--------	----------------------	--------------

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

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем экзаменатором осуществляется проверка теста, и выставляется оценка согласно методике выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем экзаменатором осуществляется проверка решения задач, и выставляется оценка согласно методике выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем экзаменатором осуществляется проверка решения задач, и 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

Основная литература

1. Перова, А.В. Основы математического моделирования: курс лекций [Электронный ресурс]: учеб. пособие / А. В. Перова. – Воронеж: ФГБОУ ВО «ВГТУ», 2016. – Режим доступа: [ghhttp://bibl.cchgeu.ru/MarcWeb2/Found.asp](http://bibl.cchgeu.ru/MarcWeb2/Found.asp)
2. Перова, А.В. Основы математического моделирования [Текст]: учебное пособие по дисциплине " Основы математического моделирования" / А. В. Перова. – Воронеж: ГОУ ВПО "Воронежский государственный технический университет", 2010.

Дополнительная литература

3. Аверченков, В.И. [и др.]. Основы математического моделирования технических систем [Текст]: учебное пособие / В.И. Аверченков, В.П. Федоров, М.Л. Хейфец. – ЭБС «Лань», 2012. – Режим доступа: <http://www.e/lanbook/com> – ЭБС «Лань».

4. Методические указания к выполнению курсовой работы по дисциплине «Основы математического моделирования» для студ. направления 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» (профили: «Технология машиностроения», «Металлообрабатывающие станки и комплексы», «Конструкторско-технологическое обеспечение кузнечно-штамповочного производства») всех форм обучения [Электронный ресурс] / Воронеж: ФГОУ ВО «ВГТУ»; А.В. Перова. – Воронеж: ФГБОУ ВО "ВГТУ", 2016. – Регистр. № 177–2016. – Режим доступа: <http://bibl.cchgeu.ru/MarcWeb2/Found.asp>

5. МУ к выполнению лабораторных работ по дисциплине "Основы математического моделирования" для студентов направления подготовки бакалавров 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» (профили: «Конструкторско-технологическое обеспечение кузнечно-штамповочного производства», «Металлообрабатывающие станки и комплексы», «Технология машиностроения») [Электронный ресурс] / Воронеж: ФГБОУ ВО "ВГТУ"; сост. А.В. Перова. – Воронеж: ФГБОУ ВО "ВГТУ", 2017. – 37 с. – Регистр. № 105– 2017. – Режим доступа: <http://bibl.cchgeu.ru/MarcWeb2/Found.asp>

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

Лицензионное ПО

LibreOffice

Ресурс информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

<http://www.edu.ru/>

Образовательный портал ВГТУ

Информационная справочная система

<http://window.edu.ru>

<https://wiki.cchgeu.ru/>

Современные профессиональные базы данных

Ресурс машиностроения

Адрес ресурса: <http://www.i-mash.ru/>

Портал машиностроения

Адрес ресурса: <http://www.mashportal.ru/main.aspx>

Электронно-библиотечная система «Лань» <http://www.e.lanbook.com> Договоры с ООО «Издательство Лань»

Электронно-библиотечная система «Elibrarv» <http://elibrary.ru>

Электронный каталог научной библиотеки:

<https://cchgeu.ru/university/elektronnyy-katalog/>

Электронная библиотечная система ВГТУ:

<http://bibl.cchgeu.ru/MarcWeb2/Found.asp>

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

9.1	Специализированная лекционная аудитория, оснащенная оборудованием для лекционных демонстраций и проекционной аппаратурой
9.2	Учебные лаборатории оборудованы проекторами и компьютерными программами
9.3	Дисплейный класс, оснащенный компьютерными программами для проведения лабораторного практикума и практических работ
9.4	Кабинеты, оборудованные проекторами и интерактивными досками
9.5	Натурные лекционные демонстрации: Компьютерные программы для реализации математических моделей Microsoft Excel; MathCad.

10 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

По дисциплине «Основы математического моделирования» читаются лекции, проводятся практические занятия, лабораторные работы 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 расчета инженерных задач математического моделирования. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

Лабораторные работы направлены на освоение решений задач математического моделирования на ПЭВМ. При проведении лабораторных занятий основными методами являются: метод упражнений; метод решения служебных задач с помощью ПЭВМ; работа с документами. Выполнение лабораторных работ в соответствии с расписанием, каждая работа студентом защищается.

Большое значение по закреплению и совершенствованию знаний имеет самостоятельная работа студентов. Информацию о видах самостоятельной работы студенты получают на занятиях.

Методика выполнения курсовой работы изложена в методических указаниях. Выполнять этапы курсовой работы должны своевременно и в установленные сроки.

Контроль усвоения материала дисциплины производится проверкой курсовой работы и её защитой.

Освоение дисциплины оценивается на экзамене.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать 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.
Практические занятия	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.
Лабораторные работы	Лабораторные занятия являются одной из наиболее эффективных форм учебных занятий. Они дают наглядное представление об изучаемых явлениях и процессах. На них студенты осваивают постановку и ведение эксперимента, учатся умению наблюдать, оценивать полученные результаты, делать выводы и обобщения. Ведущей целью лабораторных работ является овладение техникой эксперимента на компьютере, умение решать практические задачи путем составления математических моделей. Выполнение лабораторных работ заканчивается составлением отчета с выводами, характеризующими полученный результат, и защита работы перед преподавателем. Лабораторная работа считается полностью выполненной после ее защиты.
Подготовка к экзамену	При подготовке к экзамену необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу и решение задач на практических занятиях.

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

№ п/п	Перечень вносимых изменений	Дата внесения изменений	Подпись заведующего кафедрой, ответственной за реализацию ОПОП
1	Актуализирован раздел 8.1 в части состава учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	31.08.2019	
2	Актуализирован раздел 8.2 в части состава используемого лицензионного программного обеспечения, современных профессиональных баз данных и справочных информационных систем	31.08.2019	
3	Актуализирован раздел 9 в части состава материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса	31.08.2019	
4	Актуализирован раздел 8.1 в части состава учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	31.08.2020	
5	Актуализирован раздел 8.2 в части состава используемого лицензионного программного обеспечения, современных профессиональных баз данных и справочных информационных систем	31.08.2020	
6	Актуализирован раздел 9 в части состава материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса	31.08.2020	

7	Актуализирован раздел 8.1 в части состава учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	31.08.2021	
8	Актуализирован раздел 8.2 в части состава используемого лицензионного программного обеспечения, современных профессиональных баз данных и справочных информационных систем	31.08.2021	
9	Актуализирован раздел 9 в части состава материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса	31.08.2021	