

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Емельянов Иван Павлович

Должность: декан МТФ

Дата подписания: 23.03.2023 10:16:48

Уникальный программный ключ:

bd504ef43b4086e45cd8210436c3dad295d08a8697ed632cc54ab852a9c86121

## Аннотация к рабочей программе

### дисциплины «Математическое моделирование в машиностроении»

#### Цель преподавания дисциплины

Дисциплина изучается с целью формирования личности высококвалифицированного специалиста научного работника, обеспечения его научной идеологией математической формализации задач технологического проектирования, способностью анализировать, выдвигать и обосновывать научные гипотезы математического моделирования, проводить их через систему научной разработки, аналитического и статистического обоснования.

#### Задачи изучения дисциплины

Задачи курса состоят в изучении:

- общих понятий математического моделирования процессов (структуры, классификации и областей применения математических моделей, предъявляемых к ним требований );
- теоретических основ математического моделирования и оптимизации процессов;
- вопросов математического моделирования физических процессов в технологических системах;
- вопросов математического моделирования и оптимизации технологических и измерительных систем.

#### Планируемые результаты обучения по дисциплине

В результате освоения дисциплины студент должен:

*знать* основные виды математических моделей, методы их создания и основные понятия, а также основные программные продукты связанные с построением и описанием различных моделей.

*уметь* создавать различные виды моделей явлений и процессов с использованием ЭВМ.

*владеть навыками* работы с современными инструментальными системами математического моделирования.

#### Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины:

У обучающихся формируются следующие компетенции:

ОПК-1 - умение использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования;

ОПК-3 - владение основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации;

ОПК-5 - способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно - коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности;

ПК-4 - способность участвовать в работе над инновационными проектами, используя базовые методы исследовательской деятельности.

### **Разделы дисциплины**

1. Общие понятия математического моделирования процессов в машиностроении
2. Классификация математических моделей. Требования, предъявляемые к математическим моделям
3. Основы теории множеств и теории графов
4. Общая постановка и виды задач принятия решений. Математическая постановка и разрешимость задач оптимизации.
5. Графо - аналитический метод решения задач математического программирования
6. Методы решения задач линейного программирования.
7. Численные методы решения задач нелинейного программирования (поиск экстремума функции  $n$  - переменных)
8. Методы решения многокритериальных задач оптимизации
9. Основы теории массового обслуживания
10. Математические модели простейших систем массового обслуживания

# МИНОБРАЗОВАНИЯ РОССИИ

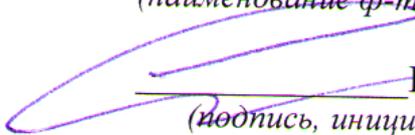
Юго-Западный государственный университет

УТВЕРЖДАЮ:

Декан факультета

Механико-технологический

(наименование ф-та полностью)

 И.П. Емельянов

(подпись, инициалы, фамилия)

«23» 08 2019 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Математическое моделирование в машиностроении

(наименование дисциплины)

направление подготовки (специальности) 15.03.01

(шифр согласно ФГОС)

«Машиностроение»

и наименование направления подготовки (специальности)

профиль «Оборудование и технология сварочного производства»

наименование профиля, специализации или магистерской программы

форма обучения очная

( очная, очно-заочная, заочная)

Курс – 2019

Рабочая программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования направления подготовки бакалавра 15.03.01 Машиностроение, утвержденного 05.03.2015 г. №957, а также на основании рабочего учебного плана по программе бакалавриата 15.03.01 Машиностроение профиль «Оборудование и технология сварочного производства», утвержденного Ученым советом университета «29» марта 2019 г. №7

Рабочая программа обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе для обучения студентов по направлению подготовки бакалавров 15.03.01 Машиностроение, профиль «Оборудование и технология сварочного производства», на заседании кафедры Машиностроительные технологии и оборудование протокол № 14 «21» июня 2019 г

И.о. зав. кафедрой МТиО \_\_\_\_\_ к.т.н., доц. С.А. Чевычелов

Разработчик программы \_\_\_\_\_ д.т.н., доц. В.В. Куц

Согласовано:

Директор научной библиотеки \_\_\_\_\_ В.Г. Макаровская

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе для обучения студентов по направлению подготовки бакалавров 15.03.01 Машиностроение профиль «Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств», на заседании кафедры Машиностроительные технологии и оборудование протокол № «В» 06.07. 2020г  
(наименование кафедры, дата, номер протокола)

И.о. зав. кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе для обучения студентов по направлению подготовки бакалавров 15.03.01 Машиностроение профиль «Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств», на заседании кафедры Машиностроительные технологии и оборудование протокол №12 «30» 06 2021 г  
(наименование кафедры, дата, номер протокола)

И.о. зав. кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе для обучения студентов по направлению подготовки бакалавров 15.03.01 Машиностроение профиль «Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств», на заседании кафедры Машиностроительные технологии и оборудование протокол № « » 20 г  
(наименование кафедры, дата, номер протокола)

И.о. зав. кафедрой \_\_\_\_\_

## **1 Цель и задачи дисциплины. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

### **1.1 Цель дисциплины**

Дисциплина изучается с целью формирования личности высококвалифицированного специалиста научного работника, обеспечения его научной идеологией математической формализации задач технологического проектирования, способностью анализировать, выдвигать и обосновывать научные гипотезы математического моделирования, проводить их через систему научной разработки, аналитического и статистического обоснования.

### **1.2 Задачи дисциплины**

**Задачи курса** состоят в изучении:

- общих понятий математического моделирования процессов (структуры, классификации и областей применения математических моделей, предъявляемых к ним требований);
- теоретических основ математического моделирования и оптимизации процессов;
- вопросов математического моделирования физических процессов в технологических системах;
- вопросов математического моделирования и оптимизации технологических и измерительных систем.

### **1.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

В результате освоения дисциплины студент должен:

*знать* основные виды математических моделей, методы их создания и основные понятия, а также основные программные продукты связанные с построением и описанием различных моделей.

*уметь* создавать различные виды моделей явлений и процессов с использованием ЭВМ.

*владеть навыками* работы с современными инструментальными системами математического моделирования.

У обучающихся формируются следующие **компетенции**:

ОПК-1 - умение использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования;

ОПК-3 - владение основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации;

ОПК-5 - способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно - коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности;

ПК-4 - способность участвовать в работе над инновационными проектами, используя базовые методы исследовательской деятельности.

## 2 Указание места дисциплины в структуре образовательной программы

Б1.В.ДВ.02.01 Математическое моделирование в машиностроении, 3 курс, 5 семестр.

**3 Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся**

### 3.1 Содержание дисциплины и лекционных занятий

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 3 зачетных единиц (з.е.), 108 часа.

Таблица 3 –Объём дисциплины

Объём дисциплины	Всего, часов
Общая трудоемкость дисциплины	108
Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) (всего)	36,1
в том числе:	36,1
лекции	18
лабораторные занятия	18
практические занятия	-
экзамен	-
зачет	0,1
курсовая работа (проект)	-
расчетно-графическая (контрольная) работа	-
Аудиторная работа (всего):	18
в том числе:	
лекции	18
лабораторные занятия	18
практические занятия	-
Самостоятельная работа обучающихся (всего)	71,9
Контроль/экс (подготовка к экзамену)	-

#### 4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

##### 4.1 Содержание дисциплины

Таблица 4.1.1 – Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Содержание
1	2	3
1.	Общие понятия математического моделирования процессов в машиностроении	Математическая модель объекта моделирования. Структурная схема объекта моделирования
2.	Классификация математических моделей. Требования, предъявляемые к математическим моделям	Классификация математических моделей. Требования, предъявляемые к математическим моделям
3.	Основы теории множеств и теории графов	Основы теории множеств и теории графов
4.	Общая постановка и виды задач принятия решений. Математическая постановка и разрешимость задач оптимизации.	Основы теории оптимизации. Математическая постановка задачи оптимизации. Локальный и глобальный минимум (максимум) целевой функции. Разрешимость задач оптимизации
5.	Графо – аналитический метод решения задач математического программирования	Графо – аналитический метод решения задач математического программирования
6.	Методы решения задач линейного программирования.	Графо-аналитический метод решения задач линейного программирования. Численные методы решения задач нелинейного программирования (поиск экстремума функции одной переменной). Классификация численных методов решения задач нелинейного программирования. Методы поиска экстремума функции одной переменной. Классический метод минимизации (максимизации) функции одной переменной. Метод равномерного перебора. Метод золотого сечения
7.	Численные методы решения задач нелинейного программирования (поиск экстремума функции $n$ – переменных)	Метод линеаризации (приведения задачи нелинейного программирования к задаче линейного программирования). Метод покоординатного спуска в задачах без ограничений. Метод покоординатного спуска в задачах с ограничениями
8.	Методы решения многокритериальных задач оптимизации	Метод поиска Парето – эффективных решений. Метод решения многокритериальных задач оптимизации с использованием обобщенного (интегрального) критерия. Аддитивный критерий. Мультипликативный критерий. Максиминный (минимаксный) критерий. Основные принципы выбора критериев оптимальности.

9.	Основы теории массового обслуживания	Понятие случайного процесса. Марковский случайный процесс. Поток событий. Уравнения Колмогорова для вероятностей состояний. Финальные вероятности состояний. Задачи теории массового обслуживания. Классификация систем массового обслуживания
10.	Математические модели простейших систем массового обслуживания	Одноканальная СМО с отказами. Одноканальная СМО с ожиданием.
11.	$N$ – канальная СМО с отказами (задача Эрланга).	Возможные постановки задач оптимизации $n$ – канальных СМО с отказами
12.	Оперативно – календарное планирование в технологических системах на основе теории расписаний.	Элементы (основы) теории расписаний. Формирование расписания работы оборудования методами линейного и динамического программирования.

Таблица 4.1.2 – Содержание дисциплины и его методическое обеспечение

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Виды деятельности			Учебно-методические материалы	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра)	Компетенции
		лек., час	№ лаб.	№ пр.			
1	2	3	4	5	6	7	8
1.	Общие понятия математического моделирования процессов в машиностроении	-	-	1, 2, 7, 8	МУ1, 2, 7, 8	С(2), 3(18)	ОПК-1; ОПК-3; ОПК-5; ПК-4
2.	Классификация математических моделей. Требования, предъявляемые к математическим моделям	-	-	-	-	С(4), 3(18)	ОПК-1; ОПК-3; ОПК-5; ПК-4
3.	Основы теории множеств и теории графов	-	-	3,4	МУ 3, 4	С(5), 3(18)	ОПК-1; ОПК-3; ОПК-5; ПК-4
4.	Общая постановка и виды задач принятия решений. Математическая постановка и разрешимость задач оптимизации.	-	-	-	-	С(6), 3(18)	ОПК-1; ОПК-3; ОПК-5; ПК-4
5.	Графо – аналитический метод решения задач математического программирования	-	-	-	-	С(7), 3(18)	ОПК-1; ОПК-3; ОПК-5; ПК-4
6.	Методы решения задач линейного программирования.	-	-	-	-	С(8), 3(18)	ОПК-1; ОПК-3; ОПК-5;

							ПК-4
7.	Численные методы решения задач нелинейного программирования (поиск экстремума функции $n$ – переменных)	-	-	5	МУ5	С(9), 3(18)	ОПК-1; ОПК-3; ОПК-5; ПК-4
8.	Методы решения многокритериальных задач оптимизации	-	-	-	-	С(10), 3(18)	ОПК-1; ОПК-3; ОПК-5; ПК-4
9.	Основы теории массового обслуживания	-	-	6	МУ6	С(11), 3(18)	ОПК-1; ОПК-3; ОПК-5; ПК-4
10.	Математические модели простейших систем массового обслуживания	-	-	9	МУ9	С(12), 3(18)	ОПК-1; ОПК-3; ОПК-5; ПК-4
11.	$N$ – канальная СМО с отказами (задача Эрланга).	-	-	-	-	С(14), 3(18)	ОПК-1; ОПК-3; ОПК-5; ПК-4
12.	Оперативно – календарное планирование в технологических системах на основе теории расписаний.	-	-	-	-	С(15), 3(18)	ОПК-1; ОПК-3; ОПК-5; ПК-4

#### 4.2 Лабораторные работы и (или) практические занятия;

Таблица 4.2.1 – Лабораторные работы

№	Наименование лабораторные работы	Объем, час.
1	2	3
1.	Интерполяция встроенными процедурами Maple	2
2.	Решение уравнений, неравенств и их систем в Maple	2
3.	Выполнение размерного анализа на основе теории графов	2
4.	Решение задачи построения маршрута передвижения с использованием теории графов в системе Maple	2
5.	Решение задач критериальной оптимизации в Excel	2
6.	Расчет финальных вероятностей СМО с помощью уравнений Колмогорова	2
7.	Аналитическое представление профиля поверхности детали	2
8.	Моделирование одноканальных систем массового обслуживания в системе имитационного моделирования Arena	2
9.	Определение надежности системы по ее имитационной модели в системе ARENA	2
Всего:		18

### 4.3 Самостоятельная работа студентов (СРС)

Таблица 3.3 - Самостоятельная работа студента

№ раздела (темы)	Наименование раздела (темы) дисциплины	Срок выполнения, неделя	Время, затрачиваемое на выполнение СРС, час.
1	2	3	4
1	Интерполяция встроенными процедурами Maple	2	8
1	Решение уравнений, неравенств и их систем в Maple	3	8
2	Выполнение размерного анализа на основе теории графов	4	8
2	Решение задачи построения маршрута передвижения с использованием теории графов в системе Maple	5	8
7	Решение задач критериальной оптимизации в Excel	6	8
9	Расчет финальных вероятностей СМО с помощью уравнений Колмогорова	7	9,1
3	Аналитическое представление профиля поверхности детали	9	10
3	Моделирование одноканальных систем массового обслуживания в системе имитационного моделирования Arena	10	10
10	Определение надежности системы по ее имитационной модели в системе ARENA	11	10
Всего:			79,1

### 5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Студенты могут при самостоятельном изучении отдельных тем и вопросов дисциплин пользоваться учебно-наглядными пособиями, учебным оборудованием и методическими разработками кафедры в рабочее время, установленное Правилами внутреннего распорядка работников.

Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся по данной дисциплине организуется:

*библиотекой университета:*

- библиотечный фонд укомплектован учебной, методической, научной, периодической, справочной и художественной литературой в соответствии с УП и данной РПД;
- имеется доступ к основным информационным образовательным ресурсам, информационной базе данных, в том числе библиографической, возможность выхода в Интернет.

*кафедрой:*

- путем обеспечения доступности всего необходимого учебно-

методического и справочного материала;

- путем предоставления сведений о наличии учебно-методической литературы, современных программных средств.
  - путем разработки:
    - методических рекомендаций, пособий по организации самостоятельной работы студентов;
    - заданий для самостоятельной работы;
    - тем рефератов и докладов;
    - тем курсовых работ и проектов и методические рекомендации по их выполнению;
    - вопросов к экзаменам и зачетам;
    - методических указаний к выполнению лабораторных и практических работ и т.д.
- типографией университета:*
- помощь авторам в подготовке и издании научной, учебной и методической литературы;
  - удовлетворение потребности в тиражировании научной, учебной и методической литературы.

## **6 Образовательные технологии. Технологии использования воспитательного потенциала дисциплины**

В соответствии с требованиями ФГОС и Приказа Министерства образования и науки РФ от **05.04.2017 г. № 301** по направлению подготовки (специальности) реализация компетентностного подхода должна предусматривать широкое использование в образовательном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий (компьютерных симуляций, деловых и ролевых игр, разбор конкретных ситуаций, психологические и иные тренинги) в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков студентов. В рамках дисциплины должны быть предусмотрены встречи с представителями российских и зарубежных компаний, государственных и общественных организаций, мастер-классы экспертов и специалистов.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, составляет 11% процентов аудиторных занятий согласно УП.

Таблица 6.1 – Интерактивные образовательные технологии, используемые при проведении аудиторных занятий

№	Наименование раздела (темы лекции, практического или лабораторного занятия)	Используемые интерактивные образовательные технологии	Объем, час.
1	2	3	4
1	Общие понятия математического моделирования процессов в машиностроении	Лекция-визуализация	1
2	Классификация математических моделей. Требования, предъявляемые к математическим моделям	Лекция-визуализация	1

3	Основы теории множеств и теории графов	Лекция-визуализация	1
4	Общая постановка и виды задач принятия решений. Математическая постановка и разрешимость задач оптимизации.	Лекция-визуализация	1
5	Графо – аналитический метод решения задач математического программирования	Лекция-визуализация	1
6	Методы решения задач линейного программирования.	Лекция-визуализация	1
Итого:			6

Содержание дисциплины обладает значительным воспитательным потенциалом, поскольку в нем научный опыт человечества. Реализация воспитательного потенциала дисциплины осуществляется в рамках единого образовательного и воспитательного процесса и способствует непрерывному развитию личности каждого обучающегося. Дисциплина вносит значимый вклад в формирование профессиональной культуры обучающихся. Содержание дисциплины способствует экономическому, профессионально-трудовому и экологическому воспитанию обучающихся.

Реализация воспитательного потенциала дисциплины подразумевает:

- целенаправленный отбор преподавателем и включение в лекционный материал, материал для практических и лабораторных занятий содержания, демонстрирующего обучающимся образцы настоящего научного подвижничества создателей и представителей данной отрасли науки (производства, экономики, культуры), высокого профессионализма ученых (представителей производства, деятелей культуры), их ответственности за результаты и последствия деятельности для природы, человека и общества; примеры подлинной нравственности людей, причастных к развитию науки, экономики и производства, а также примеры творческого мышления;

- применение технологий, форм и методов преподавания дисциплины, имеющих высокий воспитательный эффект за счет создания условий для взаимодействия обучающихся с преподавателем, другими обучающимися, представителями работодателей (командная работа, разбор конкретных ситуаций, диспуты);

- личный пример преподавателя, демонстрацию им в образовательной деятельности и общении с обучающимися за рамками образовательного процесса высокой общей и профессиональной культуры.

Реализация воспитательного потенциала дисциплины на учебных занятиях направлена на поддержание в университете единой развивающей образовательной и воспитательной среды. Реализация воспитательного потенциала дисциплины в ходе самостоятельной работы обучающихся способствует развитию в них целеустремленности, инициативности, креативности, ответственности за результаты своей работы – качеств, необходимых для успешной социализации и профессионального становления.

## **7 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине**

### **7.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы**

Код и содержание компетенции	Этапы формирования компетенций и дисциплины (модули), при изучении которых формируется данная компетенция		
	начальный	основной	завершающий
1	2	3	4
ОПК-1 - умение использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования;	Инженерная графика; Материаловедение; Технология конструкционных материалов;	Теоретическая механика; Техническая механика; Механика жидкости и газа; Электротехника и электроника; Основы проектирования; Процессы и операции формообразования; Математическое моделирование в машиностроении;	Теория автоматического управления; Основы инженерного творчества/ Теория решения изобретательных задач; Научно-исследовательская работа; Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты
ОПК-3 - владение основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации;	Информационные технологии; САД-системы в машиностроении;	Техническая механика; Компьютерная графика в машиностроении; Трехмерное моделирование в машиностроении; Математическое моделирование в машиностроении; Информационная поддержка жизненного цикла продукции / Управление системами и процессами;	Проектирование техпроцессов на станках с ЧПУ; САПР технологических процессов; Основы программирования оборудования с ЧПУ/ САМ-системы в машиностроении; Автоматизация технологического оборудования / Автоматизация производственных процессов в машиностроении; Технологическая практика; Научно-исследовательская работа; Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты
ОПК-5 - способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно - коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности;	Информационные технологии; САД-системы в машиностроении;	Компьютерная графика в машиностроении; Трехмерное моделирование в машиностроении; Математическое моделирование в машиностроении; Информационная поддержка жизненного цикла продукции/Управление системами и процессами;	Основы технологии машиностроения; Основы инженерного творчества/Теория решения изобретательных задач; Оценка конкурентоспособности в машиностроении/Методы оценки технического уровня в машиностроении; Основы программирования оборудования с ЧПУ/САМ-системы в машиностроении; Технологическая практика; Научно-исследовательская работа; Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты

ПК-4 - способность участвовать в работе над инновационными проектами, используя базовые методы исследовательской деятельности.	Практика по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научной исследовательской деятельности;	Основы проектирования; Математическое моделирование в машиностроении; Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности;	Управление качеством в машиностроении/Квалиметрия и управление качеством; Научно-исследовательская работа; Преддипломная практика; Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты
--	---	--	---

## 7.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Код компетенции / этап	Показатели оценивания компетенций	Критерии и шкала оценивания компетенций		
		Пороговый уровень («удовлетворительно»)	Продвинутый уровень («хорошо»)	Высокий уровень («отлично»)
1	2	3	4	5
ОПК-1 / основной	1.Доля освоенных обучающимся знаний, умений, навыков от общего объема ЗУН, установленных в п.1.ЗРПД	<p>знать основные виды математических моделей, методы их создания и основные понятия, а также основные программные продукты связанные с построением и описанием различных моделей.</p> <p>уметь создавать различные виды моделей явлений и процессов с использованием ЭВМ.</p> <p>владеть навыками работы с современными инструментальными системами математического моделирования.</p> <p>Свыше 51 и до 75 баллов набранных на зачете</p>	<p>знать основные виды математических моделей, методы их создания и основные понятия, а также основные программные продукты связанные с построением и описанием различных моделей.</p> <p>уметь создавать различные виды моделей явлений и процессов с использованием ЭВМ.</p> <p>владеть навыками работы с современными инструментальными системами математического моделирования.</p> <p>Свыше 75 и до 85 баллов набранных на зачете</p>	<p>знать основные виды математических моделей, методы их создания и основные понятия, а также основные программные продукты связанные с построением и описанием различных моделей.</p> <p>уметь создавать различные виды моделей явлений и процессов с использованием ЭВМ.</p> <p>владеть навыками работы с современными инструментальными системами математического моделирования.</p> <p>Свыше 85 баллов набранных на зачете</p>
ОПК-3 / основной	1.Доля освоенных обучающимся знаний, умений, навыков от общего объема ЗУН, установленных в п.1.ЗРПД	<p>знать основные виды математических моделей, методы их создания</p>	<p>знать основные виды математических моделей, методы их со-</p>	<p>знать основные виды математических моделей, методы их со-</p>

		<p>и основные понятия, а также основные программные продукты связанные с построением и описанием различных моделей. уметь создавать различные виды моделей явлений и процессов с использованием ЭВМ. владеть навыками работы с современными инструментальными системами математического моделирования. Свыше 51 и до 75 баллов набранных на зачете</p>	<p>здания и основные понятия, а также основные программные продукты связанные с построением и описанием различных моделей. уметь создавать различные виды моделей явлений и процессов с использованием ЭВМ. владеть навыками работы с современными инструментальными системами математического моделирования. Свыше 75 и до 85 баллов набранных на зачете</p>	<p>здания и основные понятия, а также основные программные продукты связанные с построением и описанием различных моделей. уметь создавать различные виды моделей явлений и процессов с использованием ЭВМ. владеть навыками работы с современными инструментальными системами математического моделирования. Свыше 85 баллов набранных на зачете</p>
ОПК-5 /ос-новной	1.Доля освоенных обучающимся знаний, умений, навыков от общего объема ЗУН, установленных в п.1.ЗРПД	<p>знать основные виды математических моделей, методы их создания и основные понятия, а также основные программные продукты связанные с построением и описанием различных моделей. уметь создавать различные виды моделей явлений и процессов с использованием ЭВМ. владеть навыками работы с современными инструментальными системами математического моделирования.</p>	<p>знать основные виды математических моделей, методы их создания и основные понятия, а также основные программные продукты связанные с построением и описанием различных моделей. уметь создавать различные виды моделей явлений и процессов с использованием ЭВМ. владеть навыками работы с современными инструментальными системами</p>	<p>знать основные виды математических моделей, методы их создания и основные понятия, а также основные программные продукты связанные с построением и описанием различных моделей. уметь создавать различные виды моделей явлений и процессов с использованием ЭВМ. владеть навыками работы с современными инструментальными системами</p>

		Свыше 51 и до 75 баллов набранных на зачете	моделирования. Свыше 75 и до 85 баллов набранных на зачете	математического моделирования. Свыше 85 баллов набранных на зачете
ПК-4 / основной	1.Доля освоенных обучающимся знаний, умений, навыков от общего объема ЗУН, установленных в п.1.ЗРПД	знать основные виды математических моделей, методы их создания и основные понятия, а также основные программные продукты связанные с построением и описанием различных моделей. уметь создавать различные виды моделей явлений и процессов с использованием ЭВМ. владеть навыками работы с современными инструментальными системами математического моделирования. Свыше 51 и до 75 баллов набранных на зачете	знать основные виды математических моделей, методы их создания и основные понятия, а также основные программные продукты связанные с построением и описанием различных моделей. уметь создавать различные виды моделей явлений и процессов с использованием ЭВМ. владеть навыками работы с современными инструментальными системами математического моделирования. Свыше 75 и до 85 баллов набранных на зачете	знать основные виды математических моделей, методы их создания и основные понятия, а также основные программные продукты связанные с построением и описанием различных моделей. уметь создавать различные виды моделей явлений и процессов с использованием ЭВМ. владеть навыками работы с современными инструментальными системами математического моделирования. Свыше 85 баллов набранных на зачете

**7.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

Таблица 7.3 – Паспорт комплекта оценочных средств для текущего контроля

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или её части)	Технология формирования	Оценочные средства		Описание шкал оценивания
				наименование	№№ заданий	
1.	Общие понятия математиче-	ОПК-1; ОПК-3;	Лекция, СРС,	Тесты; Собеседование;	В соответствии с	Согласно табл. 7.2

	ского моделирования процессов в машиностроении	ОПК-5; ПК-4	Лабораторные работы	Контрольные вопросы к пр. №.1, 2, 7, 8	разделом дисциплины	
2.	Классификация математических моделей. Требования, предъявляемые к математическим моделям	ОПК-1; ОПК-3; ОПК-5; ПК-4	Лекция, СРС,	Тесты; Собеседование;	В соответствии с разделом дисциплины	Согласно табл. 7.2
3.	Основы теории множеств и теории графов	ОК-1; ОПК-1; ОПК-2; ПК-1; ПК-4; ПК-16;	Лекция, СРС, Лабораторные работы	Тесты; Собеседование; Контрольные вопросы к пр. № 3,4	В соответствии с разделом дисциплины	Согласно табл. 7.2
4.	Общая постановка и виды задач принятия решений. Математическая постановка и разрешимость задач оптимизации.	ОПК-1; ОПК-3; ОПК-5; ПК-4	Лекция, СРС	Тесты; Собеседование	В соответствии с разделом дисциплины	Согласно табл. 7.2
5.	Графо – аналитический метод решения задач математического программирования	ОПК-1; ОПК-3; ОПК-5; ПК-4	Лекция, СРС,	Тесты; Собеседование;	В соответствии с разделом дисциплины	Согласно табл. 7.2
6.	Методы решения задач линейного программирования.	ОПК-1; ОПК-3; ОПК-5; ПК-4	Лекция, СРС	Тесты; Собеседование;	В соответствии с разделом дисциплины	Согласно табл. 7.2
7.	Численные методы решения задач нелинейного программирования (поиск экстремума функции $n$ – переменных)	ОПК-1; ОПК-3; ОПК-5; ПК-4	Лекция, СРС, Лабораторные работы	Тесты; Собеседование; Контрольные вопросы к пр. №.5	В соответствии с разделом дисциплины	Согласно табл. 7.2
8.	Методы решения многокритериальных задач оптимизации	ОПК-1; ОПК-3; ОПК-5; ПК-4	Лекция, СРС	Тесты; Собеседование	В соответствии с разделом дисциплины	Согласно табл. 7.2
9.	Основы теории массового обслуживания	ОПК-1; ОПК-3; ОПК-5;	Лекция, СРС, Лаборатор-	Тесты; Собеседование; Контрольные вопро-	В соответствии с разделом	Согласно табл. 7.2

		ПК-4	ные работы	сы к пр. №.6	дисциплины	
10.	Математические модели простейших систем массового обслуживания	ОПК-1; ОПК-3; ОПК-5; ПК-4	Лекция, СРС, Лабораторные работы	Тесты; Собеседование; Контрольные вопросы к пр. №.9	В соответствии с разделом дисциплины	Согласно табл. 7.2
11.	$N$ – канальная СМО с отказами (задача Эрланга).	ОПК-1; ОПК-3; ОПК-5; ПК-4	Лекция, СРС,	Тесты; Собеседование;	В соответствии с разделом дисциплины	Согласно табл. 7.2
12.	Оперативно – календарное планирование в технологических системах на основе теории расписаний.	ОПК-1; ОПК-3; ОПК-5; ПК-4	Лекция, СРС	Тесты; Собеседование;	В соответствии с разделом дисциплины	Согласно табл. 7.2

Полностью оценочные средства представлены в учебно-методическом комплексе дисциплины.

Типовые задания для промежуточной аттестации:

1. Общие понятия математического моделирования процессов в машиностроении
  - 1.1. Математическая модель объекта моделирования.
  - 1.2. Структурная схема объекта моделирования
2. Классификация математических моделей.
3. Требования, предъявляемые к математическим моделям
4. Основы теории множеств и теории графов
5. Общая постановка и виды задач принятия решений.
  - 5.1. Основы теории оптимизации.
  - 5.2. Математическая постановка задачи оптимизации.
  - 5.3. Локальный и глобальный минимум (максимум) целевой функции.
  - 5.4. Разрешимость задач оптимизации
6. Методы решения задач линейного программирования
  - 6.1. Графо-аналитический метод решения задач линейного программирования.
  - 6.2. Численные методы решения задач нелинейного программирования (поиск экстремума функции одной переменной).
  - 6.3. Классификация численных методов решения задач нелинейного программирования.
  - 6.4. Методы поиска экстремума функции одной переменной.
  - 6.5. Классический метод минимизации (максимизации) функции одной переменной.

- 6.6. Метод равномерного перебора.
- 6.7. Метод золотого сечения.
- 7. Численные методы решения задач нелинейного программирования (поиск экстремума функции  $n$  – переменных)
  - 7.1. Метод линеаризации (приведения задачи нелинейного программирования к задаче линейного программирования).
  - 7.2. Метод покоординатного спуска в задачах без ограничений.
  - 7.3. Метод покоординатного спуска в задачах с ограничениями.
- 8. Методы решения многокритериальных задач оптимизации
  - 8.1. Метод поиска Парето – эффективных решений.
  - 8.2. Метод решения многокритериальных задач оптимизации с использованием обобщенного (интегрального) критерия.
  - 8.3. Аддитивный критерий.
  - 8.4. Мультипликативный критерий.
  - 8.5. Максиминный (минимаксный) критерий.
  - 8.6. Основные принципы выбора критериев оптимальности.
- 9. Основы теории массового обслуживания
  - 9.1. Понятие случайного процесса.
  - 9.2. Марковский случайный процесс.
  - 9.3. Потoki событий.
  - 9.4. Уравнения Колмогорова для вероятностей состояний.
  - 9.5. Финальные вероятности состояний.
  - 9.6. Задачи теории массового обслуживания.
  - 9.7. Классификация систем массового обслуживания.
- 10. Математические модели простейших систем массового обслуживания
  - 10.1. Одноканальная СМО с отказами.
  - 10.2. Одноканальная СМО с ожиданием.
- 11.  $N$  – канальная СМО с отказами (задача Эрланга).
- 12. Возможные постановки задач оптимизации  $n$  – канальных СМО с отказами
- 13. Оперативно – календарное планирование в технологических системах на основе теории расписаний.
  - 13.1. Элементы (основы) теории расписаний.
  - 13.2. Формирование расписания работы оборудования методами линейного и динамического программирования.

*Промежуточная аттестация* по дисциплине проводится в форме зачета. Зачет проводится в форме тестирования (бланкового и/или компьютерного).

Для тестирования используются контрольно-измерительные материалы (КИМ) – задания в тестовой форме, составляющие банк тестовых заданий (БТЗ) по дисциплине, утвержденный в установленном в университете порядке.

Проверяемыми на промежуточной аттестации элементами содержания являются темы дисциплины, указанные в разделе 3 настоящей программы. Все темы дисциплины отражены в КИМ в равных долях (%). БТЗ включает в себя не менее 100 заданий и постоянно пополняется.

Для проверки *знаний* используются вопросы и задания в различных формах:

- закрытой (с выбором одного или нескольких правильных ответов),
- открытой (необходимо вписать правильный ответ),
- на установление правильной последовательности,
- на установление соответствия.

*Умения, навыки и компетенции* проверяются с помощью задач (ситуационных, производственных или кейсового характера) и различного вида конструкторов. Все задачи являются многоходовыми. Некоторые задачи, проверяющие уровень сформированности компетенций, являются многовариантными. Часть умений, навыков и компетенций прямо не отражена в формулировках задач, но они могут быть проявлены обучающимися при их решении.

В каждый вариант КИМ включаются задания по каждому проверяемому элементу содержания во всех перечисленных выше формах и разного уровня сложности. Такой формат КИМ позволяет объективно определить качество освоения обучающимися основных элементов содержания дисциплины и уровень сформированности компетенций.

#### **7.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

Процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, регулируются следующими нормативными актами университета:

- П 02.016-2018 «О балльно-рейтинговой системе оценивания результатов обучения по дисциплинам (модулям) и практикам при освоении обучающимися образовательных программ»;

методические указания, используемые в образовательном процессе, указанные в списке литературы.

Для *текущего контроля* по дисциплине в рамках действующей в университете балльно-рейтинговой системы применяется следующий порядок начисления баллов:

Таблица 7.4 – Порядок начисления баллов в рамках БРС

Форма контроля	Минимальный балл		Максимальный балл	
	балл	примечание	балл	примечание
Практическая работа №1	1	Выполнил, но «не защитил»	2	Выполнил и «защитил»
Практическая работа №2	1	Выполнил, но «не защитил»	2	Выполнил и «защитил»
Практическая работа №3	1	Выполнил, но «не защитил»	2	Выполнил и «защитил»
Практическая работа №4	1	Выполнил, но «не защитил»	2	Выполнил и «защитил»
Практическая работа №5	1	Выполнил, но «не защитил»	2	Выполнил и «защитил»

Практическая работа №6	1	Выполнил, но «не защитил»	2	Выполнил и «защитил»
Практическая работа №7	1	Выполнил, но «не защитил»	2	Выполнил и «защитил»
Практическая работа №8	1	Выполнил, но «не защитил»	2	Выполнил и «защитил»
Практическая работа №9	1	Выполнил, но «не защитил»	2	Выполнил и «защитил»
СРС	15		30	
Итого	24		48	
Посещаемость			16	
Зачет			36	
ИТОГО	24		100	

Для итоговой аттестации, проводимой в форме тестирования, используется следующая методика оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности. В каждом варианте КИМ - 16 заданий (15 вопросов и одна задача).

Каждый верный ответ оценивается следующим образом:

- задание в закрытой форме – 2 балла,
- задание в открытой форме – 2 балла,
- задание на установление правильной последовательности – 2 балла,
- задание на установление соответствия – 2 балла,
- решение задачи – 6 баллов.

Максимальное количество баллов за тестирование - 36 баллов.

## **8 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

### **8.1 Основная учебная литература**

1. Барботько, Анатолий Иванович. Основы теории математического моделирования [Текст] : учебное пособие / А. И. Барботько, А. О. Гладышкин. - Старый Оскол : ТНТ, 2014. - 212 с.

2. Золотарев, А. А. Инструментальные средства математического моделирования [Электронный ресурс] : учебное пособие / А. А. Золотарев [и др.]. - Ростов-н/Д : Издательство Южного федерального университета, 2011. - 90 с. - Режим доступа: [biblioclub.ru](http://biblioclub.ru)

### **8.2 Дополнительная учебная литература**

3. Мамонова, В. Г. Моделирование бизнес-процессов [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. Г. Мамонова, Н. Д. Ганелина, Н. В. Мамонова. - Новосибирск : НГТУ, 2012. - 43 с. - Режим доступа: [biblioclub.ru](http://biblioclub.ru)

4. Яхнеева, И. В. Моделирование и проектирование систем поставок в условиях риска [Электронный ресурс] : монография / И. В. Яхнеева. - Москва : БИБЛИО-ГЛОБУС, 2013. - 176 с. - Режим доступа: [biblioclub.ru](http://biblioclub.ru)

5. Кудряшов, В. С. Моделирование систем [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. С. Кудряшов, М. В. Алексеев. - Воронеж : Воронежский государствен-

ный университет инженерных технологий, 2012. - 208 с. - Режим доступа: biblioclub.ru

6. Булавин, Леонид Анатольевич. Компьютерное моделирование физических систем [Текст] : учебное пособие / Л. А. Булавин, Н. В. Выгорницкий, Н. И. Лебова. - Долгопрудный : Интеллект, 2011. - 349 с.

### 8.3 Перечень методических указаний

1. Интерполяция встроенными процедурами Maple [Электронный ресурс] : методические указания к проведению практических занятий для студентов направлений: 15.04.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» профиль «Технология машиностроения» / Юго-Зап. гос. ун-т ; сост.: В. В. Куц, М. С. Разумов. - Курск : ЮЗГУ, 2017. - 11 с.

2. Решение уравнений, неравенств и их систем в Maple [Электронный ресурс] : методические указания к проведению практических занятий для студентов направлений: 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» профиль «Технология машиностроения» / Юго-Зап. гос. ун-т ; сост.: В. В. Куц, М. С. Разумов. - Курск : ЮЗГУ, 2018. - 16 с.

3. Выполнение размерного анализа на основе теории графов [Электронный ресурс] : методические указания к проведению лабораторных занятий / Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: В. В. Куц, М. С. Разумов. - Курск : ЮЗГУ, 2017. - 12 с.

4. Решение задачи построения маршрута передвижения с использованием теории графов в системе MAPLE [Электронный ресурс] : методические указания к проведению лабораторных занятий / Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: В. В. Куц, М. С. Разумов. - Курск : ЮЗГУ, 2017. - 20 с.

5. Решение задач критериальной оптимизации в программе MicrosoftEXCEL [Электронный ресурс] : методические указания к проведению лабораторных занятий / Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: В. В. Куц, М. С. Разумов. - Курск : ЮЗГУ, 2017. - 25 с.

6. Расчет финальных вероятностей СМО с помощью уравнений Колмогорова [Электронный ресурс] : методические указания к проведению лабораторных занятий / Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: В. В. Куц, М. С. Разумов; - Курск : ЮЗГУ, 2017. - 9 с.

7. Аналитическое представление профиля поверхности детали [Электронный ресурс] : методические указания к проведению лабораторных занятий / Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: В. В. Куц, М. С. Разумов. - Курск : ЮЗГУ, 2018. - 9 с.

8. Моделирование одноканальных систем массового обслуживания с отказами в системе имитационного моделирования ARENA [Электронный ресурс] : методические указания к проведению лабораторных занятий / Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: В. В. Куц, М. С. Разумов. - Курск : ЮЗГУ, 2017. - 37 с.

9. Определение надежности системы по ее имитационной модели в системе ARENA [Электронный ресурс] : методические указания к проведению лабораторных занятий / Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: В. В. Куц, М. С. Разумов. - Курск : ЮЗГУ, 2017. - 16 с.

### 8.4 Другие учебно-методические материалы

При проведении практических занятий по дисциплине рекомендуется использовать материал для полилюкса.

### **9 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

1. Электронная библиотека ЮЗГУ <http://www.lib.swsu.ru/>
2. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» <http://window.edu.ru/library>
3. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека online» <http://www.biblioclub.ru>

### **10 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Основными видами аудиторной работы студента при изучении дисциплины являются лекции и лабораторные занятия. Студент не имеет права пропускать занятия без уважительных причин.

На лекциях излагаются и разъясняются основные понятия темы, связанные с ней теоретические и практические проблемы, даются рекомендации для самостоятельной работы. В ходе лекции студент должен внимательно слушать и конспектировать материал.

Изучение наиболее важных тем или разделов дисциплины завершают лабораторные занятия, которые обеспечивают: контроль подготовленности студента; закрепление учебного материала; приобретение опыта устных публичных выступлений, ведения дискуссии, в том числе аргументации и защиты выдвигаемых положений и тезисов.

Практическому занятию предшествует самостоятельная работа студента, связанная с освоением материала, полученного на лекциях, и материалов, изложенных в учебниках и учебных пособиях, а также литературе, рекомендованной преподавателем.

По согласованию с преподавателем или по его заданию студенты готовить рефераты по отдельным темам дисциплины, выступать на занятиях с докладами. Основу докладов составляет, как правило, содержание подготовленных студентами рефератов.

Качество учебной работы студентов преподаватель оценивает по результатам тестирования, собеседования, защиты отчетов по лабораторным работам, а также по результатам докладов.

Преподаватель уже на первых занятиях объясняет студентам, какие формы обучения следует использовать при самостоятельном изучении дисциплины: конспектирование учебной литературы и лекции, составление словарей понятий и терминов и т. п.

В процессе обучения преподаватели используют активные формы работы со студентами: чтение лекций, привлечение студентов к творческому процессу на лек-

циях, промежуточный контроль путем отработки студентами пропущенных лекции, участие в групповых и индивидуальных консультациях (собеседовании). Эти формы способствуют выработке у студентов умения работать с учебником и литературой. Изучение литературы составляет значительную часть самостоятельной работы студента. Это большой труд, требующий усилий и желания студента. В самом начале работы над книгой важно определить цель и направление этой работы. Прочитанное следует закрепить в памяти. Одним из приемов закрепление освоенного материала является конспектирование, без которого немислима серьезная работа над литературой. Систематическое конспектирование помогает научиться правильно, кратко и четко излагать своими словами прочитанный материал.

Самостоятельную работу следует начинать с первых занятий. От занятия к занятию нужно регулярно прочитывать конспект лекций, знакомиться с соответствующими разделами учебника, читать и конспектировать литературу по каждой теме дисциплины. Самостоятельная работа дает студентам возможность равномерно распределить нагрузку, способствует более глубокому и качественному усвоению учебного материала. В случае необходимости студенты обращаются за консультацией к преподавателю по вопросам дисциплины с целью усвоения и закрепления компетенций.

Основная цель самостоятельной работы студента при изучении дисциплины - закрепить теоретические знания, полученные в процессе лекционных занятий, а также сформировать практические навыки самостоятельного анализа особенностей дисциплины.

### **11 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

Использование программ Microsoft Office.

### **12 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Для проведения лабораторных и практических работ по данной дисциплине необходимо следующее материально-техническое обеспечение: методические указания к выполнению контрольной работы, компьютер .



# МИНОБРНАУКИ РОССИИ

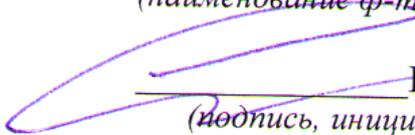
Юго-Западный государственный университет

УТВЕРЖДАЮ:

Декан факультета

Механико-технологический

(наименование ф-та полностью)

 И.П. Емельянов

(подпись, инициалы, фамилия)

«23» 08 2019 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Математическое моделирование в машиностроении

(наименование дисциплины)

направление подготовки (специальности) 15.03.01

(шифр согласно ФГОС)

«Машиностроение»

и наименование направления подготовки (специальности)

профиль «Оборудование и технология сварочного производства»

наименование профиля, специализации или магистерской программы

форма обучения заочная

( очная, очно-заочная, заочная)

Курс – 2019

Рабочая программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования направления подготовки бакалавра 15.03.01 Машиностроение, утвержденного 05.03.2015 г. №957, а также на основании рабочего учебного плана по программе бакалавриата 15.03.01 Машиностроение профиль «Оборудование и технология сварочного производства», утвержденного Ученым советом университета «29» марта 2019 г. №7

Рабочая программа обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе для обучения студентов по направлению подготовки бакалавров 15.03.01 Машиностроение, профиль «Оборудование и технология сварочного производства», на заседании кафедры Машиностроительные технологии и оборудование протокол № 14 «21» июня 2019 г

И.о. зав. кафедрой МТиО \_\_\_\_\_ к.т.н., доц. С.А. Чевычелов

Разработчик программы \_\_\_\_\_ д.т.н., доц. В.В. Куц

Согласовано:

Директор научной библиотеки \_\_\_\_\_ В.Г. Макаровская

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе для обучения студентов по направлению подготовки бакалавров 15.03.01 Машиностроение профиль «Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств», на заседании кафедры Машиностроительные технологии и оборудование протокол № «В» 06.07. 2020г  
(наименование кафедры, дата, номер протокола)

И.о. зав. кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе для обучения студентов по направлению подготовки бакалавров 15.03.01 Машиностроение профиль «Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств», на заседании кафедры Машиностроительные технологии и оборудование протокол №12 «30» 06 2021 г  
(наименование кафедры, дата, номер протокола)

И.о. зав. кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе для обучения студентов по направлению подготовки бакалавров 15.03.01 Машиностроение профиль «Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств», на заседании кафедры Машиностроительные технологии и оборудование протокол № « » 20 г  
(наименование кафедры, дата, номер протокола)

И.о. зав. кафедрой \_\_\_\_\_

## **1 Цель и задачи дисциплины. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

### **1.1 Цель дисциплины**

Дисциплина изучается с целью формирования личности высококвалифицированного специалиста научного работника, обеспечения его научной идеологией математической формализации задач технологического проектирования, способностью анализировать, выдвигать и обосновывать научные гипотезы математического моделирования, проводить их через систему научной разработки, аналитического и статистического обоснования.

### **1.2 Задачи дисциплины**

**Задачи курса** состоят в изучении:

- общих понятий математического моделирования процессов (структуры, классификации и областей применения математических моделей, предъявляемых к ним требований );
- теоретических основ математического моделирования и оптимизации процессов;
- вопросов математического моделирования физических процессов в технологических системах;
- вопросов математического моделирования и оптимизации технологических и измерительных систем.

### **1.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

В результате освоения дисциплины студент должен:

*знать* основные виды математических моделей, методы их создания и основные понятия, а также основные программные продукты связанные с построением и описанием различных моделей.

*уметь* создавать различные виды моделей явлений и процессов с использованием ЭВМ.

*владеть навыками* работы с современными инструментальными системами математического моделирования.

У обучающихся формируются следующие **компетенции**:

ОПК-1 - умение использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования;

ОПК-3 - владение основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации;

ОПК-5 - способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно - коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности;

ПК-4 - способность участвовать в работе над инновационными проектами, используя базовые методы исследовательской деятельности.

## 2 Указание места дисциплины в структуре образовательной программы

Б1.В.ДВ.02.01 Математическое моделирование в машиностроении, 3 курс, 5 семестр.

**3 Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся**

### 3.1 Содержание дисциплины и лекционных занятий

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 3 зачетных единиц (з.е.), 108 часа.

Таблица 3 –Объём дисциплины

Объём дисциплины	Всего, часов
Общая трудоемкость дисциплины	108
Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) (всего)	10,1
в том числе:	10,1
лекции	6
лабораторные занятия	4
практические занятия	-
экзамен	-
зачет	0,1
курсовая работа (проект)	-
расчетно-графическая (контрольная) работа	-
Аудиторная работа (всего):	10
в том числе:	
лекции	6
лабораторные занятия	4
практические занятия	-
Самостоятельная работа обучающихся (всего)	93,9
Контроль/экз (подготовка к экзамену)	4

#### 4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

##### 4.1 Содержание дисциплины

Таблица 4.1.1 – Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Содержание
1	2	3
1.	Общие понятия математического моделирования процессов в машиностроении	Математическая модель объекта моделирования. Структурная схема объекта моделирования
2.	Классификация математических моделей. Требования, предъявляемые к математическим моделям	Классификация математических моделей. Требования, предъявляемые к математическим моделям
3.	Основы теории множеств и теории графов	Основы теории множеств и теории графов
4.	Общая постановка и виды задач принятия решений. Математическая постановка и разрешимость задач оптимизации.	Основы теории оптимизации. Математическая постановка задачи оптимизации. Локальный и глобальный минимум (максимум) целевой функции. Разрешимость задач оптимизации
5.	Графо – аналитический метод решения задач математического программирования	Графо – аналитический метод решения задач математического программирования
6.	Методы решения задач линейного программирования.	Графо-аналитический метод решения задач линейного программирования. Численные методы решения задач нелинейного программирования (поиск экстремума функции одной переменной). Классификация численных методов решения задач нелинейного программирования. Методы поиска экстремума функции одной переменной. Классический метод минимизации (максимизации) функции одной переменной. Метод равномерного перебора. Метод золотого сечения
7.	Численные методы решения задач нелинейного программирования (поиск экстремума функции $n$ – переменных)	Метод линеаризации (приведения задачи нелинейного программирования к задаче линейного программирования). Метод покоординатного спуска в задачах без ограничений. Метод покоординатного спуска в задачах с ограничениями
8.	Методы решения многокритериальных задач оптимизации	Метод поиска Парето – эффективных решений. Метод решения многокритериальных задач оптимизации с использованием обобщенного (интегрального) критерия. Аддитивный критерий. Мультипликативный критерий. Максиминный (минимаксный) критерий. Основные принципы выбора критериев оптимальности.

9.	Основы теории массового обслуживания	Понятие случайного процесса. Марковский случайный процесс. Поток событий. Уравнения Колмогорова для вероятностей состояний. Финальные вероятности состояний. Задачи теории массового обслуживания. Классификация систем массового обслуживания
10.	Математические модели простейших систем массового обслуживания	Одноканальная СМО с отказами. Одноканальная СМО с ожиданием.
11.	$N$ – канальная СМО с отказами (задача Эрланга).	Возможные постановки задач оптимизации $n$ – канальных СМО с отказами
12.	Оперативно – календарное планирование в технологических системах на основе теории расписаний.	Элементы (основы) теории расписаний. Формирование расписания работы оборудования методами линейного и динамического программирования.

Таблица 4.1.2 – Содержание дисциплины и его методическое обеспечение

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Виды деятельности			Учебно-методические материалы	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра)	Компетенции
		лек., час	№ лаб.	№ пр.			
1	2	3	4	5	6	7	8
1.	Общие понятия математического моделирования процессов в машиностроении	-	-	1, 2, 7, 8	МУ1, 2, 7, 8	С(2), 3(18)	ОПК-1; ОПК-3; ОПК-5; ПК-4
2.	Классификация математических моделей. Требования, предъявляемые к математическим моделям	-	-	-	-	С(4), 3(18)	ОПК-1; ОПК-3; ОПК-5; ПК-4
3.	Основы теории множеств и теории графов	-	-	3,4	МУ 3, 4	С(5), 3(18)	ОПК-1; ОПК-3; ОПК-5; ПК-4
4.	Общая постановка и виды задач принятия решений. Математическая постановка и разрешимость задач оптимизации.	-	-	-	-	С(6), 3(18)	ОПК-1; ОПК-3; ОПК-5; ПК-4
5.	Графо – аналитический метод решения задач математического программирования	-	-	-	-	С(7), 3(18)	ОПК-1; ОПК-3; ОПК-5; ПК-4
6.	Методы решения задач линейного программирования.	-	-	-	-	С(8), 3(18)	ОПК-1; ОПК-3; ОПК-5;

							ПК-4
7.	Численные методы решения задач нелинейного программирования (поиск экстремума функции $n$ – переменных)	-	-	5	МУ5	С(9), 3(18)	ОПК-1; ОПК-3; ОПК-5; ПК-4
8.	Методы решения многокритериальных задач оптимизации	-	-	-	-	С(10), 3(18)	ОПК-1; ОПК-3; ОПК-5; ПК-4
9.	Основы теории массового обслуживания	-	-	6	МУ6	С(11), 3(18)	ОПК-1; ОПК-3; ОПК-5; ПК-4
10.	Математические модели простейших систем массового обслуживания	-	-	9	МУ9	С(12), 3(18)	ОПК-1; ОПК-3; ОПК-5; ПК-4
11.	$N$ – канальная СМО с отказами (задача Эрланга).	-	-	-	-	С(14), 3(18)	ОПК-1; ОПК-3; ОПК-5; ПК-4
12.	Оперативно – календарное планирование в технологических системах на основе теории расписаний.	-	-	-	-	С(15), 3(18)	ОПК-1; ОПК-3; ОПК-5; ПК-4

## 4.2 Лабораторные работы и (или) практические занятия;

Таблица 4.2.1 – Лабораторные работы

№	Наименование лабораторные работы	Объем, час.
1	2	3
1.	Интерполяция встроенными процедурами Maple	0,4
2.	Решение уравнений, неравенств и их систем в Maple	0,4
3.	Выполнение размерного анализа на основе теории графов	0,4
4.	Решение задачи построения маршрута передвижения с использованием теории графов в системе Maple	0,4
5.	Решение задач критериальной оптимизации в Excel	0,4
6.	Расчет финальных вероятностей СМО с помощью уравнений Колмогорова	0,5
7.	Аналитическое представление профиля поверхности детали	0,5
8.	Моделирование одноканальных систем массового обслуживания в системе имитационного моделирования Arena	0,5
9.	Определение надежности системы по ее имитационной модели в системе ARENA	0,5
Всего:		18

### 4.3 Самостоятельная работа студентов (СРС)

Таблица 3.3 - Самостоятельная работа студента

№ раздела (темы)	Наименование раздела (темы) дисциплины	Срок выполнения, неделя	Время, затрачиваемое на выполнение СРС, час.
1	2	3	4
1	Интерполяция встроенными процедурами Maple	2	10
1	Решение уравнений, неравенств и их систем в Maple	3	10
2	Выполнение размерного анализа на основе теории графов	4	10
2	Решение задачи построения маршрута передвижения с использованием теории графов в системе Maple	5	10
7	Решение задач критериальной оптимизации в Excel	6	10
9	Расчет финальных вероятностей СМО с помощью уравнений Колмогорова	7	10,1
3	Аналитическое представление профиля поверхности детали	9	11
3	Моделирование одноканальных систем массового обслуживания в системе имитационного моделирования Arena	10	11
10	Определение надежности системы по ее имитационной модели в системе ARENA	11	11
Всего:			93,1

### 5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Студенты могут при самостоятельном изучении отдельных тем и вопросов дисциплин пользоваться учебно-наглядными пособиями, учебным оборудованием и методическими разработками кафедры в рабочее время, установленное Правилами внутреннего распорядка работников.

Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся по данной дисциплине организуется:

*библиотекой университета:*

- библиотечный фонд укомплектован учебной, методической, научной, периодической, справочной и художественной литературой в соответствии с УП и данной РПД;
- имеется доступ к основным информационным образовательным ресурсам, информационной базе данных, в том числе библиографической, возможность выхода в Интернет.

*кафедрой:*

- путем обеспечения доступности всего необходимого учебно-методического и справочного материала;
  - путем предоставления сведений о наличии учебно-методической литературы, современных программных средств.
  - путем разработки:
    - методических рекомендаций, пособий по организации самостоятельной работы студентов;
    - заданий для самостоятельной работы;
    - тем рефератов и докладов;
    - тем курсовых работ и проектов и методические рекомендации по их выполнению;
    - вопросов к экзаменам и зачетам;
    - методических указаний к выполнению лабораторных и практических работ и т.д.
- типографией университета:*
- помощь авторам в подготовке и издании научной, учебной и методической литературы;
  - удовлетворение потребности в тиражировании научной, учебной и методической литературы.

## **6 Образовательные технологии. Технологии использования воспитательного потенциала дисциплины**

В соответствии с требованиями ФГОС и Приказа Министерства образования и науки РФ от **05.04.2017 г. № 301** по направлению подготовки (специальности) реализация компетентностного подхода должна предусматривать широкое использование в образовательном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий (компьютерных симуляций, деловых и ролевых игр, разбор конкретных ситуаций, психологические и иные тренинги) в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков студентов. В рамках дисциплины должны быть предусмотрены встречи с представителями российских и зарубежных компаний, государственных и общественных организаций, мастер-классы экспертов и специалистов.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, составляет 11% процентов аудиторных занятий согласно УП.

Таблица 6.1 – Интерактивные образовательные технологии, используемые при проведении аудиторных занятий

№	Наименование раздела (темы лекции, практического или лабораторного занятия)	Используемые интерактивные образовательные технологии	Объем, час.
1	2	3	4
1	Общие понятия математического моделирования процессов в машиностроении	Лекция-визуализация	0,3

2	Классификация математических моделей. Требования, предъявляемые к математическим моделям	Лекция-визуализация	0,3
3	Основы теории множеств и теории графов	Лекция-визуализация	0,3
4	Общая постановка и виды задач принятия решений. Математическая постановка и разрешимость задач оптимизации.	Лекция-визуализация	0,3
5	Графо – аналитический метод решения задач математического программирования	Лекция-визуализация	0,4
6	Методы решения задач линейного программирования.	Лекция-визуализация	0,4
Итого:			2

Содержание дисциплины обладает значительным воспитательным потенциалом, поскольку в нем научный опыт человечества. Реализация воспитательного потенциала дисциплины осуществляется в рамках единого образовательного и воспитательного процесса и способствует непрерывному развитию личности каждого обучающегося. Дисциплина вносит значимый вклад в формирование профессиональной культуры обучающихся. Содержание дисциплины способствует экономическому, профессионально-трудовому и экологическому воспитанию обучающихся.

Реализация воспитательного потенциала дисциплины подразумевает:

- целенаправленный отбор преподавателем и включение в лекционный материал, материал для практических и лабораторных занятий содержания, демонстрирующего обучающимся образцы настоящего научного подвижничества создателей и представителей данной отрасли науки (производства, экономики, культуры), высокого профессионализма ученых (представителей производства, деятелей культуры), их ответственности за результаты и последствия деятельности для природы, человека и общества; примеры подлинной нравственности людей, причастных к развитию науки, экономики и производства, а также примеры творческого мышления;

- применение технологий, форм и методов преподавания дисциплины, имеющих высокий воспитательный эффект за счет создания условий для взаимодействия обучающихся с преподавателем, другими обучающимися, представителями работодателей (командная работа, разбор конкретных ситуаций, диспуты);

- личный пример преподавателя, демонстрацию им в образовательной деятельности и общении с обучающимися за рамками образовательного процесса высокой общей и профессиональной культуры.

Реализация воспитательного потенциала дисциплины на учебных занятиях направлена на поддержание в университете единой развивающей образовательной и воспитательной среды. Реализация воспитательного потенциала дисциплины в ходе самостоятельной работы обучающихся способствует развитию в них целеустремленности, инициативности, креативности, ответственности за результаты своей работы – качеств, необходимых для успешной социализации и профессионального становления.

## 7 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

### 7.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Код и содержание компетенции	Этапы формирования компетенций и дисциплины (модули), при изучении которых формируется данная компетенция		
	начальный	основной	завершающий
1	2	3	4
ОПК-1 - умение использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования;	Инженерная графика; Материаловедение; Технология конструкционных материалов;	Теоретическая механика; Техническая механика; Механика жидкости и газа; Электротехника и электроника; Основы проектирования; Процессы и операции формообразования; Математическое моделирование в машиностроении;	Теория автоматического управления; Основы инженерного творчества/ Теория решения изобретательных задач; Научно-исследовательская работа; Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты
ОПК-3 - владение основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации;	Информационные технологии; САД-системы в машиностроении;	Техническая механика; Компьютерная графика в машиностроении; Трехмерное моделирование в машиностроении; Математическое моделирование в машиностроении; Информационная поддержка жизненного цикла продукции / Управление системами и процессами;	Проектирование техпроцессов на станках с ЧПУ; САПР технологических процессов; Основы программирования оборудования с ЧПУ/ САМ-системы в машиностроении; Автоматизация технологического оборудования / Автоматизация производственных процессов в машиностроении; Технологическая практика; Научно-исследовательская работа; Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты
ОПК-5 - способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно - коммуникационных технологий и с учетом основных тре-	Информационные технологии; САД-системы в машиностроении;	Компьютерная графика в машиностроении; Трехмерное моделирование в машиностроении; Математическое моделирование в машиностроении; Информационная поддержка жизненного цикла продукции/Управление системами и процессами;	Основы технологии машиностроения; Основы инженерного творчества/Теория решения изобретательных задач; Оценка конкурентоспособности в машиностроении/Методы оценки технического уровня в машиностроении; Основы программирования оборудования с ЧПУ/САМ-системы в машиностроении; Технологическая практика; Научно-

бований информационной безопасности;			исследовательская работа; Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты
ПК-4 - способность участвовать в работе над инновационными проектами, используя базовые методы исследовательской деятельности.	Практика по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности;	Основы проектирования; Математическое моделирование в машиностроении; Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности;	Управление качеством в машиностроении/Квалиметрия и управление качеством; Научно-исследовательская работа; Преддипломная практика; Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты

## 7.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Код компетенции / этап	Показатели оценивания компетенций	Критерии и шкала оценивания компетенций		
		Пороговый уровень («удовлетворительно»)	Продвинутый уровень («хорошо»)	Высокий уровень («отлично»)
1	2	3	4	5
ОПК-1 / основной	1.Доля освоенных обучающимся знаний, умений, навыков от общего объема ЗУН, установленных в п.1.ЗРПД	знать основные виды математических моделей, методы их создания и основные понятия, а также основные программные продукты связанные с построением и описанием различных моделей. уметь создавать различные виды моделей явлений и процессов с использованием ЭВМ. владеть навыками работы с современными инструментальными системами математического моделирования. Свыше 51 и до 75 баллов набранных на зачете	знать основные виды математических моделей, методы их создания и основные понятия, а также основные программные продукты связанные с построением и описанием различных моделей. уметь создавать различные виды моделей явлений и процессов с использованием ЭВМ. владеть навыками работы с современными инструментальными системами математического моделирования. Свыше 75 и до 85 баллов набранных на зачете	знать основные виды математических моделей, методы их создания и основные понятия, а также основные программные продукты связанные с построением и описанием различных моделей. уметь создавать различные виды моделей явлений и процессов с использованием ЭВМ. владеть навыками работы с современными инструментальными системами математического моделирования. Свыше 85 баллов набранных

				на зачете
ОПК-3 /ос-новной	1.Доля освоенных обучающимся знаний, умений, навыков от общего объема ЗУН, установленных в п.1.ЗРПД	<p>знать основные виды математических моделей, методы их создания и основные понятия, а также основные программные продукты связанные с построением и описанием различных моделей.</p> <p>уметь создавать различные виды моделей явлений и процессов с использованием ЭВМ.</p> <p>владеть навыками работы с современными инструментальными системами математического моделирования.</p> <p>Свыше 51 и до 75 баллов набранных на зачете</p>	<p>знать основные виды математических моделей, методы их создания и основные понятия, а также основные программные продукты связанные с построением и описанием различных моделей.</p> <p>уметь создавать различные виды моделей явлений и процессов с использованием ЭВМ.</p> <p>владеть навыками работы с современными инструментальными системами математического моделирования.</p> <p>Свыше 75 и до 85 баллов набранных на зачете</p>	<p>знать основные виды математических моделей, методы их создания и основные понятия, а также основные программные продукты связанные с построением и описанием различных моделей.</p> <p>уметь создавать различные виды моделей явлений и процессов с использованием ЭВМ.</p> <p>владеть навыками работы с современными инструментальными системами математического моделирования.</p> <p>Свыше 85 баллов набранных на зачете</p>
ОПК-5 /ос-новной	1.Доля освоенных обучающимся знаний, умений, навыков от общего объема ЗУН, установленных в п.1.ЗРПД	<p>знать основные виды математических моделей, методы их создания и основные понятия, а также основные программные продукты связанные с построением и описанием различных моделей.</p> <p>уметь создавать различные виды моделей явлений и процессов с использованием ЭВМ.</p> <p>владеть навыками работы с современными инструментальными системами математического моделирования.</p>	<p>знать основные виды математических моделей, методы их создания и основные понятия, а также основные программные продукты связанные с построением и описанием различных моделей.</p> <p>уметь создавать различные виды моделей явлений и процессов с использованием ЭВМ.</p> <p>владеть навыками работы с современными инструментальными системами математического моделирования.</p>	<p>знать основные виды математических моделей, методы их создания и основные понятия, а также основные программные продукты связанные с построением и описанием различных моделей.</p> <p>уметь создавать различные виды моделей явлений и процессов с использованием ЭВМ.</p> <p>владеть навыками работы с современными инструментальными системами математического моделирования.</p>

		менными инструментальными системами математического моделирования. Свыше 51 и до 75 баллов набранных на зачете	ми работы с современными инструментальными системами математического моделирования. Свыше 75 и до 85 баллов набранных на зачете	владеть навыками работы с современными инструментальными системами математического моделирования. Свыше 85 баллов набранных на зачете
ПК-4 / основ- ной	1.Доля освоенных обучающимся знаний, умений, навыков от общего объема ЗУН, установленных в п.1.ЗРПД	знать основные виды математических моделей, методы их создания и основные понятия, а также основные программные продукты связанные с построением и описанием различных моделей. уметь создавать различные виды моделей явлений и процессов с использованием ЭВМ. владеть навыками работы с современными инструментальными системами математического моделирования. Свыше 51 и до 75 баллов набранных на зачете	знать основные виды математических моделей, методы их создания и основные понятия, а также основные программные продукты связанные с построением и описанием различных моделей. уметь создавать различные виды моделей явлений и процессов с использованием ЭВМ. владеть навыками работы с современными инструментальными системами математического моделирования. Свыше 75 и до 85 баллов набранных на зачете	знать основные виды математических моделей, методы их создания и основные понятия, а также основные программные продукты связанные с построением и описанием различных моделей. уметь создавать различные виды моделей явлений и процессов с использованием ЭВМ. владеть навыками работы с современными инструментальными системами математического моделирования. Свыше 85 баллов набранных на зачете

**7.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

Таблица 7.3 – Паспорт комплекта оценочных средств для текущего контроля

№ п/	Раздел (тема) дисциплины	Код контролируе-	Технология формирова-	Оценочные средства	Описание шкал
------	--------------------------	------------------	-----------------------	--------------------	---------------

п		мой компетенции (или её части)	ния	наименование	№№ заданий	оценивания
1.	Общие понятия математического моделирования процессов в машиностроении	ОПК-1; ОПК-3; ОПК-5; ПК-4	Лекция, СРС, Лабораторные работы	Тесты; Собеседование; Контрольные вопросы к пр. №.1, 2, 7, 8	В соответствии с разделом дисциплины	Согласно табл. 7.2
2.	Классификация математических моделей. Требования, предъявляемые к математическим моделям	ОПК-1; ОПК-3; ОПК-5; ПК-4	Лекция, СРС,	Тесты; Собеседование;	В соответствии с разделом дисциплины	Согласно табл. 7.2
3.	Основы теории множеств и теории графов	ОК-1; ОПК-1; ОПК-2; ПК-1; ПК-4; ПК-16;	Лекция, СРС, Лабораторные работы	Тесты; Собеседование; Контрольные вопросы к пр. № 3,4	В соответствии с разделом дисциплины	Согласно табл. 7.2
4.	Общая постановка и виды задач принятия решений. Математическая постановка и разрешимость задач оптимизации.	ОПК-1; ОПК-3; ОПК-5; ПК-4	Лекция, СРС	Тесты; Собеседование	В соответствии с разделом дисциплины	Согласно табл. 7.2
5.	Графо – аналитический метод решения задач математического программирования	ОПК-1; ОПК-3; ОПК-5; ПК-4	Лекция, СРС,	Тесты; Собеседование;	В соответствии с разделом дисциплины	Согласно табл. 7.2
6.	Методы решения задач линейного программирования.	ОПК-1; ОПК-3; ОПК-5; ПК-4	Лекция, СРС	Тесты; Собеседование;	В соответствии с разделом дисциплины	Согласно табл. 7.2
7.	Численные методы решения задач нелинейного программирования (поиск экстремума функции $n$ – переменных)	ОПК-1; ОПК-3; ОПК-5; ПК-4	Лекция, СРС, Лабораторные работы	Тесты; Собеседование; Контрольные вопросы к пр. №.5	В соответствии с разделом дисциплины	Согласно табл. 7.2
8.	Методы решения многокри-	ОПК-1; ОПК-3;	Лекция, СРС	Тесты; Собеседование	В соответствии с	Согласно табл. 7.2

	териальных задач оптимизации	ОПК-5; ПК-4			разделом дисциплины	
9.	Основы теории массового обслуживания	ОПК-1; ОПК-3; ОПК-5; ПК-4	Лекция, СРС, Лабораторные работы	Тесты; Собеседование; Контрольные вопросы к пр. №.6	В соответствии с разделом дисциплины	Согласно табл. 7.2
10.	Математические модели простейших систем массового обслуживания	ОПК-1; ОПК-3; ОПК-5; ПК-4	Лекция, СРС, Лабораторные работы	Тесты; Собеседование; Контрольные вопросы к пр. №.9	В соответствии с разделом дисциплины	Согласно табл. 7.2
11.	$N$ – канальная СМО с отказами (задача Эрланга).	ОПК-1; ОПК-3; ОПК-5; ПК-4	Лекция, СРС,	Тесты; Собеседование;	В соответствии с разделом дисциплины	Согласно табл. 7.2
12.	Оперативно – календарное планирование в технологических системах на основе теории расписаний.	ОПК-1; ОПК-3; ОПК-5; ПК-4	Лекция, СРС	Тесты; Собеседование;	В соответствии с разделом дисциплины	Согласно табл. 7.2

Полностью оценочные средства представлены в учебно-методическом комплексе дисциплины.

Типовые задания для промежуточной аттестации:

1. Общие понятия математического моделирования процессов в машиностроении
  - 1.1. Математическая модель объекта моделирования.
  - 1.2. Структурная схема объекта моделирования
2. Классификация математических моделей.
3. Требования, предъявляемые к математическим моделям
4. Основы теории множеств и теории графов
5. Общая постановка и виды задач принятия решений.
  - 5.1. Основы теории оптимизации.
  - 5.2. Математическая постановка задачи оптимизации.
  - 5.3. Локальный и глобальный минимум (максимум) целевой функции.
  - 5.4. Разрешимость задач оптимизации
6. Методы решения задач линейного программирования
  - 6.1. Графо-аналитический метод решения задач линейного программирования.

- 6.2. Численные методы решения задач нелинейного программирования (поиск экстремума функции одной переменной).
- 6.3. Классификация численных методов решения задач нелинейного программирования.
- 6.4. Методы поиска экстремума функции одной переменной.
- 6.5. Классический метод минимизации (максимизации) функции одной переменной.
- 6.6. Метод равномерного перебора.
- 6.7. Метод золотого сечения.
- 7. Численные методы решения задач нелинейного программирования (поиск экстремума функции  $n$  – переменных)
  - 7.1. Метод линеаризации (приведения задачи нелинейного программирования к задаче линейного программирования).
  - 7.2. Метод покоординатного спуска в задачах без ограничений.
  - 7.3. Метод покоординатного спуска в задачах с ограничениями.
- 8. Методы решения многокритериальных задач оптимизации
  - 8.1. Метод поиска Парето – эффективных решений.
  - 8.2. Метод решения многокритериальных задач оптимизации с использованием обобщенного (интегрального) критерия.
  - 8.3. Аддитивный критерий.
  - 8.4. Мультипликативный критерий.
  - 8.5. Максимальный (минимаксный) критерий.
  - 8.6. Основные принципы выбора критериев оптимальности.
- 9. Основы теории массового обслуживания
  - 9.1. Понятие случайного процесса.
  - 9.2. Марковский случайный процесс.
  - 9.3. Потoki событий.
  - 9.4. Уравнения Колмогорова для вероятностей состояний.
  - 9.5. Финальные вероятности состояний.
  - 9.6. Задачи теории массового обслуживания.
  - 9.7. Классификация систем массового обслуживания.
- 10. Математические модели простейших систем массового обслуживания
  - 10.1. Одноканальная СМО с отказами.
  - 10.2. Одноканальная СМО с ожиданием.
- 11.  $N$  – канальная СМО с отказами (задача Эрланга).
- 12. Возможные постановки задач оптимизации  $n$  – канальных СМО с отказами
- 13. Оперативно – календарное планирование в технологических системах на основе теории расписаний.
  - 13.1. Элементы (основы) теории расписаний.
  - 13.2. Формирование расписания работы оборудования методами линейного и динамического программирования.

*Промежуточная аттестация* по дисциплине проводится в форме зачета. Зачет проводится в форме тестирования (бланкового и/или компьютерного).

Для тестирования используются контрольно-измерительные материалы (КИМ) – задания в тестовой форме, составляющие банк тестовых заданий (БТЗ) по дисциплине, утвержденный в установленном в университете порядке.

Проверяемыми на промежуточной аттестации элементами содержания являются темы дисциплины, указанные в разделе 3 настоящей программы. Все темы дисциплины отражены в КИМ в равных долях (%). БТЗ включает в себя не менее 100 заданий и постоянно пополняется.

Для проверки *знаний* используются вопросы и задания в различных формах:

- закрытой (с выбором одного или нескольких правильных ответов),
- открытой (необходимо вписать правильный ответ),
- на установление правильной последовательности,
- на установление соответствия.

*Умения, навыки и компетенции* проверяются с помощью задач (ситуационных, производственных или кейсового характера) и различного вида конструкторов. Все задачи являются многоходовыми. Некоторые задачи, проверяющие уровень сформированности компетенций, являются многовариантными. Часть умений, навыков и компетенций прямо не отражена в формулировках задач, но они могут быть проявлены обучающимися при их решении.

В каждый вариант КИМ включаются задания по каждому проверяемому элементу содержания во всех перечисленных выше формах и разного уровня сложности. Такой формат КИМ позволяет объективно определить качество освоения обучающимися основных элементов содержания дисциплины и уровень сформированности компетенций.

#### **7.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

Процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, регулируются следующими нормативными актами университета:

- П 02.016-2018 «О балльно-рейтинговой системе оценивания результатов обучения по дисциплинам (модулям) и практикам при освоении обучающимися образовательных программ»;

методические указания, используемые в образовательном процессе, указанные в списке литературы.

Для *текущего контроля* по дисциплине в рамках действующей в университете балльно-рейтинговой системы применяется следующий порядок начисления баллов:

Таблица 7.4 – Порядок начисления баллов в рамках БРС

Форма контроля	Минимальный балл		Максимальный балл	
	балл	примечание	балл	примечание
Практическая работа №1	1	Выполнил, но «не защитил»	2	Выполнил и «защитил»

Практическая работа №2	1	Выполнил, но «не защитил»	2	Выполнил и «защитил»
Практическая работа №3	1	Выполнил, но «не защитил»	2	Выполнил и «защитил»
Практическая работа №4	1	Выполнил, но «не защитил»	2	Выполнил и «защитил»
Практическая работа №5	1	Выполнил, но «не защитил»	2	Выполнил и «защитил»
Практическая работа №6	1	Выполнил, но «не защитил»	2	Выполнил и «защитил»
Практическая работа №7	1	Выполнил, но «не защитил»	2	Выполнил и «защитил»
Практическая работа №8	1	Выполнил, но «не защитил»	2	Выполнил и «защитил»
Практическая работа №9	1	Выполнил, но «не защитил»	2	Выполнил и «защитил»
СРС	15		30	
Итого	24		48	
Посещаемость			16	
Зачет			36	
ИТОГО	24		100	

Для итоговой аттестации, проводимой в форме тестирования, используется следующая методика оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности. В каждом варианте КИМ - 16 заданий (15 вопросов и одна задача).

Каждый верный ответ оценивается следующим образом:

- задание в закрытой форме – 2 балла,
- задание в открытой форме – 2 балла,
- задание на установление правильной последовательности – 2 балла,
- задание на установление соответствия – 2 балла,
- решение задачи – 6 баллов.

Максимальное количество баллов за тестирование - 36 баллов.

## **8 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

### **8.1 Основная учебная литература**

1. Барботько, Анатолий Иванович. Основы теории математического моделирования [Текст] : учебное пособие / А. И. Барботько, А. О. Гладышкин. - Старый Оскол : ТНТ, 2014. - 212 с.

2. Золотарев, А. А. Инструментальные средства математического моделирования [Электронный ресурс] : учебное пособие / А. А. Золотарев [и др.]. - Ростов-н/Д : Издательство Южного федерального университета, 2011. - 90 с. - Режим доступа: [biblioclub.ru](http://biblioclub.ru)

### **8.2 Дополнительная учебная литература**

3. Мамонова, В. Г. Моделирование бизнес-процессов [Электронный ресурс] :

учебное пособие / В. Г. Мамонова, Н. Д. Ганелина, Н. В. Мамонова. - Новосибирск : НГТУ, 2012. - 43 с. - Режим доступа: biblioclub.ru

4. Яхнеева, И. В. Моделирование и проектирование систем поставок в условиях риска [Электронный ресурс] : монография / И. В. Яхнеева. - Москва : БИБЛИО-ГЛОБУС, 2013. - 176 с. - Режим доступа: biblioclub.ru

5. Кудряшов, В. С. Моделирование систем [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. С. Кудряшов, М. В. Алексеев. - Воронеж : Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2012. - 208 с. - Режим доступа: biblioclub.ru

6. Булавин, Леонид Анатольевич. Компьютерное моделирование физических систем [Текст] : учебное пособие / Л. А. Булавин, Н. В. Выгорницкий, Н. И. Лебовака. - Долгопрудный : Интеллект, 2011. - 349 с.

### 8.3 Перечень методических указаний

1. Интерполяция встроенными процедурами Maple [Электронный ресурс] : методические указания к проведению практических занятий для студентов направлений: 15.04.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» профиль «Технология машиностроения» / Юго-Зап. гос. ун-т ; сост.: В. В. Куц, М. С. Разумов. - Курск : ЮЗГУ, 2017. - 11 с.

2. Решение уравнений, неравенств и их систем в Maple [Электронный ресурс] : методические указания к проведению практических занятий для студентов направлений: 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» профиль «Технология машиностроения» / Юго-Зап. гос. ун-т ; сост.: В. В. Куц, М. С. Разумов. - Курск : ЮЗГУ, 2018. - 16 с.

3. Выполнение размерного анализа на основе теории графов [Электронный ресурс] : методические указания к проведению лабораторных занятий / Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: В. В. Куц, М. С. Разумов. - Курск : ЮЗГУ, 2017. - 12 с.

4. Решение задачи построения маршрута передвижения с использованием теории графов в системе MAPLE [Электронный ресурс] : методические указания к проведению лабораторных занятий / Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: В. В. Куц, М. С. Разумов. - Курск : ЮЗГУ, 2017. - 20 с.

5. Решение задач критериальной оптимизации в программе MicrosoftEXCEL [Электронный ресурс] : методические указания к проведению лабораторных занятий / Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: В. В. Куц, М. С. Разумов. - Курск : ЮЗГУ, 2017. - 25 с.

6. Расчет финальных вероятностей СМО с помощью уравнений Колмогорова [Электронный ресурс] : методические указания к проведению лабораторных занятий / Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: В. В. Куц, М. С. Разумов; - Курск : ЮЗГУ, 2017. - 9 с.

7. Аналитическое представление профиля поверхности детали [Электронный ресурс] : методические указания к проведению лабораторных занятий / Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: В. В. Куц, М. С. Разумов. - Курск : ЮЗГУ, 2018. - 9 с.

8. Моделирование одноканальных систем массового обслуживания с отказами в системе имитационного моделирования ARENA [Электронный ресурс] : методические указания к проведению лабораторных занятий / Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: В. В. Куц, М. С. Разумов. - Курск : ЮЗГУ, 2017. - 37 с.

9. Определение надежности системы по ее имитационной модели в системе ARENA [Электронный ресурс] : методические указания к проведению лабораторных занятий / Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: В. В. Куц, М. С. Разумов. - Курск : ЮЗГУ, 2017. - 16 с.

#### **8.4 Другие учебно-методические материалы**

При проведении практических занятий по дисциплине рекомендуется использовать материал для полилюкса.

#### **9 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

1. Электронная библиотека ЮЗГУ <http://www.lib.swsu.ru/>
2. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» <http://window.edu.ru/library>
3. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека online» <http://www.biblioclub.ru>

#### **10 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Основными видами аудиторной работы студента при изучении дисциплины являются лекции и лабораторные занятия. Студент не имеет права пропускать занятия без уважительных причин.

На лекциях излагаются и разъясняются основные понятия темы, связанные с ней теоретические и практические проблемы, даются рекомендации для самостоятельной работы. В ходе лекции студент должен внимательно слушать и конспектировать материал.

Изучение наиболее важных тем или разделов дисциплины завершают лабораторные занятия, которые обеспечивают: контроль подготовленности студента; закрепление учебного материала; приобретение опыта устных публичных выступлений, ведения дискуссии, в том числе аргументации и защиты выдвигаемых положений и тезисов.

Практическому занятию предшествует самостоятельная работа студента, связанная с освоением материала, полученного на лекциях, и материалов, изложенных в учебниках и учебных пособиях, а также литературе, рекомендованной преподавателем.

По согласованию с преподавателем или по его заданию студенты готовить рефераты по отдельным темам дисциплины, выступать на занятиях с докладами. Основу докладов составляет, как правило, содержание подготовленных студентами рефератов.

Качество учебной работы студентов преподаватель оценивает по результатам тестирования, собеседования, защиты отчетов по лабораторным работам, а также по результатам докладов.

Преподаватель уже на первых занятиях объясняет студентам, какие формы обучения следует использовать при самостоятельном изучении дисциплины: конспектирование учебной литературы и лекции, составление словарей понятий и терминов и т. п.

В процессе обучения преподаватели используют активные формы работы со студентами: чтение лекций, привлечение студентов к творческому процессу на лекциях, промежуточный контроль путем отработки студентами пропущенных лекций, участие в групповых и индивидуальных консультациях (собеседовании). Эти формы способствуют выработке у студентов умения работать с учебником и литературой. Изучение литературы составляет значительную часть самостоятельной работы студента. Это большой труд, требующий усилий и желания студента. В самом начале работы над книгой важно определить цель и направление этой работы. Прочитанное следует закрепить в памяти. Одним из приемов закрепления освоенного материала является конспектирование, без которого немислима серьезная работа над литературой. Систематическое конспектирование помогает научиться правильно, кратко и четко излагать своими словами прочитанный материал.

Самостоятельную работу следует начинать с первых занятий. От занятия к занятию нужно регулярно прочитывать конспект лекций, знакомиться с соответствующими разделами учебника, читать и конспектировать литературу по каждой теме дисциплины. Самостоятельная работа дает студентам возможность равномерно распределить нагрузку, способствует более глубокому и качественному усвоению учебного материала. В случае необходимости студенты обращаются за консультацией к преподавателю по вопросам дисциплины с целью усвоения и закрепления компетенций.

Основная цель самостоятельной работы студента при изучении дисциплины - закрепить теоретические знания, полученные в процессе лекционных занятий, а также сформировать практические навыки самостоятельного анализа особенностей дисциплины.

## **11 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

Использование программ Microsoft Office.

## **12 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Для проведения лабораторных и практических работ по данной дисциплине

необходимо следующее материально-техническое обеспечение: методические указания к выполнению контрольной работы, компьютер .

