

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Набережночелнинский институт (филиал)  
Автомобильное отделение



Утверждаю

Первый заместитель директора  
НЧИ КФУ Симонова Л. А.



\_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

*подписано электронно-цифровой подписью*

## Программа дисциплины

### Математическое моделирование в машиностроении

Направление подготовки: 15.04.05 - Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств

Профиль подготовки: Конструкторско-технологическое обеспечение автоматизированных машиностроительных производств

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: заочное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2018

## Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
  - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
  - 4.2. Содержание дисциплины (модуля)
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
  - 6.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения
  - 6.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания
  - 6.3. 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
- 6.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций
7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины (модуля) к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья
13. Приложение №1. Фонд оценочных средств
14. Приложение №2. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
15. Приложение №3. Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Программу дисциплины разработал(а)(и) доцент, к.н. (доцент) Ступко В.Б. (Кафедра конструкторско-технологического обеспечения машиностроительных производств, Автомобильное отделение), VBStupko@kpfu.ru

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль), должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОК-3	готовностью к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала
ПК-1	способностью формулировать цели проекта (программы), задач при заданных критериях, целевых функциях, ограничениях, строить структуру их взаимосвязей, разрабатывать технические задания на создание новых эффективных технологий изготовления машиностроительных изделий, производств различного служебного назначения, средства и системы их инструментального, метрологического, диагностического и управленческого обеспечения, на модернизацию и автоматизацию действующих в машиностроении производственных и технологических процессов и производств, средства и системы, необходимые для реализации модернизации и автоматизации, определять приоритеты решений задач
ПК-16	способностью проводить научные эксперименты, оценивать результаты исследований, сравнивать новые экспериментальные данные с данными принятых моделей для проверки их адекватности и при необходимости предлагать изменения для улучшения моделей, выполнять математическое моделирование процессов, средств и систем машиностроительных производств с использованием современных технологий проведения научных исследований, разрабатывать теоретические модели, позволяющие исследовать качество выпускаемых изделий, технологических процессов, средств и систем машиностроительных производств

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

Методы и средства разработки математического, обеспечения технологических систем, систем автоматизации и управления;

Методы математического моделирования при создании технологических процессов, средств технологического оснащения и автоматизации;

Методы оптимизации технологических процессов в технологических системах.

Должен уметь:

Выбрать подходящий метод моделирования и оптимизации объектов, процессов, явлений технологических и инструментальных систем;

Создать математическую и физическую модель процессов и систем, средств автоматизации и управления.

Должен владеть:

Навыками решения прикладных задач, разработки обобщенных вариантов решения проблем, анализа вариантов и выбора оптимального, прогнозирования последствий, нахождение компромиссных решений в условиях многокритериальности, неопределенности, планирование реализации проектов.

Должен демонстрировать способность и готовность:

Применять полученные знания в профессиональной деятельности.

## 2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.Б.9 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 15.04.05 "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств (Конструкторско-технологическое обеспечение автоматизированных машиностроительных производств)" и относится к базовой (общепрофессиональной) части.

Осваивается на 1 курсе в 1 семестре.

### 3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных(ые) единиц(ы) на 108 часа(ов).

Контактная работа - 10 часа(ов), в том числе лекции - 4 часа(ов), практические занятия - 6 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 94 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 4 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет в 1 семестре.

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

#### 4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Основные понятия теории систем и моделирования.	1	1	1	0	22
2.	Тема 2. Основы теории множеств и теории графов	1	1	1	0	22
3.	Тема 3. Выявление взаимосвязанных размерных цепей.	1	1	2	0	22
4.	Тема 4. Методы решения задач оптимизации.	1	1	2	0	28
	Итого		4	6	0	94

#### 4.2 Содержание дисциплины (модуля)

##### Тема 1. Основные понятия теории систем и моделирования.

Элементы общей теории систем. Понятие моделирования. Системы и модели. Системы как множества. Общая и компьютерная схемы моделирования. Математическая модель объекта моделирования. Физическое и математическое моделирование. Классификация математических моделей. Требования, предъявляемые к математическим моделям. Постановка и сводимость. Этапы построения математической модели.

##### Тема 2. Основы теории множеств и теории графов

Множества. Декартовы (прямые) произведения двух множеств. Квадрат множества. Бинарные отношения, графы, матрицы смежности. Операции преобразования координат в пространстве. Математическое моделирование технологических процессов сборки. Постановка задачи проектирования. Установление соответствия между служебным назначением изделия и нормами его точности.

##### Тема 3. Выявление взаимосвязанных размерных цепей.

Выбор технологического метода достижения заданной точности замыкающих звеньев. Математическая постановка и решение задачи размерного анализа. Выбор последовательности сборки. Выявление условий автоматической сборки. Оптимизационное моделирование. Области применения моделей оптимизации. Общая постановка и виды задач принятия решений.

##### Тема 4. Методы решения задач оптимизации.

Задачи линейного программирования. Задачи нелинейного программирования. Графоаналитический метод решения задач оптимизации. Численные методы решения задач нелинейного программирования. Особенность задач нелинейного программирования. Классификация численных методов решения задач нелинейного программирования.

Численные методы поиска экстремума функции одной переменной. Численные методы поиска экстремума функции  $n$  переменных. Методы решения многокритериальных задач

оптимизации. Метод поиска Парето эффективных решений. Метод решения многокритериальных задач оптимизации с использованием обобщенного критерия. Виды обобщенных критериев: аддитивный критерий; мультипликативный критерий; максимальный критерий.

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

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 5 апреля 2017 года №301)

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-996ин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Устав федерального государственного автономного образовательного учреждения "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Правила внутреннего распорядка федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета

## 6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

### 6.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения

Этап	Форма контроля	Оцениваемые компетенции	Темы (разделы) дисциплины
<b>Семестр 1</b>			
	<i>Текущий контроль</i>		
1	Устный опрос	ПК-1 , ПК-16	1. Основные понятия теории систем и моделирования. 2. Основы теории множеств и теории графов 3. Выявление взаимосвязанных размерных цепей. 4. Методы решения задач оптимизации.
2	Отчет	ПК-1 , ПК-16	1. Основные понятия теории систем и моделирования. 2. Основы теории множеств и теории графов 3. Выявление взаимосвязанных размерных цепей. 4. Методы решения задач оптимизации.
3	Письменная работа	ПК-1 , ПК-16	1. Основные понятия теории систем и моделирования. 2. Основы теории множеств и теории графов 3. Выявление взаимосвязанных размерных цепей. 4. Методы решения задач оптимизации.
	<b>Зачет</b>	ОК-3, ПК-1, ПК-16	

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

Форма контроля	Критерии оценивания			Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	
<b>Семестр 1</b>				
<b>Текущий контроль</b>				

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
Устный опрос	В ответе качественно раскрыто содержание темы. Ответ хорошо структурирован. Прекрасно освоен понятийный аппарат. Продемонстрирован высокий уровень понимания материала. Превосходное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Основные вопросы темы раскрыты. Структура ответа в целом адекватна теме. Хорошо освоен понятийный аппарат. Продемонстрирован хороший уровень понимания материала. Хорошее умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Тема частично раскрыта. Ответ слабо структурирован. Понятийный аппарат освоен частично. Понимание отдельных положений из материала по теме. Удовлетворительное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Тема не раскрыта. Понятийный аппарат освоен неудовлетворительно. Понимание материала фрагментарное или отсутствует. Неумение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	1
Отчет	Продемонстрирован высокий уровень владения материалом. Используются надлежащие источники в нужном количестве. Структура работы и применённые методы соответствуют поставленным задачам.	Продемонстрирован средний уровень владения материалом. Используются надлежащие источники. Структура работы и применённые методы в основном соответствуют поставленным задачам.	Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Используются источники, структура работы и применённые методы частично соответствуют поставленным задачам.	Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Используются источники, структура работы и применённые методы не соответствуют поставленным задачам.	2
Письменная работа	Правильно выполнены все задания. Продемонстрирован высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Продемонстрирован хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьёзные ошибки. Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены менее чем наполовину. Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	3
	<b>Зачтено</b>		<b>Не зачтено</b>		
<b>Зачет</b>	Обучающийся обнаружил знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по специальности, справился с выполнением заданий, предусмотренных программой дисциплины.		Обучающийся обнаружил значительные пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий и не способен продолжить обучение или приступить по окончании университета к профессиональной деятельности без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.		

### 6.3 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

#### Семестр 1

#### Текущий контроль

#### 1. Устный опрос

Темы 1, 2, 3, 4

Основные понятия теории систем и моделирования. Элементы общей теории систем. Понятие моделирования. Системы и модели. Системы как множества. Общая и компьютерная схемы моделирования. Вычислительная сложность решаемых задач. Математическая модель объекта моделирования. Структурная схема объекта моделирования. Понятие о методе фазового пространства. Общие свойства сложных систем. Основные понятия, классификация и способы моделирования. Общее понятие о математическом моделировании. Физическое и математическое моделирование. Классификация математических моделей. Требования, предъявляемые к математическим моделям. Постановка и сводимость. Этапы построения математической модели. Особенности моделирования средствами дискретной математики. Обобщенный алгоритм построения математической модели. Основы теории множеств и теории графов. Множества. Декартовы (прямые) произведения двух множеств. Квадрат множества. Бинарные отношения, графы, матрицы смежности. Операции преобразования координат в пространстве. Математическое моделирование технологических процессов сборки. Постановка задачи проектирования. Установление соответствия между служебным назначением изделия и нормами его точности. Предварительный выбор организационной формы сборки. Разработка схемы конструктивно-технологического членения изделия. Выявление взаимосвязанных размерных цепей. Выбор технологического метода достижения заданной точности замыкающих звеньев. Математическая постановка и решение задачи размерного анализа. Выбор последовательности сборки. Выявление условий автоматической сборки. Оптимизационное моделирование. Области применения моделей оптимизации. Общая постановка и виды задач принятия решений. Математическая постановка и разрешимость задач оптимизации. Задачей принятия решения, множество решения задачи принятия решений. Основы теории оптимизации, математическая постановка задачи оптимизации. Стандартные формы задач оптимизации. Целевая функция, виды задач оптимизации. Методы решения задач оптимизации. Графо - аналитический метод решения задач математического программирования. Формулировка задачи математического программирования. Задачи линейного программирования. Задачи нелинейного программирования. Графоаналитический метод решения задач оптимизации. Численные методы решения задач нелинейного программирования. Особенность задач нелинейного программирования. Классификация численных методов решения задач нелинейного программирования. Численные методы поиска экстремума функции одной переменной. Численные методы поиска экстремума функции - переменных. Методы решения многокритериальных задач оптимизации. Метод поиска Парето - эффективных решений. Метод решения многокритериальных задач оптимизации с использованием обобщенного критерия. Виды обобщенных критериев: аддитивный критерий; мультипликативный критерий; максимальный критерий. Основные принципы выбора критериев оптимальности.

## 2. Отчет

Темы 1, 2, 3, 4

Оптимизация режимов резания при металлообработке

Постановка задачи. Решение задачи графическим способом. Решение задачи методом дискретного программирования.

Расчет режимов резания на основные переходы операций механической обработки является повседневной задачей технолога.

Оптимизация траекторий вспомогательных перемещений инструмента

Машино-вспомогательное время  $t_{м.в.}$  занимает большую долю от оперативного времени затрачиваемого на выполнение технологической операции. Поэтому при комплексной оптимизации производственного процесса сокращение вспомогательного времени на холостые перемещения инструмента и смену инструмента часто дают больший эффект, чем повышение режимов резания. Задача нахождения оптимальной траектории движения (маршрута) является одной из знаменитых задач теории комбинаторики и имеет давнюю историю. Она была известна как задача коммивояжера.

Освоение методики подготовки исходных данных для размерного анализа технологического процесса изготовления деталей и расчета технологических размерных цепей на ЭВМ. Сущности метода размерного анализа технологического процесса изготовления деталей. Ознакомление с методикой подготовки исходных данных для проведения размерного анализа технологического процесса изготовления деталей на ЭВМ. Выявление и расчет технологических размерных цепей с применением ЭВМ. Анализ полученных результатов и принятие решений.

Освоение методики подготовки исходных данных для размерного анализа технологического процесса изготовления деталей и расчета технологических размерных цепей на ЭВМ. Сущности метода размерного анализа технологического процесса изготовления деталей. Ознакомление с методикой подготовки исходных данных для проведения размерного анализа технологического процесса изготовления деталей на ЭВМ. Выявление и расчет технологических размерных цепей с применением ЭВМ. Анализ полученных результатов и принятие решений.

## 3. Письменная работа

Темы 1, 2, 3, 4

1. Основы теории оптимизации, математическая постановка задачи оптимизации.
2. Стандартные формы задач оптимизации.
3. Графо-аналитический метод решения задач математического программирования.
4. Формулировка задачи математического программирования.
5. Задачи линейного программирования.
6. Задачи нелинейного программирования.
7. Графо-аналитический метод решения задач оптимизации.
8. Численные методы решения задач нелинейного программирования.

9. Классификация численных методов решения задач нелинейного программирования.
10. Метод решения многокритериальных задач оптимизации с использованием обобщенного критерия.

#### **Зачет**

Вопросы к зачету:

Вопросы к зачету:

1. Элементы общей теории систем. Понятие моделирования.
2. Системы и модели. Системы как множества.
3. Общая и компьютерная схемы моделирования. Вычислительная сложность решаемых задач.
4. Математическая модель объекта моделирования. Структурная схема объекта моделирования.
5. Понятие о методе фазового пространства. Общие свойства сложных систем.
6. Общее понятие о математическом моделировании.
7. Классификация математических моделей. Требования, предъявляемые к математическим моделям.
8. Постановка и сводимость. Этапы построения математической модели.
9. Особенности моделирования средствами дискретной математики.
10. Обобщенный алгоритм построения математической модели.
11. Основы теории множеств и теории графов. Множества.
12. Бинарные отношения, графы, матрицы смежности. Операции преобразования координат в пространстве.
13. Математическое моделирование технологических процессов сборки. Постановка задачи проектирования.
14. Установление соответствия между служебным назначением изделия и нормами его точности.
15. Предварительный выбор организационной формы сборки.
16. Разработка схемы конструктивно-технологического членения изделия.
17. Выбор технологического метода достижения заданной точности замыкающих звеньев.
18. Математическая постановка и решение задачи размерного анализа.
19. Выбор последовательности сборки. Выявление условий автоматической сборки.
20. Области применения моделей оптимизации.
21. Математическая постановка и разрешимость задач оптимизации.
22. Задачи принятия решений. Множество решения задач принятия решений.
23. Основы теории оптимизации, математическая постановка задачи оптимизации.
24. Стандартные формы задач оптимизации.
25. Графо-аналитический метод решения задач математического программирования.
26. Формулировка задачи математического программирования.
27. Задачи линейного программирования.
28. Задачи нелинейного программирования.
29. Графо-аналитический метод решения задач оптимизации.
30. Численные методы решения задач нелинейного программирования.
31. Классификация численных методов решения задач нелинейного программирования.
32. Численные методы поиска экстремума функции одной переменной.
33. Численные методы поиска экстремума функции  $n$  переменных.
34. Методы решения многокритериальных задач оптимизации.
35. Метод поиска Парето-эффективных решений.
36. Метод решения многокритериальных задач оптимизации с использованием обобщенного критерия.
37. Виды обобщенных критериев: аддитивный критерий; мультипликативный критерий; максимальный критерий.
38. Основные принципы выбора критериев оптимальности.
39. Оптимизация суммарного периода стойкости металлорежущего инструмента.
40. Математическая модель оптимизации периода стойкости инструмента.
41. Математическая модель оптимизации режимов резания.
42. Технологические параметры и возможности оптимизации процессов резания.
43. Оптимизация режимов резания. Целевые функции. Система технических ограничений.
44. Модель оптимизации режимов резания при точении.
45. Целевая функция, виды задач оптимизации. Методы решения задач оптимизации.
46. Общая постановка и виды задач принятия решений.
47. Особенность задач нелинейного программирования.
48. Декартовы (прямые) произведения двух множеств. Квадрат множества.
49. Выявление взаимосвязанных размерных цепей.
50. Физическое и математическое моделирование.

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



В КФУ действует балльно-рейтинговая система оценки знаний обучающихся. Суммарно по дисциплине (модулю) можно получить максимум 100 баллов за семестр, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов.

Для зачёта:

56 баллов и более - "зачтено".

55 баллов и менее - "не зачтено".

Для экзамена:

86 баллов и более - "отлично".

71-85 баллов - "хорошо".

56-70 баллов - "удовлетворительно".

55 баллов и менее - "неудовлетворительно".

Форма контроля	Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	Этап	Количество баллов
<b>Семестр 1</b>			
<b>Текущий контроль</b>			
Устный опрос	Устный опрос проводится на практических занятиях. Обучающиеся выступают с докладами, сообщениями, дополнениями, участвуют в дискуссии, отвечают на вопросы преподавателя. Оценивается уровень домашней подготовки по теме, способность системно и логично излагать материал, анализировать, формулировать собственную позицию, отвечать на дополнительные вопросы.	1	15
Отчет	Обучающийся пишет отчёт, в котором отражает выполнение им, в соответствии с полученным заданием, определённых видов работ, нацеленных на формирование профессиональных умений и навыков. Оцениваются достигнутые результаты, проявленные знания, умения и навыки, а также соответствие отчёта предъявляемым требованиям.	2	15
Письменная работа	Обучающиеся получают задание по освещению определённых теоретических вопросов или решению задач. Работа выполняется письменно и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.	3	20
<b>Зачет</b>	Зачёт нацелен на комплексную проверку освоения дисциплины. Обучающийся получает вопрос (вопросы) либо задание (задания) и время на подготовку. Зачёт проводится в устной, письменной или компьютерной форме. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий.		50

## 7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Освоение дисциплины (модуля) предполагает изучение основной и дополнительной учебной литературы. Литература может быть доступна обучающимся в одном из двух вариантов (либо в обоих из них):

- в электронном виде - через электронные библиотечные системы на основании заключенных КФУ договоров с правообладателями;

- в печатном виде - в Научной библиотеке им. Н.И. Лобачевского. Обучающиеся получают учебную литературу на абонементе по читательским билетам в соответствии с правилами пользования Научной библиотекой.

Электронные издания доступны дистанционно из любой точки при введении обучающимся своего логина и пароля от личного кабинета в системе "Электронный университет". При использовании печатных изданий библиотечный фонд должен быть укомплектован ими из расчета не менее 0,5 экземпляра (для обучающихся по ФГОС 3++ - не менее 0,25 экземпляра) каждого из изданий основной литературы и не менее 0,25 экземпляра дополнительной литературы на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля), находится в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины. Он подлежит обновлению при изменении условий договоров КФУ с правообладателями электронных изданий и при изменении комплектования фондов Научной библиотеки КФУ.

## 8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Группа Технополис. Интеллектуальная металлообработка. - <http://www.technopolice.ru/>

Информационно- программный ресурс сети интернет - <http://www.mathhelp.spb.ru>

Портал машиностроения. - <http://www.mashportal.ru/>

## 9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	В ходе лекционных занятий вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации, положительный опыт в ораторском искусстве. Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций. При работе с терминами необходимо обращаться к словарям, в том числе доступным в Интернете, например на сайте <a href="http://dic.academic.ru">http://dic.academic.ru</a> .
практические занятия	Работа на практических занятиях предполагает активное участие в осуждении выдвинутых в рамках тем вопросов. Для подготовки к занятиям рекомендуется обращать внимание на проблемные вопросы, затрагиваемые преподавателем в лекции, и группировать информацию вокруг них. Желательно выделять в используемой литературе постановки вопросов, на которые разными авторам могут быть даны различные ответы. На основании постановки таких вопросов следует собирать аргументы в пользу различных вариантов решения поставленных проблем.
самостоятельная работа	Прежде чем приступить к изучению темы, необходимо прокомментировать основные вопросы тем лекционных и практических занятий. Такой подход преподавателя помогает студентам быстро находить нужный материал к каждому из вопросов, не задерживаясь на второстепенном. Начиная самостоятельную подготовку к занятиям, необходимо, прежде всего, ознакомиться с разделами учебников и учебных пособий, чтобы они получили общее представление о месте и значении темы в изучаемом курсе. Затем следует поработать с дополнительной литературой, сделать записи по рекомендованным источникам. Необходимо отметить, что для полного освоения необходимых компетенций рекомендуется посещение ежегодных выставок 'Машиностроение. Металлообработка. Металлургия. Сварка' ЭКСПО-Кама.
отчет	Приступая к выполнению практической работы, необходимо внимательно изучить цель занятия, ознакомиться с требованиями к уровню подготовки в соответствии с федеральными государственными стандартами соответствующего поколения, краткими теоретическими и учебнометодическими материалами по теме практической работы, ответить на вопросы для закрепления теоретического материала. Все задания к практической работе необходимо выполнять в соответствии с инструкцией, анализировать полученные в ходе занятия результаты по приведенной методике. Отчет о практической работе необходимо выполнить по приведенному алгоритму, опираясь на приложения. Наличие положительной оценки по практическим работам требуется для получения зачета по дисциплине и допуска к экзамену, поэтому в случае отсутствия на занятиях по любой причине или получения неудовлетворительной оценки за практическую работу найти время для ее выполнения или пересдачи.
письменная работа	В процессе подготовки к письменной работе, студентам необходимо обратить особое внимание на самостоятельное изучение рекомендованной учебно-методической литературы, а также конспектов лекций. Самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, материалами периодических изданий и Интернета является наиболее эффективным методом получения знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала.

Вид работ	Методические рекомендации
устный опрос	Подготовка к опросу проводится в ходе самостоятельной работы студентов и включает в себя повторение пройденного материала по вопросам предстоящего опроса. Помимо основного материала студент должен изучить дополнительную рекомендованную литературу и информацию по теме, в том числе с использованием Интернет-ресурсов. В среднем, подготовка к устному опросу по одному семинарскому занятию занимает от 2 до 3 часов в зависимости от сложности темы и особенностей организации студентом своей самостоятельной работы. Опрос предполагает устный ответ студента на один основной и несколько дополнительных вопросов преподавателя. Ответ студента должен представлять собой развернутое, связанное, логически выстроенное сообщение. При выставлении оценки преподаватель учитывает правильность ответа по содержанию, его последовательность, самостоятельность суждений и выводов, умение связывать теоретические положения с практикой, в том числе и с будущей профессиональной деятельностью.
зачет	Завершающим этапом изучения дисциплины является промежуточная аттестация в виде письменного (устного) зачета. При этом студент должен показать все те знания, умения и навыки, которые он приобрел в процессе текущей работы по изучению дисциплины. Дисциплина считается освоенной студентом, если он в полном объеме сформировал установленные компетенции и способен выполнять указанные в данной программе основные виды профессиональной деятельности. Освоение дисциплины должно позволить студенту осуществлять как аналитическую, так и научно-исследовательскую деятельность, что предполагает глубокое знание теории и практики данного курса. При подготовке к зачету необходимо опираться прежде всего на лекции, а также на источники, которые разбирались на практических занятиях в течение семестра.

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

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, представлен в Приложении 3 к рабочей программе дисциплины (модуля).

#### **11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине (модулю) включает в себя следующие компоненты:

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья) и оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КФУ.

Учебные аудитории для контактной работы с преподавателем, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья).

Компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов.

Мультимедийная аудитория.

Компьютерный класс.

Специализированная лаборатория.

#### **12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;

- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;

- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;

- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;

- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 15.04.05 "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств" и магистерской программе "Конструкторско-технологическое обеспечение автоматизированных машиностроительных производств".

Приложение 2  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
Б1.Б.9 Математическое моделирование в машиностроении

**Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

Направление подготовки: 15.04.05 - Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств

Профиль подготовки: Конструкторско-технологическое обеспечение автоматизированных машиностроительных производств

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: заочное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2018

**Основная литература:**

1. Математическое моделирование и прогнозирование в технических системах: Учебное пособие / Галустов Г.Г., Седов А.В. - Ростов-на-Дону:Издательство ЮФУ, 2016. - 107 с.: ISBN 978-5-9275-1902-6 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/989948>;
2. Основы автоматизированного проектирования технологических процессов в машиностроении: Учебное пособие/АкуловичЛ.М., ШелегВ.К. - М.: ИНФРА-М Издательский Дом, Нов. знание, 2016. - 488 с.: 60х90 1/16. - (ВО) (Переплёт) ISBN 978-5-16-009917-0 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/461911>;
3. Чикуров Н. Г. Моделирование систем и процессов [Электронный ресурс] : учеб-ное пособие / Н. Г. Чикуров. - Москва : ИЦ РИОР : НИЦ Инфра-М, 2013. - 398 с. - (Высшее образование). - В пер. - ISBN 978-5-369-01167-6. - Режим доступа : <http://znanium.com/bookread.php?book=392652>.

**Дополнительная литература:**

1. Математическое моделирование и методы принятия решений: Учебное пособие / Никонов О.И., Кругликов С.В., Медведева М.А., - 2-е изд., стер. - М.:Флинта, Изд-во Урал. ун-та, 2017. - 100 с. ISBN 978-5-9765-3142-0 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/949757>;
2. Методы и алгоритмы синтеза и анализа конструкторских и технологических решений в системе автоматизированного проектирования инженерных конструкций и сооружений : монография / С.Х. Якубов. ? М. : ИНФРА-М, 2019. ? 164 с. ? (Научная мысль). ? [www.dx.doi.org/10.12737/monography\\_5bb46458e6bce1.09900513](http://www.dx.doi.org/10.12737/monography_5bb46458e6bce1.09900513). - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/930430>;
3. Автоматизация технологических процессов и производств : учеб. пособие / А.А. Иванов. ? 2-е изд., испр. и доп. ? М. : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2017. - 224 с. (Высшее образование: Бакалавриат). - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/795655>.

Приложение 3  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
Б1.Б.9 Математическое моделирование в машиностроении

**Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

Направление подготовки: 15.04.05 - Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств

Профиль подготовки: Конструкторско-технологическое обеспечение автоматизированных машиностроительных производств

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: заочное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2018

Освоение дисциплины (модуля) предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная или Windows XP (Volume License)

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 365 или Microsoft Office Professional plus 2010

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI или Adobe Acrobat Reader DC

Kaspersky Endpoint Security для Windows

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, учебно-методические комплексы, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "Консультант студента", доступ к которой предоставлен обучающимся. Многопрофильный образовательный ресурс "Консультант студента" является электронной библиотечной системой (ЭБС), предоставляющей доступ через сеть Интернет к учебной литературе и дополнительным материалам, приобретенным на основании прямых договоров с правообладателями. Полностью соответствует требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования к комплектованию библиотек, в том числе электронных, в части формирования фондов основной и дополнительной литературы.