

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**

Моделирование и системы автоматизированного проектирования в машиностроении. Процессы формообразования

Направление подготовки: 15.03.05 - Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств

Профиль подготовки: Технология машиностроения

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очно-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) Юрасов С.Ю.

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

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

<b>Шифр компетенции</b>	<b>Расшифровка приобретаемой компетенции</b>
ПК-1	способностью применять способы рационального использования необходимых видов ресурсов в машиностроительных производствах, выбирать основные и вспомогательные материалы для изготовления их изделий, способы реализации основных технологических процессов, аналитические и численные методы при разработке их математических моделей, а также современные методы разработки малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых машиностроительных технологий
ПК-2	способностью использовать методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей материалов и готовых машиностроительных изделий, стандартные методы их проектирования, прогрессивные методы эксплуатации изделий

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

- основы физических явлений, сопровождающих процесс литья, обработки давлением, резания; технологические возможности основных типов металлорежущего оборудования по обработке элементарных поверхностей (плоских, цилиндрических, конических); основы эксплуатации режущих инструментов, применяемые инструментальные материалы;
- назначение и возможности современных средств компьютерного проектирования в машиностроении; принципы решения задач, терминологию, основные понятия и определения; роль систем автоматизированного проектирования в современном производстве; методологию автоматизированного проектирования;
- основные виды моделирования машин и механизмов, их возможности, преимущества и недостатки; основные методы разработки математической модели объекта (метод прямой аналогии, метод конечных элементов); методы анализа статики и динамики объектов по математическим моделям

Должен уметь:

- ориентироваться в типаже и геометрии стандартного режущего инструмента, используемого при точении, сверлении, зенкеровании, развертывании, фрезеровании, шлифовании и других видах обработки; экономически обосновать выбор метода обработки, составлять примерный маршрут обработки;
- использовать современную классификацию САПР; использовать структуру процесса проектирования, состав и структуру САПР, виды обеспечения САПР, методы реализации конструкторской подготовки производства и варианты её автоматизации; принимать решения по интеграции систем автоматизации, включая интеграцию машиностроительных САПР и CALS-технологии; объединить объектно-ориентированные графические технологии с современными аналитическими возможностями; применять математические и графоаналитические методы для определения некоторых характеристик;
- выбирать методы разработки математической модели машины (механизма) и её анализа, позволяющие решить задачу повышения производительности, долговечности и надёжности, технологичности и низкой материалоемкости; получать математическую модель технологического оборудования и процессов методом конечных элементов и методом прямой аналогии; проводить анализ динамического качества технологического оборудования и процессов по математической модели на ЭВМ

Должен владеть:

- методами решения конкретных инженерных задач, возникающих при обработке материалов: выбора материала и способа получения заготовки, выбора инструментальных материалов, геометрических параметров инструмента, режимов обработки, состава СОТС; расчета усилий при обработке, расчета температуры контакта, стойкости и расхода инструмента;
- профессиональными навыками, необходимыми разработчику современных технологических процессов; методами выбора рациональных способов эксплуатации технических систем; методами работы с системами автоматизированного проектирования классов CAD, CAM, PDM и CAE;
- приёмами формализации свойств изучаемого объекта для получения новой информации о нем в результате вычислительного эксперимента с помощью ЭВМ; навыками анализа статики и динамики технологического оборудования и процессов по математической модели на ЭВМ.

Должен демонстрировать способность и готовность:

- решения конкретных инженерных задач, возникающих в процессе формообразования;
- использования систем автоматизированного проектирования в процессе решения инженерных задач;
- создания адекватной математической модели физических процессов и её анализ.

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

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.ОД.9 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 15.03.05 "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств (Технология машиностроения)" и относится к обязательным дисциплинам. Осваивается на 3, 4 курсах в 5, 6, 7 семестрах.

## 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 16 зачетных(ые) единиц(ы) на 576 часа(ов).

Контактная работа - 138 часа(ов), в том числе лекции - 52 часа(ов), практические занятия - 16 часа(ов), лабораторные работы - 70 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 330 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 108 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен в 5 семестре; экзамен в 6 семестре; экзамен в 7 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. Процессы формообразования литьём	5	3	0	0	10
2.	Тема 2. Процессы формообразования давлением	5	3	0	0	10
3.	Тема 3. Процессы формообразования резанием	5	12	0	36	35
4.	Тема 4. Процессы формообразования изделий из минералов	5	0	0	0	49
5.	Тема 5. Процессы формообразования изделий из полимерных материалов	5	0	0	0	47
6.	Тема 6. Процессы формообразований изделий из композитных материалов	5	0	0	0	47
7.	Тема 7. Структура систем автоматизированного проектирования	6	12	0	0	10
8.	Тема 8. Основные САПР в машиностроении	6	4	0	0	10
9.	Тема 9. CAD-системы	6	0	6	6	15
10.	Тема 10. CAM-системы	6	0	6	6	15
11.	Тема 11. CAE-системы	6	0	4	4	10
12.	Тема 12. Математическое моделирование в машиностроении	7	9	0	9	10
13.	Тема 13. Использование математических моделей для инженерных расчётов	7	9	0	9	10

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
14.	Тема 14. Имитационное моделирование	7	0	0	0	20
15.	Тема 15. Метод конечно-элементного анализа моделей	7	0	0	0	20
16.	Тема 16. Анализ статике и динамики процессов формообразования с использованием САПР	7	0	0	0	12
	Итого		52	16	70	330

## 4.2 Содержание дисциплины (модуля)

### Тема 1. Процессы формообразования литьём

Виды заготовок в машиностроении. Ознакомление с документацией, определяющей маршрут и операции изготовления детали и сборок.

Изучение основных терминов и определений по ГОСТ 3.1109-82 "ЕСТД. Термины и определения основных понятий". Способы получения заготовок в машиностроении.

Получение заготовок методом литья. Виды литья, последовательность производства заготовок литьём, свойства литейных материалов, основные литейные сплавы, требования к конструкции заготовок, получаемых литьём

### Тема 2. Процессы формообразования давлением

Получение заготовок методом обработки металлов давлением. Изучение ГОСТ 18296-72 "Обработка поверхностным пластическим деформированием. Термины и определения". Изучение ГОСТ 18970-84 "Обработка металлов давлением. Операции ковки и штамповки. Термины и определения". Разделительные и формообразующие операции давлением

### Тема 3. Процессы формообразования резанием

Изучение основ процесса резания. Изучение ГОСТ 25762-83 "Обработка резанием. Термины, определения и обозначения общих понятий". Изучение типов обработки резанием, тепловых, силовых и колебательных процессов, протекающих при резании. Система СПИД

Оборудование для обработки металлов резанием. Классификатор станков по массе, по степени автоматизации, по классу точности, по степени специализации, по типу обработки.

Основы технологической оснастки. Основные разновидности и классификации станочных приспособлений, инструмент. Виды и назначение смазочно-охлаждающих технологических систем.

### Тема 4. Процессы формообразования изделий из минералов

Получение столов из гранита, рубиновых наконечников и осей, получение технических алмазов и формирование из них шлифовальных кругов, создание линз оптических приборов из кварцитов. Использование распила, склейки, полировки, создание сложных архитектурных элементов, шлифовка, состаривание, бучардирование

### Тема 5. Процессы формообразования изделий из полимерных материалов

Описать различные термопласты и реактопласты на примерах. Технология получения ABS пластиков их применение, PLA, поли-винил-хлорид пластики, Гетенакс, Текстолит, Полиэтилены (ПНД и ПВД), Пенопласты, Фторопласты, Оргстекло, Полиуретаны и пенополиуретаны и др. Литьё, экструзия, прессование, виброформование, вспенивание, отливка, сварка, вакуумная формовка и пр.

### Тема 6. Процессы формообразований изделий из композитных материалов

Суть композитных материалов, основные способы получения, способы обработки и основные изделия из композитных материалов. Преимущества и недостатки композитных материалов. Особенности покраски различных материалов, порошковые покрытия, виды покрытий и их назначение (оцинковка, меднение и т.д.) . Методы нанесения (распыление, анодирование, гальваника и пр.)

### Тема 7. Структура систем автоматизированного проектирования

Состав и виды обеспечения САПР. Назначение CAD/CAM/CAE/PDM/PLM и прочих систем, их роль и возможности в машиностроении, признаки характерные для САПР. САПР в компьютерно-интегрированном производстве

САПР как объект проектирования. Принципы проектирования САПР, этапы решения задач с использованием ЭВМ. Сущность САПР и типы задач, решаемых в них.

Типовые решения в САПР. Множества локальных типовых решений, групповой метод и метод унифицированного технологического процесса в PDM системах.

## **Тема 8. Основные САПР в машиностроении**

Устройство и основные возможности существующих систем автоматизированного проектирования. Отличие и возможности. Метод анализа и синтеза в САПР ТП.

Расчет технологических размерных цепей с применением ЭВМ.

Виды оптимизации в САПР. Критерии оптимизации, симплекс-метод, геометрический метод.

Лингвистическое и техническое обеспечение САПР.

Pro/ENGINEER

КОМПАС, ВЕРТИКАЛЬ.

NX

CATIA

Tecnomatix

SprutCAM

AutoCAD, ADEM

T-flex

Teamcenter

## **Тема 9. CAD-системы**

Современные использование программного обеспечения CAD-решений:

системы верхнего уровня -CAD/CAM Unigraphics;

комплексы на среднем уровне - Solid Edge;

нижнеуровневые системы - AutoCAD и другие.

Программы интеграции с Pro/Engineer, SolidWorks, TeamCenter, Inventor, другими продуктами. Основные файлы передачи

## **Тема 10. CAM-системы**

CAM системы, купить которые предлагает современный рынок, условно принято делить на три категории:

системы верхнего уровня (как, например, Unigraphics);

системы среднего уровня (пример - Solid Edge);

и системы нижнего уровня (AutoCAD).

SprutCAM, DelCAM, TEBIS, отличие интегрированных CAM решений от самостоятельных.

## **Тема 11. CAE-системы**

ABAQUS - универсальная система КЭ анализа с встроенным пре-/постпроцессором;

ADAMS - система моделирования и расчёта многотельной динамики;

ANSYS - универсальная система КЭ анализа с встроенным пре-/постпроцессором;

APM WinMachine 2010 - отечественная универсальная система для проектирования и расчета в области машиностроения, включающая КЭ анализ с встроенным пре-/постпроцессором;

APM Civil Engineering 2010 - отечественная универсальная система КЭ анализа с встроенным пре-/постпроцессором для проектирования и расчета металлических, железобетонных, армокаменных и деревянных конструкций;

Autodesk Simulation - комплекс универсальных систем КЭ анализа со встроенными пре-/постпроцессорами (в комплекс входят Autodesk Simulation CFD - программа вычислительной гидрогазодинамики, Autodesk Simulation Mechanical - программа для механического и теплового анализа изделий и конструкций, Autodesk Simulation MoldFlow - программа моделирования процесса литья пластмассовых изделий под давлением);

ётов. \* Распространяется на условиях

## **Тема 12. Математическое моделирование в машиностроении**

ФРУНД - комплекс моделирования динамики систем твёрдых и упругих тел;

MBDyn - система комплексного анализа и расчётов нелинейной динамики твёрдых и упругих тел, физических систем, "умных" материалов, электрических сетей, активного управления, гидравлических сетей, аэродинамики самолётов и вертолётов.

## **Тема 13. Использование математических моделей для инженерных расчётов**

SimulationX - программный комплекс для моделирования и анализа динамики и кинематики автомобилей, промышленного оборудования, электро-, пневмо- и гидроприводов, ДВС, гибридных двигателей и т. д.

STAR-CD - универсальная система МКО анализа с пре-/постпроцессором;

STAR-CCM+ - универсальная система МКО анализа с пре-/постпроцессором;

T-FLEX Анализ - универсальная система КЭ анализа с встроенным пре-/постпроцессором;

CAElinux - дистрибутив операционной системы Линукс, включающий в себя ряд свободных CAE-программ, в том числе OpenFOAM и SALOME.

Универсальный механизм (UM) - программный комплекс предназначен для моделирования динамики и кинематики плоских и пространственных механических систем;

#### **Тема 14. Имитационное моделирование**

MSC.Nastran - универсальная система КЭ анализа с пре-/постпроцессором MSC.Patran;

NEiNastran - универсальная программная система конечно-элементного анализа;

NX Nastran - универсальная система МКЭ анализа;

QForm 2D/3D - специализированный программный комплекс для моделирования и оптимизации технологических процессов объёмной штамповки;

#### **Тема 15. Метод конечно-элементного анализа моделей**

ESAComp - программная система конечно-элементных расчетов тонкостенных многослойных пластин и оболочек;

EULER (Эйлер) - программный комплекс автоматизированного динамического анализа многокомпонентных механических систем;

FEM-models - программный комплекс для моделирования и анализа методом конечных элементов.

Специализация программы - геотехнические расчеты, совместные расчеты систем здание-основание;

Femap - независимый от САПР пре- и постпроцессор для проведения инженерного анализа методом конечных элементов;

АСОНИКА - Автоматизированная система обеспечения надёжности и качества аппаратуры (комплекс подсистем моделирования радиоэлектронной аппаратуры методом МКЭ и МКР);

CAE Fidesys - универсальная система КЭ анализа с встроенным пре-/постпроцессором;

HyperWorks (HyperMesh, RADIOSS, OptiStruct, AcuSolve и др.) - универсальная программная платформа систем конечно-элементного анализа;

Moldex3D - программная система конечно-элементного моделирования литья армированных пластмасс под давлением;

#### **Тема 16. Анализ статики и динамики процессов формообразования с использованием САПР**

OpenFOAM - свободно-распространяемая универсальная система КО пространственного моделирования механики сплошных сред;

SALOME - платформа для проведения расчётов MCC (подготовка данных - мониторинг расчёта - визуализация и анализ результатов);

SolidWorks Simulation - семейство расчетных пакетов в среде SolidWorks (прочность, динамика, тепло, частотный анализ, газо-гидродинамика и пр.);

SAMCEF - универсальная система КЭ анализа с пре-постпроцессором SAMCEF Field;

Simmakers CAE Platform - программная платформа для выполнения численного моделирования физических и технологических процессов со встроенным пре-/постпроцессором.

### **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
Этап	Форма контроля	Оцениваемые компетенции	Темы (разделы) дисциплины
<b>Семестр 5</b>			
	<b>Текущий контроль</b>		
1	Лабораторные работы	ПК-1 , ПК-2	3. Процессы формообразования резанием
2	Устный опрос	ПК-2 , ПК-1	1. Процессы формообразования литьём 2. Процессы формообразования давлением
3	Презентация	ПК-2 , ПК-1	4. Процессы формообразования изделий из минералов 5. Процессы формообразования изделий из полимерных материалов 6. Процессы формообразований изделий из композитных материалов
	<b>Экзамен</b>	ПК-1, ПК-2	
<b>Семестр 6</b>			
	<b>Текущий контроль</b>		
1	Лабораторные работы	ПК-2 , ПК-1	8. Основные САПР в машиностроении
2	Устный опрос	ПК-2 , ПК-1	7. Структура систем автоматизированного проектирования
3	Презентация	ПК-2 , ПК-1	9. CAD-системы 10. CAM-системы 11. CAE-системы
	<b>Экзамен</b>	ПК-1, ПК-2	
<b>Семестр 7</b>			
	<b>Текущий контроль</b>		
1	Лабораторные работы	ПК-2 , ПК-1	12. Математическое моделирование в машиностроении
2	Устный опрос	ПК-2 , ПК-1	13. Использование математических моделей для инженерных расчётов 15. Метод конечно-элементного анализа моделей 16. Анализ статике и динамики процессов формообразования с использованием САПР
3	Презентация	ПК-2 , ПК-1	14. Имитационное моделирование
<b>6.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания</b>			

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
Семестр 5					
Текущий контроль					
Лабораторные работы	Оборудование и методы использованы правильно. Проявлена превосходная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения полностью освоены. Результат лабораторной работы полностью соответствует её целям.	Оборудование и методы использованы в основном правильно. Проявлена хорошая теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения в основном освоены. Результат лабораторной работы соответствует её целям.	Оборудование и методы частично использованы правильно. Проявлена удовлетворительная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения частично освоены. Результат лабораторной работы частично соответствует её целям.	Оборудование и методы использованы неправильно. Проявлена неудовлетворительная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения не освоены. Результат лабораторной работы не соответствует её целям.	1

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
Устный опрос	В ответе качественно раскрыто содержание темы. Ответ хорошо структурирован. Прекрасно освоен понятийный аппарат. Продemonстрирован 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. Продemonстрирован 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.	2
Презентация	Превосходный уровень владения материалом. Высокий уровень доказательности, наглядности, качества преподнесения информации. Степень полноты раскрытия материала и использованные решения полностью соответствуют задачам презентации. Используются надлежащие источники и методы.	Хороший уровень владения материалом. Средний уровень доказательности, наглядности, качества преподнесения информации. Степень полноты раскрытия материала и использованные решения в основном соответствуют задачам презентации. Используются источники и методы в основном соответствуют поставленным задачам.	Удовлетворительный уровень владения материалом. Низкий уровень доказательности, наглядности, качества преподнесения информации. Степень полноты раскрытия материала и использованные решения слабо соответствуют задачам презентации. Используются источники и методы частично соответствуют поставленным задачам.	Неудовлетворительный уровень владения материалом. Неудовлетворительный уровень доказательности, наглядности, качества преподнесения информации. Степень полноты раскрытия материала и использованные решения не соответствуют задачам презентации. Используются источники и методы не соответствуют поставленным задачам.	3
Экзамен	Обучающийся обнаружил всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоил основную литературу и знаком с дополнительной литературой, рекомендованной программой дисциплины, усвоил взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии, проявил творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала.	Обучающийся обнаружил полное знание учебно-программного материала, успешно выполнил предусмотренные программой задания, усвоил основную литературу, рекомендованную программой дисциплины, показал систематический характер знаний по дисциплине и способен к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.	Обучающийся обнаружил знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справился с выполнением заданий, предусмотренных программой, знаком с основной литературой, рекомендованной программой дисциплины, допустил погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладает необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.	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.	

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
Семестр 6					
Текущий контроль					
Лабораторные работы	Оборудование и методы использованы правильно. Проявлена превосходная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения полностью освоены. Результат лабораторной работы полностью соответствует её целям.	Оборудование и методы использованы в основном правильно. Проявлена хорошая теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения в основном освоены. Результат лабораторной работы в основном соответствует её целям.	Оборудование и методы частично использованы правильно. Проявлена удовлетворительная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения частично освоены. Результат лабораторной работы частично соответствует её целям.	Оборудование и методы использованы неправильно. Проявлена неудовлетворительная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения не освоены. Результат лабораторной работы не соответствует её целям.	1
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.	2
Презентация	Превосходный уровень владения материалом. Высокий уровень доказательности, наглядности, качества преподнесения информации. Степень полноты раскрытия материала и использованные решения полностью соответствуют задачам презентации. Используются надлежащие источники и методы.	Хороший уровень владения материалом. Средний уровень доказательности, наглядности, качества преподнесения информации. Степень полноты раскрытия материала и использованные решения в основном соответствуют задачам презентации. Используются источники и методы в основном соответствуют поставленным задачам.	Удовлетворительный уровень владения материалом. Низкий уровень доказательности, наглядности, качества преподнесения информации. Степень полноты раскрытия материала и использованные решения слабо соответствуют задачам презентации. Используются источники и методы частично соответствуют поставленным задачам.	Неудовлетворительный уровень владения материалом. Неудовлетворительный уровень доказательности, наглядности, качества преподнесения информации. Степень полноты раскрытия материала и использованные решения не соответствуют задачам презентации. Используются источники и методы не соответствуют поставленным задачам.	3

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
<b>Экзамен</b>	Обучающийся обнаружил всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоил основную литературу и знаком с дополнительной литературой, рекомендованной программой дисциплины, усвоил взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии, проявил творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала.	Обучающийся обнаружил полное знание учебно-программного материала, успешно выполнил предусмотренные программой задания, усвоил основную литературу, рекомендованную программой дисциплины, показал систематический характер знаний по дисциплине и способен к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.	Обучающийся обнаружил знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справился с выполнением заданий, предусмотренных программой, знаком с основной литературой, рекомендованной программой дисциплины, допустил погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладает необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.	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.	
<b>Семестр 7</b>					
<b>Текущий контроль</b>					
Лабораторные работы	Оборудование и методы использованы правильно. Проявлена превосходная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения полностью освоены. Результат лабораторной работы полностью соответствует её целям.	Оборудование и методы использованы в основном правильно. Проявлена хорошая теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения в основном освоены. Результат лабораторной работы в основном соответствует её целям.	Оборудование и методы частично использованы правильно. Проявлена удовлетворительная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения частично освоены. Результат лабораторной работы частично соответствует её целям.	Оборудование и методы использованы неправильно. Проявлена неудовлетворительная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения не освоены. Результат лабораторной работы не соответствует её целям.	1
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.	2

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
Презентация	Превосходный уровень владения материалом. Высокий уровень доказательности, наглядности, качества преподнесения информации. Степень полноты раскрытия материала и использованные решения полностью соответствуют задачам презентации. Использованы надлежащие источники и методы.	Хороший уровень владения материалом. Средний уровень доказательности, наглядности, качества преподнесения информации. Степень полноты раскрытия материала и использованные решения в основном соответствуют задачам презентации. Использованные источники и методы в основном соответствуют поставленным задачам.	Удовлетворительный уровень владения материалом. Низкий уровень доказательности, наглядности, качества преподнесения информации. Степень полноты раскрытия материала и использованные решения слабо соответствуют задачам презентации. Использованные источники и методы частично соответствуют поставленным задачам.	Неудовлетворительный уровень владения материалом. Неудовлетворительный уровень доказательности, наглядности, качества преподнесения информации. Степень полноты раскрытия материала и использованные решения не соответствуют задачам презентации. Использованные источники и методы не соответствуют поставленным задачам.	3
Экзамен	Обучающийся обнаружил всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоил основную литературу и знаком с дополнительной литературой, рекомендованной программой дисциплины, усвоил взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии, проявил творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала.	Обучающийся обнаружил полное знание учебно-программного материала, успешно выполнил предусмотренные программой задания, усвоил основную литературу, рекомендованную программой дисциплины, показал систематический характер знаний по дисциплине и способен к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.	Обучающийся обнаружил знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справился с выполнением заданий, предусмотренных программой, знаком с основной литературой, рекомендованной программой дисциплины, допустил погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладает необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.	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 5

##### Текущий контроль

##### 1. Лабораторные работы

##### Тема 3

- 1 Токарная операция. Сущность, элементы токарного оборудования, приспособлений, инструмента.
- 2 Основные операции по наладке станка. Инструмент для обработки на токарных станках.
- 3 Сверлильная операция. Сущность, элементы оборудования, инструменты, приспособления, приёмы наладки и работы. Шлифование.
4. Сущность, элементы оборудования, инструменты, приспособления, приёмы наладки и работы.

5. Электрофизические и электрохимические виды обработки.
6. Прогрессивные способы чистовой обработки на металлорежущих станках.
7. Зубообработка. Черновые и получистовые операции зубообработки: зубодолбление, зубострогание, зуботочение, зубофрезерование, зубонакатка.
8. Чистовые операции обработки зубчатого венца: зубошлифование, зубошвевенгование, зубозонингование, зубопритирка и т.д.
9. Резьбообработка. Процессы, инструмент и оборудования для ручной и механической обработки резьбовых поверхностей. Резьботочение, резьбонарезание, резьбонакатывание, резьбошлифование, резьбофрезерование.
10. Фрезерная операция. Сущность, элементы фрезерного оборудования, приспособлений, инструмента. Основные операции по наладке станка. Инструмент для обработки на фрезерных станках. Понятие обрабатываемого центра, возможности и отличия от прочих станков.
11. Строгальные, долбежные, протяжные станки и операции. Инструмент, особенности использования операций в производстве, их назначение. Разрезные станки и операции, инструмент и способы наладки оборудования

## **2. Устный опрос**

Темы 1, 2

1. Виды заготовок в машиностроении
2. Литьё, основные способы литья
3. Последовательность производства отливок
4. Основные процессы при литье (свойства литейных материалов)
5. Требования к конструкции отливок
6. Обработка металлов давлением, общие понятия по ГОСТ 18970-84
7. Разделительные операции давлением
8. Формоизменяющие операции давлением
9. Обработка поверхностным пластическим деформированием, общие понятия по ГОСТ 18296-72
10. Методы обработки поверхностным пластическим деформированием
11. Пайка, сварка, нанесение покрытия, склеивание

## **3. Презентация**

Темы 4, 5, 6

1. Композитные материалы (основные способы получения, способы обработки и основные изделия. Преимущества и недостатки.)
2. Пластики (виды и способы получения, механические свойства)
3. Неметаллические заготовки (Особенности обработки, получения и применения изделий из древесины, мдф, камня, керамики, стекла, стекловолокна, базальтового волокна, эпоксидных смол, арамидных волокон, резины, углеродных волокна, эбонита и т.д)
4. Методы обработки пластиков
5. Пайка, сварка, склеивание (Физические принципы и особенности применения)
6. Термообработка (виды, назначение)
7. Нанесение покрытий (назначение, способы, оборудование и процессы)
8. Химические растворы (основные химические реагенты, назначение, способы нанесения )
9. Получение детали типа шатун, рычаг, вилка, кулак, кронштейн, звездочка.
10. Транспортные операции (виды перевозок, типы тары, способы транспортировки и укладки заготовок и деталей)
11. Чертежи деталей. (Особенности простановки размеров. Технологическая, конструкторская и измерительная базы. Основные технические требования к различным деталям, получаемым после механической обработки)

## **Экзамен**

Вопросы к экзамену:

1. Виды заготовок в машиностроении
2. Литьё, основные способы литья
3. Последовательность производства отливок
4. Основные процессы при литье (свойства литейных материалов)
5. Разделительные операции давлением
6. Формоизменяющие операции давлением
7. Методы обработки поверхностным пластическим деформированием
8. Процессы, происходящие с металлом в процессе обработки давлением
9. Подготовка заготовок механической обработкой (торцефрезерные, разрезные и прочие)
10. Сварные заготовки, порошковые ( в каких случаях применяют, особенности методов)
11. Операции получения заготовок плазмой, лазером, гидроабразивом.
12. Композитные материалы (основные способы получения, способы обработки и основные изделия. Преимущества и недостатки.)
13. Пластики (виды и способы получения, механические свойства)

14. Неметаллические заготовки (Особенности обработки, получения и применения изделий из древесины, мдф, камня, керамики, стекла, стекловолокна, базальтового волокна, эпоксидных смол, арамидных волокон, резины, углеродных волокна, эбонита и т.д)
15. Методы обработки пластиков
16. Пайка, сварка, склеивание (Физические принципы и особенности применения)
17. Термообработка (виды, назначение)
18. Нанесение покрытий (назначение, способы, оборудование и процессы)
19. Химические растворы (основные химические реагенты, назначение, способы нанесения )
20. Получение детали типа шатун, рычаг, вилка, кулак, кронштейн, звездочка.
21. Транспортные операции (виды перевозок, типы тары, способы транспортировки и укладки заготовок и деталей)
22. Чертежи деталей. (Особенности простановки размеров. Технологическая, конструкторская и измерительная базы. Основные технические требования к различным деталям, получаемым после механической обработки)
23. Станки для обработки резанием
24. Виды обработки резанием, Контроль размеров
25. Точение(процесс, оборудование, оснастка, инструмент)
26. Сверлильная операция (процесс, оборудование, оснастка, инструмент)
27. Шлифование (процесс, оборудование, оснастка, инструмент)
28. Электрохимическая и электрофизическая обработка
29. Зубообработка
30. Резьбообработка
31. Фрезерование
32. Протягивание, строгание
33. Разрезные операции, долбление
34. Контактные явления в процессе резания. Условия и процесс наростообразования. Роль нароста в процессе резания.
35. Типы стружек, образующиеся при различных условиях резания
36. Составляющие силы резания при точении, их формулы. Влияние факторов на силы при точении, работа и мощность резания.
37. Тепловой баланс в зоне резания.
38. Формирование остаточных напряжений, их влияние на работоспособность деталей машин
39. Влияние режимов резания и геометрии резцов на шероховатость обработанной поверхности.
40. Технологические критерии износа режущих инструментов.
41. Развитие очагов износа на рабочих поверхностях проходного резца, зависимость "износ- время".
42. Воздействие СОЖ на зону резания, характеристика способов её подвода в зону резания, классификация СОЖ.
43. Характеристики качества обработанной поверхности. Влияние отдельных факторов на глубину и степень наклёпа.
44. Зоны пластических деформаций в процессе резания.

## **Семестр 6**

### **Текущий контроль**

#### **1. Лабораторные работы**

##### **Тема 8**

1. Создание трёхмерной модели в NX-CAD
2. Сборка NX-CAD
3. PMI и создание чертежей в NX-CAD
4. Создание обработки в NX-CAM
5. Базовые инженерные задачи в NX-CAE
6. Решение оптимизационных задач Microsoft Excel
7. Симуляция обработки на станке в SinuTrain
8. PLM система Teamcenter
9. Имитационное моделирование в Tecnomatix Plant simulation
10. САПР ТП ТехноПРО
11. Симуляция работы с роботом в KUKA Sim Pro

#### **2. Устный опрос**

##### **Тема 7**

1. Общая характеристика САПР, понятие жизненного цикла с точки зрения САПР. Целевое назначение САПР
2. Состав и виды обеспечения САПР. Назначение CAD/CAM/CAE/PDM/PLM и прочих систем, их роль и возможности в машиностроении, признаки характерные для САПР. САПР в компьютерно-интегрированном производстве
3. САПР как объект проектирования. Принципы проектирования САПР, этапы решения задач с использованием ЭВМ. Сущность САПР и типы задач, решаемых в них.

4. Типовые решения в САПР. Множества локальных типовых решений, групповой метод и метод унифицированного технологического процесса в PDM системах.
5. Методики автоматизированного проектирования ТП. Прямое документирование, метод синтеза, метод анализа.
6. Системное проектирование ТП. Стратегии проектирования ТП: линейная, циклическая, адаптивная.
7. Математические модели в САПР. Функциональные модели, структурно-логические модели и т.д., информационное обеспечение САПР.
8. Метод анализа и синтеза в САПР ТП.
9. Расчет технологических размерных цепей с применением ЭВМ.
10. Виды оптимизации в САПР. Критерии оптимизации, симплекс-метод, геометрический метод.
11. Лингвистическое и техническое обеспечение САПР.

### **3. Презентация**

Темы 9, 10, 11

1. Pro/ENGINEER
2. КОМПАС, ВЕРТИКАЛЬ.
3. Tebis
4. NX
5. CATIA
6. Tecnomatix
7. SprutCAM, DELCAM,
8. AutoCAD, ADEM
9. T-flex
10. Teamcenter

### **Экзамен**

Вопросы к экзамену:

1. Общая характеристика САПР ТП.
2. Состав и виды обеспечения САПР ТП.
3. САПР как объект проектирования.
4. Типовые решения в САПР ТП.
5. Методики автоматизированного проектирования ТП.
6. САПР в компьютерно-интегрированном производстве.
7. Системное проектирование ТП.
8. Стратегии проектирования ТП.
9. Структурно-логические математические модели в САПР ТП.
10. Функциональные модели в САПР ТП.
11. Метод анализа в САПР ТП.
12. Метод синтеза в САПР ТП
13. Расчет технологических размерных цепей с применением ЭВМ.
14. Оптимизация ТП в САПР ТП.
15. Информационное обеспечение САПР
16. Организация информационного фонда на ЭВМ с использованием баз данных.
17. Лингвистическое обеспечение САПР ТП.
18. Техническое обеспечение САПР ТП.
19. Pro/ENGINEER
20. КОМПАС, ВЕРТИКАЛЬ.
21. NX
22. CATIA
23. Tecnomatix
24. SprutCAM
25. AutoCAD, ADEM
26. T-flex
27. Teamcenter

### **Семестр 7**

#### **Текущий контроль**

##### **1. Лабораторные работы**

Тема 12

1. Разработка математической модели и анализ свойств транспортной системы - шагового конвейера
2. Разработка математической модели и анализ свойств погрузочно-разгрузочного устройства
3. Разработка математической модели взаимодействия устройств и оборудования в ГПМ
4. Разработка математической модели и анализ свойств металлорежущего оборудования
5. Разработка математической модели и анализ свойств процесса механической обработки конкретной детали

6. Преобразование Лапласа, перевод системы обыкновенных дифференциальных уравнений в область изображений, решение задачи в изображениях, перевод решения в область оригиналов методом разложения, собственные частоты системы, Получение уравнения переходного процесса, преобразование Фурье, исследование вынужденных колебаний.
7. Особенности моделирования механических процессов.
8. Особенности моделирования тепловых процессов.
9. Особенности моделирования гидравлических процессов.
10. Особенности моделирования процессов резания.
11. Особенности моделирования качества поверхностного слоя после механической обработки.

## **2. Устный опрос**

Темы 13, 15, 16

1. Роль прикладных исследований. Классификация математических моделей. Требования к математическим моделям.
2. Особенности моделирования процессов и оборудования.
3. Этапы прикладных исследований. Основные этапы разработки математических моделей.
4. Общее представление о динамическом качестве. Основные показатели качества технологического оборудования.
5. Основные элементы динамической системы технологического оборудования, их взаимодействие.
6. Представление о технологической системе оборудования.
7. Модели рабочих процессов.
8. Уровни моделирования. Микроуровень, макроуровень, метакуровень моделирования процессов в технологическом оборудовании.
9. Разработка математической модели макроуровня на основе уравнения Лагранжа и принципа Д'Аламбера.
10. Разработка математической модели макроуровня методом прямой аналогии.

## **3. Презентация**

Тема 14

1. Компонентные уравнения элементов эквивалентной схемы и их аналоги в разнородных подсистемах.
2. Построение графа системы, элементы графа, построение топологических уравнений на основе информации матрицы контуров и сечений (M) и матрицы инцидентий (A).
3. Собственные частоты системы, формы колебаний системы, явление резонанса, динамическая податливость системы
4. Частотные характеристики, график переходного процесса в системе, критерии устойчивости.
5. Получение уравнений статики, точные методы решения систем линейных алгебраических уравнений (метод Гаусса и его разновидности, метод Крамера).
6. Приближенные методы решения нелинейных алгебраических уравнений (метод итераций, метод Ньютона).
7. Решение однородной и неоднородной систем обыкновенных дифференциальных уравнений.
8. Точные, приближенные методы решений, обыкновенных дифференциальных уравнений.
9. Компьютерные средства реализации методов решения. Операторный способ. Модальный анализ. Численные методы решения системы дифференциальных уравнений (методы Эйлера, метод Рунге-Кутты, явные и неявные методы численного решения системы дифференциальных уравнений).
10. Частотный анализ динамики (частотные методы исследования устойчивости Раусса, Михайлова, Гурвица, Найквиста).

## **Экзамен**

Вопросы к экзамену:

1. Что понимается под объектом моделирования?
2. Что такое гипотеза в моделировании?
3. Дайте определение модели.
4. Что такое математическая модель?
5. Приведите пример аналогии в физических процессах.
6. Дайте классификацию процессов как объектов моделирования.
7. Чем отличаются стохастические процессы от детерминированных?
8. Опишите постановку задачи моделирования в общем виде.
9. Дайте общую классификацию математических моделей.
10. Какова структура модели математического программирования?
11. Что понимают под структурно-параметрическим описанием объекта моделирования?
12. В чем состоит различие между линейными и нелинейными моделями?
13. В каких случаях используется корреляционный коэффициент, а в каких – корреляционное отношение как критерий адекватности модели?
14. Дайте классификацию моделируемых процессов по характеру их протекания.
15. Перечислите основные этапы построения математической модели.
16. Опишите метод активного и пассивного эксперимента. Чем они отличаются?

17. Какой математический аппарат используется при синтезе математических моделей детерминированных процессов?
18. Какие системы относят к системам с распределенными параметрами?
19. Что такое сплошная среда?
20. Каким уравнением в частных производных моделируется процесс теплопереноса?
21. В чем состоит идея метода аналогий?
22. Опишите экспериментально-статистический метод моделирования.
23. Модели каких процессов описываются дифференциальными уравнениями?
24. Сформулируйте, в чем заключается задача регрессионного анализа.
25. Какую величину называют случайной? Опишите основные типы случайных величин.
26. Что такое закон распределения случайной величины?
27. Назовите виды регрессионных зависимостей.
28. Какая характеристика служит для оценки качества линейной модели? Какие она может принимать значения?
29. Опишите суть метода наименьших квадратов.
30. Какая характеристика служит для оценки качества нелинейной модели? Какие она может принимать значения?
31. Что такое корреляция? Какие виды корреляции вы знаете?
32. Как строится линия регрессии?
33. Опишите метод построения гистограммы.
34. В чем заключается содержательный анализ остатков модели?
35. Сформулируйте задачу безусловной оптимизации.
36. Каковы необходимые и достаточные условия оптимальности в задачах одномерной безусловной оптимизации?
37. В чем состоит свойство унимодальности функций?
38. Сформулируйте утверждение, на которое опираются все методы одномерной минимизации.
39. Опишите алгоритм, позволяющий найти начальный отрезок локализации минимума.
40. Назовите преимущества и недостатки методов дихотомии, Фибоначчи и золотого сечения.
41. В чем состоит суть интерполяционных методов минимизации?
42. Дайте определение направления убывания. Сформулируйте необходимые и достаточные условия направления убывания.
43. В чем состоит общая идея методов спуска? Укажите хотя бы один метод, являющийся методом спуска.
44. Что такое моно- и мультимодальные функции?
45. Определите хотя бы один отрезок унимодальности функции  $f(x) = x - 2x^2 + 0,2x^5$ .
46. Минимизируйте функцию  $f(x) = 3x^2 + 12/x^3 - 5$  на отрезке  $0,5 \leq x \leq 2,5$ , используя а) метод дихотомии, б) метод золотого сечения, в) метод Фибоначчи, г) метод парабол. В каждом случае проведите по четыре вычисления значений функции. Сравните результирующие отрезки локализации минимума.
47. Дана функция Розенброка  $f(x) = 100(x_2 - (x_1)^2)^2 + (1 - x_1)^2$  и начальная точка  $x(0) = (-1, 2; 0)$ . Найдите точку локального минимума этой функции, пользуясь методом покоординатного спуска, с точностью до 0,2.
48. В процессе поиска точки минимума функции Розенброка (см. предыдущее упражнение) получены две первые точки  $x(0) = (-1, 2; 1)$ ,  $x(1) = (-1, 3; 1, 07)$ . Определите направление поиска из точки  $x(1)$ , пользуясь следующими градиентными методами: а) методом наискорейшего спуска, б) методом Ньютона.
49. Сформулируйте общую задачу оптимизации.
50. Дайте определение следующих понятий: целевая функция, допустимое множество, допустимая точка, решение задачи оптимизации.
51. Перечислите основные этапы реализации оптимизационной задачи.
52. Охарактеризуйте основные направления применения методов оптимизации в инженерной деятельности.
53. Приведите примеры оптимизационных задач из практики.
54. Дайте классификацию задач оптимизации.
55. В чем отличие локального минимума от глобального? Проиллюстрируйте примером.
56. Дайте определение строгого минимума.
57. Сформулируйте теорему Вейерштрасса о существовании решения задачи оптимизации.
58. Что понимается под характеристиками задачи оптимизации?
59. В чем состоит общая суть всех критериев оптимальности допустимой точки?
60. Укажите все глобальные и локальные экстремумы (если они существуют) следующих функций: а)  $f = (2 - x)(x + 1)^2$ ; б)  $f = \ln(x^2 + 1)$ ; в)  $f = x - 2\sin x^2$ .
61. Сформулируйте общую задачу линейного программирования.
62. Чем отличается основная задача линейного программирования от общей?
63. Чем отличается общая задача линейного программирования от канонической?
64. Всегда ли общую задачу линейного программирования можно привести к канонической форме? Опишите метод приведения общей задачи к каноническому виду.
65. Какие ограничения называют жесткими (нежесткими)?

66. Приведите примеры существенных и несущественных ограничений.
67. Чем отличается выпуклый многогранник от выпуклого многогранного множества?
68. Дайте определение угловой точки выпуклого многогранного множества.
69. Сформулируйте основную теорему линейного программирования.
70. В чем заключается первая геометрическая интерпретация задачи линейного программирования?
71. В чем состоит идея геометрического метода решения задачи линейного программирования? Для каких задач он применим?
72. В чем заключается вторая геометрическая интерпретация задачи линейного программирования?
73. Дайте определения следующих понятий: опорная точка (опорный план) допустимого множества, базис опорной точки, базисные переменные.
74. Дайте определение двойственной задачи линейного программирования.
75. Каким свойством обладает отношение двойственности?
76. Перечислите основные свойства пары двойственных задач (теоремы двойственности).
77. Каково практическое значение теорем двойственности?
78. Какая из теорем двойственности является критерием оптимальности для задач линейного программирования и в чем ее суть?
79. Дайте содержательную формулировку и математическую постановку транспортной задачи?
80. Что такое условие баланса и какова его роль в транспортных задачах?
81. Сформулируйте задачу целочисленного линейного программирования.
82. Сформулируйте задачу о рюкзаке. К какому классу задач целочисленного программирования она относится?
83. Сформулируйте задачу о коммивояжере. К какому классу задач целочисленного программирования она относится?
84. В чем состоит суть задачи раскроя?
85. Для каких оптимизационных задач применяется метод динамического программирования?
86. В чем заключается суть метода динамического программирования?
87. Сформулируйте принцип оптимальности Беллмана.
88. Дайте понятие идентификации в широком и узком смысле.
89. Опишите структурную схему процесса идентификации.
90. Что понимают под структурной идентификацией?
91. Перечислите методы структурной идентификации и дайте их краткое описание.
92. В чем состоит суть метода параметрической идентификации?
93. Охарактеризуйте особенности идентификации стохастических и динамических моделей.
94. Что является критерием идентичности модели и объекта?
95. Что такое адаптивная и неадаптивная идентификация?
96. Что является предметом структурной идентификации?
97. Какие задачи необходимо решить при выборе структуры объекта?
98. Какова цель параметрической идентификации?
99. Что такое функция локальной невязки?
100. Какие критерии могут быть использованы в качестве суммарной невязки?
101. При каком значении относительной невязки модель считается адекватной?
102. Перечислите источники возникновения и распространения погрешностей.
103. Приведите математическую модель процесса в общем виде.

#### 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 5</b>			
<b>Текущий контроль</b>			

Форма контроля	Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	Этап	Количество баллов
Лабораторные работы	В аудитории, оснащённой соответствующим оборудованием, обучающиеся проводят учебные эксперименты и тренируются в применении практико-ориентированных технологий. Оцениваются знание материала и умение применять его на практике, умения и навыки по работе с оборудованием в соответствующей предметной области.	1	30
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.	2	10
Презентация	Обучающиеся выполняют презентацию с применением необходимых программных средств, решая в презентации поставленные преподавателем задачи. Обучающийся выступает с презентацией на занятии или сдает её в электронном виде преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме презентации, логичность, информативность, способы представления информации, решение поставленных задач.	3	10
<b>Экзамен</b>	Экзамен нацелен на комплексную проверку освоения дисциплины. Экзамен проводится в устной или письменной форме по билетам, в которых содержатся вопросы (задания) по всем темам курса. Обучающемуся дается время на подготовку. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий.		50
<b>Семестр 6</b>			
<b>Текущий контроль</b>			
Лабораторные работы	В аудитории, оснащённой соответствующим оборудованием, обучающиеся проводят учебные эксперименты и тренируются в применении практико-ориентированных технологий. Оцениваются знание материала и умение применять его на практике, умения и навыки по работе с оборудованием в соответствующей предметной области.	1	30
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.	2	10
Презентация	Обучающиеся выполняют презентацию с применением необходимых программных средств, решая в презентации поставленные преподавателем задачи. Обучающийся выступает с презентацией на занятии или сдает её в электронном виде преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме презентации, логичность, информативность, способы представления информации, решение поставленных задач.	3	10
<b>Экзамен</b>	Экзамен нацелен на комплексную проверку освоения дисциплины. Экзамен проводится в устной или письменной форме по билетам, в которых содержатся вопросы (задания) по всем темам курса. Обучающемуся дается время на подготовку. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий.		50
<b>Семестр 7</b>			
<b>Текущий контроль</b>			
Лабораторные работы	В аудитории, оснащённой соответствующим оборудованием, обучающиеся проводят учебные эксперименты и тренируются в применении практико-ориентированных технологий. Оцениваются знание материала и умение применять его на практике, умения и навыки по работе с оборудованием в соответствующей предметной области.	1	30
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.	2	10

Форма контроля	Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	Этап	Количество баллов
Презентация	Обучающиеся выполняют презентацию с применением необходимых программных средств, решая в презентации поставленные преподавателем задачи. Обучающийся выступает с презентацией на занятии или сдает её в электронном виде преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме презентации, логичность, информативность, способы представления информации, решение поставленных задач.	3	10
Экзамен	Экзамен нацелен на комплексную проверку освоения дисциплины. Экзамен проводится в устной или письменной форме по билетам, в которых содержатся вопросы (задания) по всем темам курса. Обучающемуся даётся время на подготовку. 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)

Ваше окно в мир САПР - <http://isicad.ru/ru/>

Всё о работе с металлом - <https://www.chipmaker.ru/>

Журнал САПР и графика - <https://sapr.ru/>

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

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	Особой подготовки к лекционным занятиям не требуется. Лекции студентами изучаются очно на занятиях, слушая выступления преподавателя. Преподаватель излагает свои мысли в виде слайдов, акцентируя внимание на некоторых аспектах, при этом используя доску меловую. Во время лекционных занятий также просматриваются обучающие видеоролики, где излагаются мнения авторитетных специалистов.
практические занятия	Работа на практических занятиях предполагает активное участие при решении задач. Для подготовки к занятиям рекомендуется прорабатывать материалы, затрагиваемые преподавателем на лекциях, а также использовать рекомендованную литературу, в том числе доступную в интернете. Типовой алгоритм действий при проведении практической работы обычно приводится в соответствующих учебно-методических материалах. При необходимости, преподаватель и обучающиеся могут внести в него изменения и дополнения. Перед началом практической работы необходимо четко уяснить порядок проведения работы. В ходе выполнения практической работы обучающиеся проводят необходимые расчеты, заполняют таблицы, строят графики и завершают написание отчета выводами, содержащими собственный взгляд на проблему. В заключение преподаватель подводит итоги занятия.

Вид работ	Методические рекомендации
лабораторные работы	<p>Выполнение студентами лабораторных работ должно включать в себя:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>обобщение, систематизация, углубление, закрепление полученных теоретических знаний;</li> <li>формирование умений, получение первоначального практического опыта по выполнению профессиональных задач в соответствии с требованиями к результатам освоения дисциплины, профессионального модуля.</li> <li>совершенствование умений применять полученные знания на практике, реализация единства интеллектуальной и практической деятельности;</li> <li>выработку при решении поставленных задач таких профессионально значимых качеств, как творческая инициатива, самостоятельность, ответственность, способность работать в команде и брать на себя ответственность за работу всех членов команды, способность к саморазвитию и самореализации</li> </ul>
самостоятельная работа	<p>Освоение дисциплины предполагает самостоятельное выполнение заданий.</p> <p>Для выполнения самостоятельного занятия рекомендуется выделять в материале проблемные вопросы, затрагиваемые преподавателем в лекции, и группировать информацию вокруг них. Желательно выделять в используемой литературе постановки вопросов, на которые разными авторами могут быть даны различные ответы. На основании постановки таких вопросов следует собирать аргументы в пользу различных вариантов решения поставленных проблем.</p> <p>В текстах авторов, таким образом, следует выделять следующие компоненты: постановка проблемы; варианты решения; аргументы в пользу тех или иных вариантов решения.</p> <p>На основе выделения этих элементов проще составлять собственную аргументированную позицию по рассматриваемому вопросу.</p> <p>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></p>
устный опрос	<p>Для подготовки к устному опросу обучающийся изучает лекции, основную и дополнительную литературу, публикации, информацию из Интернет-ресурсов. Темы и вопросы доводятся до обучающихся заранее. Эффективность подготовки обучающихся к устному опросу зависит от качества ознакомления с рекомендованной литературой. Для подготовки к устному опросу, блиц-опросу обучающемуся необходимо ознакомиться с материалом, посвященным теме в учебнике или другой рекомендованной литературе, записях с лекционного занятия, обратить внимание на усвоение основных понятий изучаемой темы, выявить неясные вопросы и подобрать дополнительную литературу для их освещения, составить тезисы выступления по отдельным проблемным аспектам. В среднем, подготовка к устному опросу</p>
презентация	<p>Удерживать активное внимание слушателей можно не более 15 минут, а, следовательно, при среднем расчете времени просмотра ? 1 минута на слайд, количество слайдов не должно превышать 15-ти.</p> <p>Первый слайд презентации должен содержать тему работы, фамилию, имя и отчество исполнителя, номер учебной группы, а также фамилию, имя, отчество, должность и ученую степень преподавателя.</p> <p>На втором слайде целесообразно представить цель и краткое содержание презентации.</p> <p>Последующие слайды необходимо разбить на разделы согласно пунктам плана работы.</p> <p>На заключительный слайд выносятся самое основное, главное из содержания презентации.</p>
экзамен	<p>Форма сдачи экзамена вариативна и может осуществляться как устно, так и письменно. Продолжительность экзамена составляет 60 минут (40 минут на подготовку к ответу и 20 минут на оценку качества подготовленного ответа). Количество вопросов в билете: 3.</p> <p>Целью экзамена является объективная оценка качества формирования у студента соответствующих компетенций. Экзамен позволяет выявить уровень развития научного мировоззрения и способностей студента к обсуждению философских проблем науки и техники, а также полноту знаний об истории классической, неклассической и постнеклассической науки.</p>

#### 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 15.03.05 "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств" и профилю подготовки "Технология машиностроения".

*Приложение 2  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
Б1.В.ОД.9 Моделирование и системы автоматизированного  
проектирования в машиностроении. Процессы  
формообразования*

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

Направление подготовки: 15.03.05 - Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств

Профиль подготовки: Технология машиностроения

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очно-заочное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2018

**Основная литература:**

1. Процессы и операции формообразования [Электронный ресурс]: Учебник / Черепяхин А.А., Клепиков В.В. - М.:КУРС, НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 256 с.: 60х90 1/16. - (Бакалавриат) (Переплёт 7БЦ) ISBN 978-5-906818-28-7 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/546101>
2. САПР технолога машиностроителя [Электронный ресурс]: Учебник/Э.М.Берлинер, О.В.Таратынов - М.: Форум, НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 336 с.: 60х90 1/16. - (Высшее образование) (Переплёт) ISBN 978-5-00091-043-6 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/501435>
3. Моделирование систем и процессов [Электронный ресурс]: Учебное пособие / Н.Г. Чикуров. - М.: ИЦ РИОР: НИЦ Инфра-М, 2013. - 398 с.: - (Высшее образование: Бакалавриат). - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/392652>

**Дополнительная литература:**

1. Кондаков А. И. САПР технологических процессов [Текст] : учебник для вузов / А. И. Кондаков .? Москва : Академия, 2007 .? 269 с .? (Высшее профессиональное образование) .? Доп. МО .? В пер .? Библиогр.: с. 266 .? ISBN 978-5-7695-3338-9 : 196-24 : 211-20. (67 экз)
2. Зарубин В. С. Математическое моделирование в технике [Текст] : учебник для вузов / В. С. Зарубин .? 3-е изд .? Москва : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2010 .? 496 с. : ил. ? (Математика в техническом университете : заключительный вып. XXI) .? Рек. МО .? В пер .? Библиогр.: с. 402-405 .? Предм. указ.: с. 402-410 .? ISBN 978-5-7038-3194-6 : 313-50 .(21 экз)
3. Наука и искусство системного моделирования инструментального обеспечения машиностроительных производств. [Электронный ресурс] : Монография. / Гречишников В.А. - М.:КУРС, НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 376 с.: 70х100 1/16 (Переплёт 7БЦ) ISBN 978-5-906818-80-5 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/765791>

*Приложение 3  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
Б1.В.ОД.9 Моделирование и системы автоматизированного  
проектирования в машиностроении. Процессы  
формообразования*

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

Направление подготовки: 15.03.05 - Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств

Профиль подготовки: Технология машиностроения

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очно-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 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.