

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Максимов Алексей Борисович  
Должность: директор департамента по образовательной политике  
Дата подписания: 16.10.2023 14:48:03  
Уникальный программный ключ:  
8db180d1a3f02ac9e60521a9672742755c18b1d6

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**УТВЕРЖДАЮ**

Декан факультета машиностроения

**Е.В. Сафонов**



.....2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Методы моделирования и оптимизации материалов и  
технологических процессов»**

Направление подготовки

**22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов»**

Профиль подготовки

**«Перспективные материалы и технологии»**

Квалификация (степень) выпускника

**Бакалавр**

Форма обучения

**Очная**

Москва 2020 г.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО  
и учебным планом по направлению подготовки  
22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов», профиль подготовки  
«Перспективные материалы и технологии»

Программу составил:

доцент, к.т.н. Зорин Н.Е.

  
\_\_\_\_\_

Программа дисциплины «Методы моделирования и оптимизации материалов  
и технологических процессов» по направлению подготовки 22.03.01  
«Материаловедение и технологии материалов» утверждена на заседании кафедры  
«Материаловедение»

«22» июня 2020 г., протокол № 12

Заведующий кафедрой

 И.П.Д. Щеголов

Программа согласована с руководителем образовательной программы  
«Перспективные материалы и технологии»

«22» июня 2020 г.

Программа утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета  
машиностроения

Председатель комиссии

 В.И. Кузнецов

«15» июня 2020 г. Протокол: 118-20

22.03.01/01/17

## 1. Цели освоения дисциплины

К **основным целям** освоения дисциплины «Методы моделирования и оптимизации материалов и технологических процессов» следует отнести:

- Формирование знаний о современных принципах, методах и процедурах математического и компьютерного моделирования, прогнозирования и оптимизации состава, структуры и свойств материалов и покрытий, а также параметров технологических процессов производства и обработки материалов;

- подготовка студентов к деятельности в соответствии с квалификационной характеристикой бакалавра по направлению, в том числе формирование умений систематизировать и обобщать информацию, использовать информационные технологии для решения задач материаловедения и технологии материалов.

К **основным задачам** освоения дисциплины «Методы моделирования структуры и свойств материалов и покрытий» следует отнести:

- освоение основных видов моделирования как формы отражения, описания или имитации действительных объектов, процессов и явлений, принципов, методов и процедур их проведения;

- расширение и закрепление теоретических и практических знаний по теории оптимизации, постановке оптимизационных задач и методах их решения;

- теоретическое и практическое освоение принципов, методов и процедур моделирования технологических процессов, их стадий и переходов с помощью теории подобия, основных законов сохранения и явлений переноса, уравнений математической физики и экспериментальных данных;

- получение навыков и умения решать конкретные прямые, обратные и сопряженные задачи моделирования технологических процессов производства, обработки и переработки материалов и нанесения покрытий и оптимизации их параметров по типам и группам материалов и процессов.

## 2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата

Дисциплина «Методы моделирования и оптимизации материалов и технологических процессов» относится к числу учебных дисциплин базовой части базового цикла (Б.1.1) основной образовательной программы бакалавриата.

«Методы моделирования и оптимизации материалов и технологических процессов» взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ООП:

*В вариативной части базового цикла (Б.1.2):*

- Биомимикрия в материаловедении и технологии материалов;
- Методы определения свойств материалов;
- Композиционные материалы;

- Неметаллические материалы;
- Теория и технология термической обработки металлов;
- Выбор материалов для изготовления изделий;
- Оборудование и технологии обработки концентрированными потоками энергии.

### **3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

В результате освоения дисциплины (модуля) у обучающихся формируются следующие компетенции и должны быть достигнуты следующие результаты обучения как этап формирования соответствующих компетенций:

<b>Код компетенции</b>	<b>В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать</b>	<b>Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине</b>
ОПК-1	способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности	<p><b>знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• способы решения задач моделирования и оптимизации структуры и свойств материалов и технологических процессов с применением современного программного обеспечения и с учетом основных требований информационной безопасности</li> </ul> <p><b>уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• решать задачи моделирования и оптимизации структуры и свойств материалов и технологических процессов с применением современного программного обеспечения и с учетом основных требований информационной безопасности</li> </ul> <p><b>владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• навыками решения задач моделирования и оптимизации структуры и свойств материалов и технологических процессов с применением современного программного обеспечения и с учетом основных требований информационной безопасности</li> </ul>

ОПК-4	способностью сочетать теорию и практику для решения инженерных задач	<p><b>знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• основы моделирования и теории оптимизации структуры и свойств материалов и технологических процессов</li> </ul> <p><b>уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• выполнять построение моделей и оптимизировать параметры структуры и свойств материалов и технологических процессов</li> </ul> <p><b>владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• методами моделирования, прогнозирования и оптимизации структуры и свойств материалов и технологических процессов</li> </ul>
ПК-4	способностью использовать в исследованиях и расчетах знания о методах исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств веществ (материалов), физических и химических процессах, протекающих в материалах при их получении, обработке и модификации	<p><b>знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• теоретические и практические подходы к определению и изменению технологических и эксплуатационных свойств материалов и параметров технологических процессов</li> </ul> <p><b>уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• решать конкретные прямые, обратные и сопряженные задачи моделирования структуры и свойств материалов и параметров технологических процессов</li> </ul> <p><b>владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• методами решения задач по оптимизации параметров структуры и свойств материалов и параметров технологических процессов</li> </ul>

#### 4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет **6** зачетных единицы, т.е. **216** академических часа (из них 108 часов – самостоятельная работа студентов). Все зачетные единицы выделяются на третьем курсе в **пятом и шестом** семестрах.

Разделы дисциплины «Методы моделирования и оптимизации материалов и технологических процессов» изучаются на третьем курсе.

**Пятый семестр:** лекции – 1 час в неделю (18 часов), семинары и практические занятия – 2 часа в неделю (36 часов), форма контроля – зачет.

**Шестой семестр:** лекции – 1 час в неделю (18 часов), семинары и практические занятия – 2 часа в неделю (36 часов), форма контроля – экзамен.

Структура и содержание дисциплины «Методы моделирования структуры и свойств материалов и покрытий» по срокам и видам работы отражены в приложении.

## **Содержание разделов дисциплины**

### **Введение**

Основные определения и терминология, цель, задачи и основные разделы дисциплины. Роль математического и компьютерного моделирования и решения задач оптимизации в комплексной разработке и автоматизации проектирования и подготовки производства в области новых материалов. Структура курса, его место и роль в подготовке специалиста, связь с другими дисциплинами.

### **Основы моделирования материалов и технологических процессов**

Принципы, методы и процедуры моделирования как формы отражения, описания и имитации действительных систем (объектов и процессов). Основные виды моделирования: концептуальное, структурно-функциональное, физическое, математическое и компьютерное (имитационное или программное).

Особенности и возможности математического и компьютерного моделирования, языки имитационного моделирования непрерывных и дискретных систем. Универсальные языки объектно-ориентированного программирования, методология их применения и пакеты программ.

### **Постановка задач оптимизации и поиск оптимальных решений**

Классификация и постановка задач оптимизации, условия и критерии оптимальности. Построение целевой функции, безусловная оптимизация, линейные и нелинейные ограничения, многокритериальные задачи оптимизации.

Методы решения задач оптимизации: расчетно-аналитические методы, методы поиска оптимума на основе статистических моделей (градиентный метод, метод крутого восхождения, симплексный метод). Составление обобщенных параметров оптимизации. Периодическая оптимизация. Постановка задач оптимального управления.

### **Моделирование структуры и свойств материалов и покрытий и оптимизация параметров состав - структура - технологические и эксплуатационные свойства**

Принципы, методы и процедуры математического и имитационного моделирования структуры и свойств простых и сложных, в том числе композиционных материалов: методы атомных и молекулярных орбиталей, полуэмпирические подходы, принцип аддитивности атомных и групповых вкладов,

эмпирические методы, построение статистических моделей по результатам пассивных и активных экспериментов. Использование моделей для решения задач оптимизации состава, структуры и свойств материалов и покрытий.

Особенности и примеры построения моделей и решения задач оптимизации состава и структуры основных классов материалов и покрытий (металлических, неметаллических неорганических, углеродных и полимерных) и их основных химических и физических (термодинамических, теплофизических, механических, электрических и магнитных и диффузионных) свойств. Имеющиеся пакеты прикладных программ и базы данных по моделированию и оптимизации материалов и покрытий различных типов (по природе и назначению).

Примеры решения прямых, обратных и сопряженных задач. Прямые, обратные и сопряженные задачи моделирования структуры и свойств материалов и покрытий по типам материалов и процессов.

### **Моделирование и оптимизация параметров технологических процессов**

Общие принципы, методы и процедуры математического и компьютерного моделирования явлений и процессов в технологии производства, обработки, переработки и соединения материалов и нанесения покрытий с использованием теории подобия, основных соотношений сохранения (балансов) энергии, массы и количества движения, законов равновесной и неравновесной термодинамики, аэрогидродинамики, механики деформируемого твердого тела, химической кинетики, кинетики массо- и теплопереноса, критических явлений и переходов, уравнений математической физики, в том числе современного математического аппарата (методов скейлинга и ренормализационных групп, теории перколяции, геометрии фракталов, уравнения Смолуховского и т.п.) и статистической обработки экспериментальных данных.

Особенности и возможности методов и процедур моделирование процессов неупругого (пластического и вязко-упругого) деформирования и вязкого течения, массо- и теплообмена, физических и химических превращений материалов и покрытий (по типам и классам материалов и процессов). Примеры решения прямых, обратных и сопряженных задач моделирования и оптимизации параметров технологических процессов производства, обработки, переработки и соединения материалов и нанесения покрытий по стадиям, операциям и переходам с учетом типа и конструкции оборудования, оснастки, инструмента. Пакеты прикладных программ и базы данных по моделированию и оптимизации параметров технологических процессов (по типам материалов и процессов).

## **5. Образовательные технологии**

Методика преподавания дисциплины «Методы моделирования и оптимизации материалов и технологических процессов» и реализация компетентного подхода в изложении и восприятии материала предусматривает использование следующих активных и интерактивных форм проведения групповых, индивидуальных, аудиторных занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся:

- подготовка к выполнению практических заданий в аудиториях вуза;
- защита и индивидуальное обсуждение результатов практических заданий;
- организация и проведение текущего контроля знаний студентов в форме бланкового тестирования.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, определен главной целью образовательной программы, особенностью контингента обучающихся и содержанием дисциплины «Методы моделирования и оптимизации материалов и технологических процессов» и в целом по дисциплине составляет 50 % аудиторных занятий. Занятия лекционного типа составляют 25 % от объема аудиторных занятий.

## **6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов**

В процессе обучения используются следующие оценочные формы самостоятельной работы студентов, оценочные средства текущего контроля успеваемости и промежуточных аттестаций:

- бланковое тестирование;
- выполнение практических заданий.

Оценочные средства текущего контроля успеваемости включают контрольные вопросы и задания в форме бланкового и (или) компьютерного тестирования, для контроля освоения обучающимися разделов дисциплины.

Образцы тестовых заданий, контрольных вопросов и заданий для проведения текущего контроля приведены в приложении.



## 6.1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

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

В результате освоения дисциплины (модуля) формируются следующие компетенции:

Код компетенции	В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать
ОПК-1	способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности
ОПК-4	способностью сочетать теорию и практику для решения инженерных задач
ПК-4	способностью использовать в исследованиях и расчетах знания о методах исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств веществ (материалов), физических и химических процессах, протекающих в материалах при их получении, обработке и модификации

В процессе освоения образовательной программы данные компетенции, в том числе их отдельные компоненты, формируются поэтапно в ходе освоения обучающимися дисциплин (модулей), практик в соответствии с учебным планом и календарным графиком учебного процесса.

### 6.1.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, формируемых по итогам освоения дисциплины (модуля), описание шкал оценивания

Показателем оценивания компетенций на различных этапах их формирования является достижение обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю).

ОПК-1 –Способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности				
<b>знать:</b> способы решения задач моделирования	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: способы	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие	Обучающийся демонстрирует полное соответствие

<p>и оптимизации структуры и свойств материалов и технологических процессов с применением современного программного обеспечения и с учетом основных требований информационной безопасности.</p>	<p>недостаточное соответствие следующих знаний: способы решения задач моделирования и оптимизации структуры и свойств материалов и технологических процессов с применением современного программного обеспечения и с учетом основных требований информационной безопасности.</p>	<p>решения задач моделирования и оптимизации структуры и свойств материалов и технологических процессов с применением современного программного обеспечения и с учетом основных требований информационной безопасности. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.</p>	<p>следующих знаний: способы решения задач моделирования и оптимизации структуры и свойств материалов и технологических процессов с применением современного программного обеспечения и с учетом основных требований информационной безопасности.</p>	<p>следующих знаний: способы решения задач моделирования и оптимизации структуры и свойств материалов и технологических процессов с применением современного программного обеспечения и с учетом основных требований информационной безопасности.</p>
<p><b>уметь:</b> решать задачи моделирования и оптимизации структуры и свойств материалов и технологических процессов с применением современного программного обеспечения и с учетом основных требований информационной безопасности.</p>	<p>Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет решать задачи моделирования и оптимизации структуры и свойств материалов и технологических процессов с применением современного программного обеспечения и с учетом основных требований информационной безопасности.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: решать задачи моделирования и оптимизации структуры и свойств материалов и технологических процессов с применением современного программного обеспечения и с учетом основных требований информационной безопасности. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при</p>	<p>Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: решать задачи моделирования и оптимизации структуры и свойств материалов и технологических процессов с применением современного программного обеспечения и с учетом основных требований информационной безопасности. Умения освоены, но допускаются незначительные</p>	<p>Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: решать задачи моделирования и оптимизации структуры и свойств материалов и технологических процессов с применением современного программного обеспечения и с учетом основных требований информационной</p>

		оперировании умениями при их переносе на новые ситуации.	ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	безопасности. Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.
<b>владеть:</b> навыками решения задач моделирования и оптимизации структуры и свойств материалов и технологических процессов с применением современного программного обеспечения и с учетом основных требований информационной безопасности.	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет навыками решения задач моделирования и оптимизации структуры и свойств материалов и технологических процессов с применением современного программного обеспечения и с учетом основных требований информационной безопасности.	Обучающийся владеет навыками решения задач моделирования и оптимизации структуры и свойств материалов и технологических процессов с применением современного программного обеспечения и с учетом основных требований информационной безопасности. Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях.	Обучающийся частично владеет навыками решения задач моделирования и оптимизации структуры и свойств материалов и технологических процессов с применением современного программного обеспечения и с учетом основных требований информационной безопасности, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	Обучающийся в полном объеме владеет навыками решения задач моделирования и оптимизации структуры и свойств материалов и технологических процессов с применением современного программного обеспечения и с учетом основных требований информационной безопасности, свободно применяются полученные навыки в ситуациях повышенной сложности.

ОПК-4 – Способность сочетать теорию и практику для решения инженерных задач

<b>знать:</b> основы моделирования и теории оптимизации структуры и	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: основы моделирования и теории оптимизации структуры	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний: основы	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний:
--	--	---	---	---

свойств материалов и технологических процессов.	следующих знаний: основы моделирования и теории оптимизации структуры и свойств материалов и технологических процессов.	и свойств материалов и технологических процессов. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.	моделирования и теории оптимизации структуры и свойств материалов и технологических процессов, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.	основы моделирования и теории оптимизации структуры и свойств материалов и технологических процессов, свободно оперирует приобретенными знаниями.
<b>уметь:</b> выполнять построение моделей и оптимизировать параметры структуры и свойств материалов и технологических процессов.	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет выполнять построение моделей и оптимизировать параметры структуры и свойств материалов и технологических процессов.	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: выполнять построение моделей и оптимизировать параметры структуры и свойств материалов и технологических процессов. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые ситуации.	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: выполнять построение моделей и оптимизировать параметры структуры и свойств материалов и технологических процессов. Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: выполнять построение моделей и оптимизировать параметры структуры и свойств материалов и технологических процессов. Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.
<b>владеть:</b> методами моделирования, прогнозирования и оптимизации	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет методами моделирования,	Обучающийся владеет методами моделирования, прогнозирования и оптимизации структуры и свойств материалов и	Обучающийся частично владеет методами моделирования, прогнозирования и оптимизации	Обучающийся в полном объеме владеет методами моделирования

структуры и свойств материалов и технологических процессов.	прогнозирования и оптимизации структуры и свойств материалов и технологических процессов.	технологических процессов в неполном объеме, допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность владения навыками по ряду показателей. Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях.	структуры и свойств материалов и технологических процессов, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	я, прогнозирования и оптимизации структуры и свойств материалов и технологических процессов, свободно применяются полученные навыки в ситуациях повышенной сложности.
---	---	--	--	---

ПК-4 – Способность использовать в исследованиях и расчетах знания о методах исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств веществ (материалов), физических и химических процессах, протекающих в материалах при их получении, обработке и модификации

<b>знать:</b> теоретические и практические подходы к определению и изменению технологических и эксплуатационных свойств материалов и параметров технологических процессов.	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: теоретические и практические подходы к определению и изменению технологических и эксплуатационных свойств материалов и параметров технологических процессов.	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: теоретические и практические подходы к определению и изменению технологических и эксплуатационных свойств материалов и параметров технологических процессов. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний: теоретические и практические подходы к определению и изменению технологических и эксплуатационных свойств материалов и параметров технологических процессов, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: теоретические и практические подходы к определению и изменению технологических и эксплуатационных свойств материалов и параметров технологических процессов, свободно оперирует приобретенными знаниями.
<b>уметь:</b> решать конкретные	Обучающийся не умеет или в недостаточной	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих	Обучающийся демонстрирует частичное	Обучающийся демонстрирует полное

<p>прямые, обратные и сопряженные задачи моделирования структуры и свойств материалов и параметров технологических процессов.</p>	<p>степени умеет решать конкретные прямые, обратные и сопряженные задачи моделирования структуры и свойств материалов и параметров технологических процессов.</p>	<p>умений:решать конкретные прямые, обратные и сопряженные задачи моделирования структуры и свойств материалов и параметров технологических процессов. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые ситуации.</p>	<p>соответствие следующих умений: решать конкретные прямые, обратные и сопряженные задачи моделирования структуры и свойств материалов и параметров технологических процессов. Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.</p>	<p>соответствие следующих умений: решать конкретные прямые, обратные и сопряженные задачи моделирования структуры и свойств материалов и параметров технологических процессов. Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.</p>
<p><b>владеть:</b> методами решения задач по оптимизации параметров структуры и свойств материалов и параметров технологических процессов.</p>	<p>Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет методами решения задач по оптимизации параметров структуры и свойств материалов и параметров технологических процессов.</p>	<p>Обучающийся владеет методами решения задач по оптимизации параметров структуры и свойств материалов и параметров технологических процессов, допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность владения навыками по ряду показателей. Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях.</p>	<p>Обучающийся частично владеет методами решения задач по оптимизации параметров структуры и свойств материалов и параметров технологических процессов, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.</p>	<p>Обучающийся в полном объеме владеет методами решения задач по оптимизации параметров структуры и свойств материалов и параметров технологических процессов, свободно применяются полученные навыки в ситуациях повышенной сложности.</p>

Шкалы оценивания результатов промежуточной аттестации и их описание:

**Форма промежуточной аттестации: зачет.**

Промежуточная аттестация обучающихся в форме зачёта проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине (модулю), при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю) методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «зачтено» или «незачтено».

*К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «Методы моделирования и оптимизации материалов и технологических процессов»: выполнили и защитили все практические задания.*

<b>Шкала оценивания</b>	<b>Описание</b>
Зачтено	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Не зачтено	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

**Форма промежуточной аттестации в четвертом семестре: экзамен.**

Промежуточная аттестация обучающихся в форме экзамена проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине (модулю), при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю) методом

экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

*К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «Методы моделирования и оптимизации материалов и технологических процессов»: выполнили и защитили все практические задания.*

<b>Шкала оценивания</b>	<b>Описание</b>
<i>Отлично</i>	<i>Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.</i>
<i>Хорошо</i>	<i>Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует неполное, правильное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, либо если при этом были допущены 2-3 несущественные ошибки.</i>
<i>Удовлетворительно</i>	<i>Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, в котором освещена основная, наиболее важная часть материала, но при этом допущена одна значительная ошибка или неточность.</i>
<i>Неудовлетворительно</i>	<i>Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.</i>

**Фонды оценочных средств представлены в приложении 1 к рабочей программе.**



## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.

### а) основная литература:

1. Самарский А.А., Михайлов А.П. Математическое моделирование. - М.: Наука. Физматлит, 1997. - 320 с. (<http://window.edu.ru/resource/958/52958>)
2. Капустин Ф.Л., Спиридонова А.М., Жулидов В.Л., Ежов В.Б. Свойства строительных материалов и изделий: Методические указания к лабораторным работам. - Екатеринбург: ГОУ ВПО УГТУ-УПИ, 2005. - 35 с. (<http://window.edu.ru/resource/536/28536>)
3. Черный А.А., Черный В.А. Прогнозирование свойств материалов по математическим моделям: Учебное пособие. - Пенза: Пенз. гос. ун-т, 2007. - 61 с. (<http://window.edu.ru/resource/004/54004>)
4. Дворецкий С.И., Егоров А.Ф., Дворецкий Д.С. Компьютерное моделирование и оптимизация технологических процессов и оборудования. Учебное пособие. Тамбов: Изд-во ТГТУ, 2003. - 224 с. (<http://window.edu.ru/resource/024/22024>)
5. Зубов Н.Н., Титов В.А. Моделирование и оптимизация технологических процессов: Учебное пособие. - СПб.: Изд-во СПбГУСЭ, 2009. - 183 с. (<http://window.edu.ru/resource/527/78527>)

### б) дополнительная литература:

1. Циркин А.В. Износостойкие покрытия: свойства, структура, технологии получения: Методические указания к лабораторным работам. – Ульяновск: УлГТУ, 2005. - 27 с. (<http://window.edu.ru/resource/232/26232>)
2. Нагорнов Ю.С. Численные методы моделирования свойств нанокристаллов: учебное пособие. Тольятти: ТГУ, 2012. - 86 с. (<http://window.edu.ru/resource/125/80125>)
3. Ефимов А.М. Оптические свойства материалов и механизмы их формирования: Учебное пособие. - СПб.: СПбГУ ИТМО, 2008. - 103 с. (<http://window.edu.ru/resource/230/59230>)
4. Черный А.А., Черный В.А. Изобретения и совершенствование на их основе процессов и материалов с применением математического моделирования: Учебное пособие. - Пенза: Пензенский гос. ун-т, 2007. - 163 с. (<http://window.edu.ru/resource/986/53986>)
5. Дворецкий С.И., Майстренко А.В. Компьютерное моделирование технологических процессов. Методические указания. - Тамбов: Изд-во ТГТУ, 2001. - 36 с. (<http://window.edu.ru/resource/990/21990>)
6. Майстренко А.В. Численные методы расчёта, моделирования и проектирования технологических процессов и оборудования: учебное пособие / А.В. Майстренко, Н.В. Майстренко. - Тамбов: Изд-во ФГБОУ ВПО "ТГТУ", 2011. - 144 с. (<http://window.edu.ru/resource/502/76502>)
7. Кондратьев А., Филиппов М. Математическое моделирование реальных процессов // Компьютерные инструменты в образовании. - СПб.: Изд-во ЦПО "Информатизация образования", 1999, №1, С.3-10. (<http://window.edu.ru/resource/228/24228>)

### в) программное обеспечение и интернет-ресурсы:

Программное обеспечение не предусмотрено.

Внутривузовская учебная и учебно-методическая литература Московский Политех <http://lib.mami.ru>.

ЭБС «ЛАНЬ». Коллекция «Инженерно-технические науки» Издательство «ЛАНЬ» <http://e.lanbook.com>.

Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU ООО «РУНЭБ» <http://elibrary.ru>.

Реферативная наукометрическая электронная база Scopus компании Elsevier ООО Эко-вектор <http://www.scopus.com> Доступ свободный в сети университета.

Реферативная наукометрическая электронная база WOS компании THOMSON REUTERS SCIENTIFIC LLC Архив WOS (глубина архива 5 лет – с 2008 по 2012 гг.) НП «НИЭКОН» <http://apps.webofknowledge.com>.

### 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины.

Аудитория для лекционных, лабораторных, практических занятий ав.1313. 115280, г. Москва, Автозаводская, д. 16	Столы учебные, стулья, аудиторная доска. Рабочее место преподавателя: стол, стул; переносной проектор Acer XD 1170D + экран, компьютер, шкафы для хранения с учебно-методической и научной литературой, наглядные пособия (плакаты).
Аудитория для лекционных, лабораторных, практических занятий ав.1313. 115280, г. Москва, Автозаводская, д. 16	Столы учебные, стулья, аудиторная доска. Рабочее место преподавателя: стол, стул; переносной проектор RoverLightZenithLS 1200 + экран, компьютер, шкафы для хранения с учебно-методической и научной литературой, наглядные пособия (плакаты).

### 9. Методические рекомендации для самостоятельной работы студентов.

При выполнении заданий для самостоятельной работы по обработке статистических данных и построения математических моделей использовать статистические и математические функции MicrosoftOffice – Excel.

При разработке программ реализации численных методов оптимизации допускается использовать встроенный язык MicrosoftOffice – VisualBasicforApplication (VBA).

Важной частью самостоятельной работы является чтение учебной и научной литературы. Основная функция учебников – ориентировать студента в системе знаний, умений и навыков, которые должны быть усвоены будущими специалистами по данной дисциплине.

## **10. Методические рекомендации для преподавателя.**

Основное внимание при изучении дисциплины «Методы моделирования и оптимизации материалов и технологических процессов» следует уделять изучению состава, структуры и свойств современных металлических и неметаллических материалов; освоению основ термической, химико-термической и термомеханической обработки, методов стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий.

Теоретическое изучение основных вопросов разделов дисциплины должно завершаться практической работой.

Для активизации учебного процесса при изучении дисциплины эффективно применение презентаций по различным темам лекций.

Для проведения занятий по дисциплине используются средства обучения:

- учебники, информационные ресурсы Интернета;
- справочные материалы и нормативно-техническая документация;
- методические указания для выполнения лабораторных работ.

**Структура и содержание дисциплины «Методы моделирования и оптимизации материалов и технологических процессов» по направлению подготовки  
22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов»  
(бакалавр)**

п/п	Раздел	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов, и трудоемкость в часах					Виды самостоятельной работы студентов					Формы аттестации		
				Л	П/С	Лаб	СРС	КСР	К.Р.	К.П.	РГР	Реферат	К/р	Э	З	
1.1	<b>Введение</b>	5	1	2												
1.2	<b>Основы моделирования материалов</b>	5	1	2			4									
1.3	Методика построения статистической модели численными методами по результатам пассивного эксперимента применительно к параметрам состав – структура - свойства	5	2		2		2									
1.4	<b>Постановка задач оптимизации и поиск оптимальных решений</b>	5	3	2			2									
1.5	Методика оптимизации состава и структуры материала по обобщенным параметрам	5	3		2		2									
1.6	Решение задачи оптимизации содержания хрома в чугуне методом «Золотого сечения»	5	4		2		2									

1.7	Решение задачи оптимизации содержания меди в чугуне методом «Квадратичной интерполяции»	5	4		2		2									
<b>1.8</b>	<b>Методы решения задач оптимизации</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	4			4									
1.9	Составление обобщенных параметров оптимизации	5	7		4		4									
1.10	Решение задачи оптимизации содержания хрома и никеля в чугуне методом «Наискорейшего спуска»	5	8		2		2									
1.11	Постановка задач оптимального управления	5	8		2		2									
<b>1.12</b>	<b>Моделирование структуры и свойств материалов и покрытий</b>	<b>5</b>	<b>10</b>	4			4									
1.13	Построение статистической модели численными методами по результатам пассивного эксперимента применительно к параметрам состав – структура - свойства	5	11		4		4									
1.14	Примеры построения моделей основных химических и физических свойств материалов и покрытий	5	12		4		4									
<b>1.15</b>	<b>Оптимизация параметров «состав - структура - технологические и эксплуатационные свойства»</b>	<b>5</b>	<b>14</b>	4			4									
1.16	Использование моделей для решения задач оптимизации	5	15		2		2									

	состава, структуры и свойств материалов и покрытий														
1.17	Применение статистического моделирования для решения экстремальных задач технологии обработки материалов	5	15 – 16		4		4								
1.18	Оптимизация режимов термической обработки	5	16		2		2								
1.19	Примеры решения прямых, обратных и сопряженных задач моделирования структуры и свойств материалов и покрытий по типам материалов и процессов	5	17		4		4								
	<b>Форма аттестации</b>	<b>5</b>	<b>19 – 21</b>												<b>3</b>
<b>1.20</b>	<b>Общая классификация математических моделей технологических процессов. Общая структура синтеза математических моделей</b>	6	22	2			2								
1.21	Формализация основных свойств технологических объектов	6	22		2		2								
1.22	Сравнительная характеристика технологических процессов	6	23		2		2								
<b>1.23</b>	<b>Структурный синтез статических моделей технологических процессов</b>	6	24	2			2								
1.24	Применение структурного синтеза статических моделей в металлургическом производстве	6	24		4		4								
<b>1.25</b>	<b>Принципы использования аппарата дифференциальных уравнений при структурном</b>	6	26	2			2								

	<b>синтезе динамических моделей технологических процессов</b>														
1.26	Построение математической модели процесса нагрева тонкостенной заготовки в термической печи	6	26		2		2								
1.27	Математические модели процесса непрерывной разливки стали	6	27		2		2								
<b>1.28</b>	<b>Временные функции технологических процессов. Понятие о статических и астатических системах</b>	6	28	2			2								
1.29	Моделирование работы резервуара для хранения жидкости или жидкой композиции, применяемой в процессе смесеприготовления	6	28		2		2								
1.30	Моделирование работы литниковой чаши при заливке расплава	6	29		2		2								
<b>1.31</b>	<b>Преобразование дифференциальных уравнений динамических моделей технологических процессов в операторную форму. Понятие о передаточной функции.</b>	6	30	2			2								
1.32	Оригиналы и их изображения в операторной форме	6	30		2		2								
1.33	Моделирование системы регенерации отработанной формовочной смеси	6	31		2		2								
<b>1.34</b>	<b>Способы соединения элементов в сложных динамических технологических</b>	6	32	2			2								

	<b>процессах</b>														
1.35	Общий вид передаточных функций технологических процессов	6	32		2		2								
1.36	<b>Пример</b>	6	33		2		2								
<b>1.37</b>	<b>Параметрическая идентификация математических моделей технологических процессов</b>	6	34	2			2								
1.38	Применение активных методов идентификации статических и астатических технологических процессов. Метод площадей	6	34		2		2								
1.39	Применение пассивных методов идентификации. Корреляционные функции	6	35		2		2								
<b>1.40</b>	<b>Решение задач оптимизации параметров технологических процессов</b>	6	36	2			2								
1.41	Оптимизация систем методами математического программирования	6	36		2		2								
1.42	Применение линейного и нелинейного программирования	6	37		2		2								
<b>1.43</b>	<b>Метод максимума в динамическом программировании технологических процессов</b>	6	38	2			2								
1.44	Применение канонических уравнений Гамильтона и принципа	6	38		2		2								



	Гамильтона для решения задач динамического программирования технологических процессов													
1.45	Численное решение задач динамического программирования технологических процессов	6	39		2		2							
	<b>Форма аттестации</b>	<b>6</b>	<b>40 – 42</b>											Э
	<b>Всего часов по дисциплине</b>			<b>36</b>	<b>72</b>		<b>108</b>							

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
**«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**  
**(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)**

Направление подготовки: 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов  
ОП (профиль): «Перспективные материалы и технологии»  
Форма обучения: очная  
Виды профессиональной деятельности: научно-исследовательская и расчетно-аналитическая;

Кафедра: «Материаловедение»

## **ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

### **Методы моделирования и оптимизации материалов и технологических процессов**

Состав: 1. Паспорт фонда оценочных средств

2. Описание оценочных средств:

Вопросы к зачету

Вопросы к экзамену

Тесты

**Составители:**

доцент, к.т.н. **Зорин Н.Е.**

Москва, 2020 год

Таблица 1. Паспорт ФОС по дисциплине «Методы моделирования и оптимизации материалов и технологических процессов»

Код компетенции	Элементы компетенции (части компетенции)	Контролируемые модули, разделы (темы) дисциплины по рабочей программе	Периодичность контроля	Виды контроля	Способы контроля	Средства контроля
1	2	3	4	5	6	7
ОПК-1	Знания: способов решения задач моделирования и оптимизации структуры и свойств материалов и технологических процессов с применением современного программного обеспечения и с учетом основных требований информационной безопасности.	Разделы 1.1 – 1.45	ТЕК, ПА	Т З Э	Устно П	Тест Билет к зачету Билет к экзамену
	Умения: решать задачи моделирования и оптимизации структуры и свойств материалов и технологических процессов с применением современного программного обеспечения и с учетом основных требований информационной безопасности.	Разделы 1.1 – 1.45	ТЕК, ПА	Т З Э	Устно П	Тест Билет к зачету Билет к экзамену
	Навыки: решения задач моделирования и оптимизации структуры и свойств материалов и технологических процессов с применением современного программного обеспечения и с учетом основных требований информационной безопасности.	Разделы 1.1 – 1.45	ТЕК, ПА	Т З Э	Устно П	Тест Билет к зачету Билет к экзамену

ОПК-4	Знания: основ моделирования и теории оптимизации структуры и свойств материалов и технологических процессов.	Разделы 1.1 – 1.45	ТЕК, ПА	Т З Э	Устно П	Тест Билет к зачету Билет к экзамену
	Умения: выполнять построение моделей и оптимизировать параметры структуры и свойств материалов и технологических процессов.	Разделы 1.1 – 1.45	ТЕК, ПА	Т З Э	Устно П	Тест Билет к зачету Билет к экзамену
	Навыки: применения методов моделирования, прогнозирования и оптимизации структуры и свойств материалов и технологических процессов.	Разделы 1.1 – 1.45	ТЕК, ПА	Т З Э	Устно П	Тест Билет к зачету Билет к экзамену
ПК-4	Знания: основ моделирования и теории оптимизации структуры и свойств материалов и технологических процессов.	Разделы 1.1 – 1.45	ТЕК, ПА	Т З Э	Устно П	Тест Билет к зачету Билет к экзамену
	Умения: выполнять построение моделей и оптимизировать параметры структуры и свойств материалов и технологических процессов.	Разделы 1.1 – 1.45	ТЕК, ПА	Т З Э	Устно П	Тест Билет к зачету Билет к экзамену
	Навыки: применения методов моделирования, прогнозирования и оптимизации структуры и свойств материалов и технологических процессов.	Разделы 1.1 – 1.45	ТЕК, ПА	Т З Э	Устно П	Тест Билет к зачету Билет к экзамену

- Сокращения форм оценочных средств см. в приложении 3 к РП.

**Перечень оценочных средств по дисциплине «Методы моделирования и оптимизации материалов и технологических процессов»**

№ ОС	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Тест (Т)	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.	Фонд тестовых заданий
2	(З – зачет)	Диалог преподавателя со студентом, цель которого – систематизация и уточнение имеющихся у студента знаний, проверка его индивидуальных возможностей усвоения материала	Комплект билетов к зачету
3	Устный опрос (Э -экзамен)	Диалог преподавателя со студентом, цель которого – систематизация и уточнение имеющихся у студента знаний, проверка его индивидуальных возможностей усвоения материала	Комплект экзаменационных билетов

**Билеты к зачету**

1. Назначение: Используются для проведения промежуточной аттестации по дисциплине «Методы моделирования и оптимизации материалов и технологических процессов»
2. В билет включено два задания:  
Задание 1. Вопрос для проверки теоретических знаний;  
Задание 2. Проверка навыков. Практическое выполнение задания.
3. Комплект билетов к зачету включает 30 билетов.
4. Регламент зачета: - Время на подготовку тезисов ответов – до 20 мин  
- Способ контроля: устные ответы.
5. Шкала оценивания:  
**«Зачтено»**- если студент демонстрирует способность оперировать приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности, владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических заданий. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуацию.  
**«Не зачтено»**- если студент не знает значительной части программного материала, допускает серьезные ошибки, с большими затруднениями выполняет практические задания.

**Экзаменационные билеты**

1. Назначение: Используются для проведения промежуточной аттестации по дисциплине «Методы моделирования и оптимизации материалов и технологических процессов»
2. В билет включено три задания:

- Задание 1. Вопрос для проверки теоретических знаний;  
 Задание 2. Задача для проверки умения применять теоретические знания;  
 Задание 3. Проверка навыков. Практическое выполнение задания.  
 3. Комплект экзаменационных билетов включает 30 билетов.  
 4. Регламент экзамена: - Время на подготовку тезисов ответов - до 40 мин  
 - Способ контроля: устные ответы.

5. Шкала оценивания:

**"Отлично"** - если студент глубоко и прочно освоил весь материал программы обучения, исчерпывающе, последовательно, грамотно и логически стройно его излагает, не затрудняется с ответом при изменении задания, свободно справляется с задачами и практическими заданиями, правильно обосновывает принятые решения.

**"Хорошо"** - если студент твёрдо знает программный материал, грамотно и по существу его излагает, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических заданий.

**"Удовлетворительно"** - если студент освоил только основной материал программы, но не знает отдельных тем, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушает последовательность изложения программного материала и испытывает затруднения в выполнении практических заданий.

**"Неудовлетворительно"** - если студент не знает значительной части программного материала, допускает серьёзные ошибки, с большими затруднениями выполняет практические задания.

Каждое задание экзаменационного билета оценивается отдельно. Общей оценкой является среднее значение, округлённое до целого значения.

### Перечень вопросов на зачет

1. Методы математического моделирования и оптимизации. (ОПК – 1, 4)
2. Имитационное моделирование стохастических систем, процессов и участков литейных цехов. (ОПК – 1, 4)
3. Математические модели в металлургии и литейном производстве. (ПК – 3, 4)
4. Параметрическая идентификация. (ОПК – 1, 4)
5. Использование математических методов и ЭВМ при решении задач курса. (ПК – 3, 4)
6. Активные методы идентификации. (ОПК – 1, 4)
7. Понятие системы. Внутренние и внешние связи. (ОПК – 1, 4)
8. Пассивные методы идентификации. (ОПК – 1, 4)
9. Примеры систем в литейном производстве. (ОПК – 1, 4)
10. Идентификация систем методом площадей. (ПК – 3, 4)
11. Свойства систем и их характеристики. (ОПК – 1, 4)
12. Использование авто- и взаимнокорреляционных функций. (ОПК – 1, 4)
13. Классификация систем. (ОПК – 1, 4)
14. Уравнение Винера-Холфа. (ОПК – 1, 4)
15. Методология разработки моделей систем. (ОПК – 1, 4)
16. Адаптивные алгоритмы идентификации. (ОПК – 1, 4)
17. Идентификация и оценка адекватности модели. (ОПК – 1, 4)
18. Задачи оптимизации. (ОПК – 1, 4)
19. Построение математических моделей с использованием дифференциальных уравнений. (ОПК – 1, 4)
20. Условная и безусловная оптимизация. (ОПК – 1, 4)
21. Математические модели систем литейного производства. (ОПК – 1, 4)
22. Обзор методов математического программирования. (ОПК – 1, 4)
23. Описание процессов тепло- и массообмена. (ОПК – 1, 4)
24. Линейное программирование. (ОПК – 1, 4)

25. Описание процессов фазовых превращений, фильтрации и перемешивания. (ОПК – 1, 4)
26. Нелинейное программирование. (ОПК – 1, 4)
27. Структурный синтез сложных разомкнутых и замкнутых систем. (ПК – 3, 4)
28. Целочисленное программирование. (ПК – 3, 4)
29. Модели смесеприготовления, плавки и формирования отливок. (ПК – 3, 4)
30. Принцип максимума. (ОПК – 1, 4)
31. Сетевые модели дискретных систем. (ПК – 3, 4)
32. Использование принципа максимума на примере оптимального управления процессом непрерывного литья. (ПК – 3, 4)
33. Описание моделью графа технологических схем производственных процессов. (ПК – 3, 4)
34. Динамическое программирование. (ОПК – 1, 4)
35. Численные методы моделирования. (ОПК – 1, 4)
36. Использование метода динамического программирования на примере оптимизации процесса нагрева металла. (ПК – 3, 4)
37. Методика и языки моделирования систем с помощью ЭВМ. (ПК – 3, 4)
38. Оптимизация системы методом деформированного симплекса. (ПК – 3, 4)
39. Особенности специализированных пакетов программ моделирования систем. (ПК – 3, 4)
40. Методика моделирования технологических процессов с распределенными параметрами. (ПК – 3, 4)

#### Перечень вопросов на экзамен

1. Что понимается под объектом моделирования? (ОПК – 1, 4)
2. Что такое гипотеза в моделировании? (ОПК – 1, 4)
3. Дайте определение модели. (ОПК – 1, 4)
4. Что такое математическая модель? (ОПК – 1, 4)
5. Приведите пример аналогии в физических процессах. (ОПК – 1, 4, ПК – 4)
6. Дайте классификацию процессов как объектов моделирования. (ОПК – 1, 4, ПК – 4)
7. Чем отличаются стохастические процессы от детерминированных? (ОПК – 1, 4)
8. Опишите постановку задачи моделирования в общем виде. (ОПК – 1, 4)
9. Дайте общую классификацию математических моделей. (ОПК – 1, 4)
10. Какова структура модели математического программирования? (ОПК – 1, 4)
11. Что понимают под структурно-параметрическим описанием объекта моделирования? (ОПК – 1, 4, ПК – 4)
12. В чем состоит различие между линейными и нелинейными моделями? (ОПК – 1, 4)
13. В каких случаях используется корреляционный коэффициент, а в каких – корреляционное отношение как критерий адекватности модели? (ПК – 4)
14. Дайте классификацию моделируемых процессов по характеру их протекания. (ПК – 4)
15. Перечислите основные этапы построения математической модели. (ОПК – 1, 4)
16. Опишите метод активного и пассивного эксперимента. Чем они отличаются? (ОПК – 1, 4, ПК – 4)
17. Какой математический аппарат используется при синтезе математических моделей детерминированных процессов? (ОПК – 1, 4)
18. Какие системы относят к системам с распределенными параметрами? (ОПК – 1, 4)
19. Что такое сплошная среда? (ОПК – 1, 4)
20. Каким уравнением в частных производных моделируется процесс теплопереноса? (ПК – 4)
21. В чем состоит идея метода аналогий? (ОПК – 1, 4)
22. Опишите экспериментально-статистический метод моделирования. (ОПК – 1, 4, ПК – 4)
23. Модели каких процессов описываются дифференциальными уравнениями? (ОПК – 1, 4, ПК – 4)
24. Сформулируйте, в чем заключается задача регрессионного анализа. (ОПК – 1, 4)

25. Какую величину называют случайной? Опишите основные типы случайных величин. (ОПК – 1, 4)
26. Что такое закон распределения случайной величины? (ОПК – 1, 4)
27. Назовите виды регрессионных зависимостей. (ОПК – 1, 4)
28. Какая характеристика служит для оценки качества линейной модели? Какие она может принимать значения? (ОПК – 1, 4, ПК – 4)
29. Опишите суть метода наименьших квадратов. (ОПК – 1, 4)
30. Какая характеристика служит для оценки качества нелинейной модели? Какие она может принимать значения? (ОПК – 1, 4)
31. Что такое корреляция? Какие виды корреляции вы знаете? (ОПК – 1, 4)
32. Как строится линия регрессии? (ОПК – 1, 4)
33. Опишите метод построения гистограммы. (ОПК – 1, 4)
34. В чем заключается содержательный анализ остатков модели? (ОПК – 1, 4, ПК – 4)
35. Сформулируйте задачу безусловной оптимизации. (ОПК – 1, 4)
36. Каковы необходимые и достаточные условия оптимальности в задачах одномерной безусловной оптимизации? (ОПК – 1, 4, ПК – 4)
37. В чем состоит свойство унимодальной функций? (ОПК – 1, 4)
38. Сформулируйте утверждение, на которое опираются все методы одномерной минимизации. (ОПК – 1, 4, ПК – 4)
39. Опишите алгоритм, позволяющий найти начальный отрезок локализации минимума. (ОПК – 1, 4, ПК – 4)
40. Назовите преимущества и недостатки методов дихотомии, Фибоначчи и золотого сечения. (ОПК – 1, 4, ПК – 4)
41. В чем состоит суть интерполяционных методов минимизации? (ОПК – 1, 4)
42. Дайте определение направления убывания. Сформулируйте необходимые и достаточные условия направления убывания. (ОПК – 1, 4)
43. В чем состоит общая идея методов спуска? Укажите хотя бы один метод, являющийся методом спуска. (ОПК – 1, 4)
44. Что такое моно- и мультимодальные функции? (ОПК – 1, 4)
45. Определите хотя бы один отрезок унимодальной функции  $f(x) = x - 2x^2 + 0,2x^5$ . (ПК – 4)
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. (ПК – 4)
47. Дана функция Розенброка  $f(x) = 100(y - x^2)^2 + (1 - x)^2$  и начальная точка  $x(0) = (-1,2; 0)$ . Найдите точку локального минимума этой функции, пользуясь методом покоординатного спуска, с точностью до 0,2. (ПК – 4)
48. В процессе поиска точки минимума функции Розенброка 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. (ПК – 4)
49. Сформулируйте общую задачу оптимизации. (ОПК – 1, 4)
50. Дайте определение следующих понятий: целевая функция, допустимое множество, допустимая точка, решение задачи оптимизации. (ОПК – 1, 4)
51. Перечислите основные этапы реализации оптимизационной задачи. (ОПК – 1, 4, ПК – 4)
52. Охарактеризуйте основные направления применения методов оптимизации в инженерной деятельности. (ПК – 4)
53. Приведите примеры оптимизационных задач из практики. (ПК – 4)
54. Дайте классификацию задач оптимизации. (ОПК – 1, 4)
55. В чем отличие локального минимума от глобального? Проиллюстрируйте примером. (ОПК – 1, 4, ПК – 4)
56. Дайте определение строгого минимума. (ОПК – 1, 4)



57. Сформулируйте теорему Вейерштрасса о существовании решения задачи оптимизации. (ОПК – 1, 4)
58. Что понимается под характеристиками задачи оптимизации? (ОПК – 1, 4)
59. В чем состоит общая суть всех критериев оптимальности допустимой точки? (ОПК – 1, 4, ПК – 4)
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)  $f = x - 2\sin x^2$ . (ПК – 4)
61. Сформулируете общую задачу линейного программирования. (ОПК – 1, 4, ПК – 4)
62. Чем отличается основная задача ЛП от общей? (ОПК – 1, 4, ПК – 4)
63. Чем отличается общая задача ЛП от канонической? (ОПК – 1, 4, ПК – 4)
64. Всегда ли общую задачу ЛП можно привести к канонической форме? Опишите метод приведения общей задачи к каноническому виду. (ОПК – 1, 4, ПК – 4)
65. Какие ограничения называют жесткими (нежесткими)? (ОПК – 1, 4, ПК – 4)
66. Приведите примеры существенных и несущественных ограничений. (ОПК – 1, 4, ПК – 4)
67. Чем отличается выпуклый многогранник от выпуклого многогранного множества? (ОПК – 1, 4, ПК – 4)
68. Дайте определение угловой точки выпуклого многогранного множества. (ОПК – 1, 4, ПК – 4)
69. Сформулируйте основную теорему линейного программирования. (ОПК – 1, 4, ПК – 4)
70. В чем заключается первая геометрическая интерпретация задачи ЛП? (ОПК – 1, 4, ПК – 4)
71. В чем состоит идея геометрического метода решения задачи ЛП? Для каких задач он применим? (ОПК – 1, 4, ПК – 4)
72. В чем заключается вторая геометрическая интерпретация задачи ЛП? (ОПК – 1, 4, ПК – 4)
73. Дайте определения следующих понятий: опорная точка (опорный план) допустимого множества, базис опорной точки, базисные переменные. (ОПК – 1, 4)
74. Дайте определение двойственной задачи ЛП. (ОПК – 1, 4)
75. Каким свойством обладает отношение двойственности? (ОПК – 1, 4)
76. Перечислите основные свойства пары двойственных задач (теоремы двойственности). (ОПК – 1, 4)
77. Каково практическое значение теорем двойственности? (ПК – 4)
78. Какая из теорем двойственности является критерием оптимальности для задач ЛП и в чем ее суть? (ОПК – 1, 4, ПК – 4)
79. Дайте содержательную формулировку и математическую постановку транспортной задачи? (ОПК – 1, 4)
80. Что такое условие баланса и какова его роль в транспортных задачах? (ПК – 4)
81. Сформулируйте задачу целочисленного линейного программирования. (ОПК – 1, 4, ПК – 4)
82. Для каких оптимизационных задач применяется метод динамического программирования? (ОПК – 1, 4, ПК – 4)
83. В чем заключается суть метода динамического программирования? (ОПК – 1, 4, ПК – 4)
84. Сформулируйте принцип оптимальности Беллмана. (ОПК – 1, 4)
85. Дайте понятие идентификации в широком и узком смысле. (ОПК – 1, 4)
86. Опишите структурную схему процесса идентификации. (ОПК – 1, 4)
87. Что понимают под структурной идентификацией? (ОПК – 1, 4)
88. Перечислите методы структурной идентификации и дайте их краткое описание. (ОПК – 1, 4)
89. В чем состоит суть метода параметрической идентификации? (ОПК – 1, 4)
90. Охарактеризуйте особенности идентификации стохастических и динамических моделей. (ОПК – 1, 4)
91. Что является критерием идентичности модели и объекта? (ОПК – 1, 4, ПК – 4)
92. Что такое адаптивная и неадаптивная идентификация? (ОПК – 1, 4)
93. Что является предметом структурной идентификации? (ОПК – 1, 4)
94. Какие задачи необходимо решить при выборе структуры объекта? (ОПК – 1, 4, ПК – 4)

95. Какова цель параметрической идентификации? (ОПК – 1, 4)  
96. Что такое функция локальной невязки? (ОПК – 1, 4)  
97. Какие критерии могут быть использованы в качестве суммарной невязки? (ОПК – 1, 4, ПК – 4)  
98. При каком значении относительной невязки модель считается адекватной? (ПК – 4)  
99. Перечислите источники возникновения и распространения погрешностей. (ОПК – 1, 4, ПК – 4)

### Фонд тестовых заданий

1. Назначение: Используются для проведения текущей аттестации по дисциплине «Методы моделирования и оптимизации материалов и технологических процессов»  
2. В тест включены три вопроса и предложено четыре варианта ответа на каждый вопрос. На один вопрос может быть только один правильный вариант ответа.  
3. Регламент выполнения тестирования: - Время на выполнения тестовых заданий - до 15 мин  
- Способ контроля: проверка вариантов ответов.  
5. Шкала оценивания:  
«Зачтено» - если студентом на два вопроса из трех выбраны правильные варианты ответов.  
«Не зачтено» - если студент на более чем один вопрос дает неправильный ответ.

### Образцы вопросов из фонда тестовых заданий

#### Задание № 1 (ОПК – 1, 4)

Своеобразный инструмент познания, который исследователь ставит между собой и объектом и с помощью которого изучает интересующий его объект – это:

- а) аналог; б) модель; в) объект-заместитель; г) абстракция.

#### Задание № 2(ОПК – 1, 4, ПК – 4)

Наличие некоторых данных об объекте-оригинале необходимо на этапе:

- а) построения модели; б) изучения модели; в) переноса знаний с модели на объект-оригинал; г) проверки и применения знаний.

#### Задание № 3(ОПК – 1, 4)

При моделировании использование знаний для построения обобщающей теории объекта, его преобразования или управления им происходит на этапе:

- а) построения модели; б) изучения модели; в) переноса знаний с модели на объект-оригинал; г) проверки и применения знаний.

#### Задание № 4(ПК-4)

При моделировании знания об исследуемом объекте расширяются и уточняются, ошибки в построении модели исправляются, а построенная исходная модель постепенно совершенствуется за счет:

- а) повторения цикла моделирования; б) построения новой теории объекта; в) использования специфических форм абстракций, аналогий, гипотез; г) переноса знаний с модели на объект-оригинал.

#### Задание № 5(ПК-4)

Динамические модели выделяют в отдельный класс по следующему признаку:

- а) по уровню моделируемого объекта в хозяйственной иерархии; б) по характеру; в) по

предназначению (цели создания и применения) модели; г) по временному признаку; д) по форме отображения причинно-следственных связей; е) по способу отражения действительности.

**Задание № 6 (ПК-4)**

Какой из перечисленных методов применяется при решении задачи целочисленного программирования:

а) метод Эрроу-Гурвица; б) метод искусственного базиса; в) метод Гомори; г) метод минимальной стоимости.

**Задание № 7 (ОПК – 1, 4)**

Примером градиентных методов, при котором исследуемые точки не выходят за границы области допустимых решений задачи является:

а) метод Франка-Вульфа; б) метод штрафных функций; в) метод Эрроу-Гурвица; г) правильного ответа нет.

**Задание № 8 (ОПК – 1, 4)**

Моделирование – это процесс:

а) использования абстракций, аналогий, гипотез, других категорий; б) методов познания; в) познания интересующего исследователя объекта-оригинала с помощью модели; г) построения, изучения и применения моделей; д) опосредованного познания с помощью объектов-заместителей.

**Задание № 9 (ОПК – 1, 4, ПК – 4)**

Процесс моделирования включает следующие элементы:

а) субъект (исследователь), объект исследования, модель; б) познающий субъект и познаваемый объект; в) гипотеза, знания, модель; г) объект-оригинал, система знаний об объекте-оригинале, субъект.

**Задание № 10 (ОПК – 1, 4, ПК – 4)**

Если результат связан с признаками сходства оригинала и модели, то это дает основания при моделировании проводить этап:

а) построения модели; б) изучения модели; в) переноса знаний с модели на объект-оригинал; г) проверки и применения знаний.

**Задание № 11 (ОПК – 1, 4, ПК – 4)**

Если результат связан с признаками сходства оригинала и модели, то это дает основания при моделировании проводить этап:

а) построения модели; б) изучения модели; в) переноса знаний с модели на объект-оригинал; г) проверки и применения знаний.

**Задание № 12 (ОПК – 1, 4)**

Процесс моделирования является:

а) двухэтапным циклом; б) трехэтапным циклом; в) четырехэтапным циклом; г) нециклическим процессом;

**Задание № 13 (ОПК – 1, 4)**

Задачи многомерной оптимизации выделяют в отдельный класс по следующему признаку классификации:

а) количество переменных; б) отражение влияния случайных факторов; в) отображение влияния времен; г) структура функций, которые входят в состав задачи.

**Задание № 14 (ОПК – 1, 4, ПК – 4)**

В математической модели задачи целочисленного программирования целевая функция и функции в системе ограничений могут быть

а) только линейными; б) только нелинейными; в) как линейными, так и нелинейными.

**Задание № 15 (ОПК – 1, 4, ПК – 4)**

Градиентом называется:

- а) вектор с координатами  $C = (C_1, C_2)$ , указывающий направление убывания целевой функции;
- б) прямая вида  $C_1X_1 + C_2X_2 = h$ , ( $h$  – константа), отражающая частный случай целевой функции;
- в) вектор с координатами  $C = (C_1, C_2)$ , указывающий направление возрастания целевой функции;
- г) выпуклое множество, образованное пересечением полуплоскостей, графически отражающих ограничения задачи.

**Задание № 16 (ОПК – 1, 4)**

Коэффициентами целевой функции двойственной задачи являются:

- а) коэффициенты при переменных прямой задачи; б) свободные члены системы ограничений прямой задачи; в) коэффициенты целевой функции прямой задачи; г) правильного ответа нет.

**Задание № 17(ОПК – 1, 4)**

Математическое моделирование – это ...

- а) вид моделирования, который состоит в замене изучения некоторого объекта или явления экспериментальным исследованием его модели, имеющей ту же физическую природу.
- б) метод познания, заключающийся в процессе построения и изучения математических моделей.
- с) процесс выявления существенных признаков рассматриваемого объекта.
- д) такое моделирование, при котором реальному объекту ставится в соответствие его увеличенный или уменьшенный материальный аналог, допускающий исследование с помощью последующего перенесения свойств изучаемых процессов и явлений с модели на объект на основе теории подобия.

**Задание № 18(ОПК – 1, 4)**

Математические модели по характеру зависимости входных параметров от выходных классифицируют ...

- а) непрерывные и дискретные.
- б) детерминированные и стохастические.
- с) статические и динамические.
- д) статические и динамические (непрерывные и дискретные).

**Задание № 19(ОПК – 1, 4)**

Математические модели по отношению ко времени классифицируют ...

- а) статические и динамические.
- б) все вышеперечисленное.
- с) непрерывные и дискретные.
- д) статические и динамические (непрерывные и дискретные).

**Задание № 20(ОПК – 1, 4)**

Математическая модель – это ...

- а) уравнение или система уравнений адекватно описывающие технологический процесс.
- б) модель, создаваемая путем замены объектов моделирующими устройствами, которые

имитируют определённые характеристики либо свойства этих объектов.

с) приближенное описание какого-либо класса явлений внешнего мира, выраженное с помощью математической символики.

д) верно А и С.

**Задание № 21(ПК – 3, 4)**

Натурное моделирование - это ...

а) метод познания, заключающийся в процессе построения и изучения математических моделей.

б) проведение исследований на реальном объекте с последующей обработкой результатов эксперимента.

с) все вышеперечисленное.

д) метод экспериментального изучения различных физических явлений, основанный на их физическом подобии.

**Задание № 22(ОПК – 1, 4)**

В математической модели в отличие от физической ...

а) верно б и с.

б) допускается изменение начальных условий процесса.

с) допускается изменение коэффициентов уравнения, адекватно описывающего исследуемый процесс.

д) изучение природных явлений происходит в специально созданных условиях.

**Задание № 23(ПК – 3, 4)**

Моделирование применяется для ...

а) Все вышеперечисленное.

б) Рационализации способов построения вновь конструируемых объектов.

с) Прогнозирования поведения.

д) для определения или уточнения характеристик явлений, процессов, объектов.

**Задание № 24(ПК – 3, 4)**

В процессе математического моделирования формируются прямые и обратные связи между ...

а) объектом, моделью и алгоритмом.

б) объектом и моделью.

с) объектом, моделью, программой и алгоритмом.

д) моделью, алгоритмом и программой.

**Задание № 25(ОПК – 1, 4)**

К математическим методам моделирования ...

а) статистические методы изучения случайных процессов.

б) методы проведения численных экспериментов.

с) метод планирования эксперимента.

д) верно все перечисленное.

**Задание № 26(ОПК – 1, 4)**

Физическое моделирование - это ...

а) метод экспериментального изучения различных физических явлений, основанный на их физическом подобии.

б) верно А и В.

с) исходный документ для испытания изделия.

д) изучение объектов одной физической природы с помощью объектов, имеющих другую физическую природу, но одинаковое с ними математическое описание.