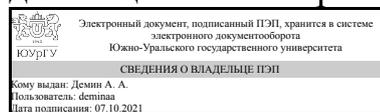


# ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:  
Директор института  
Институт открытого и  
дистанционного образования



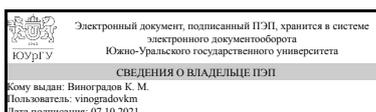
А. А. Демин

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

**дисциплины** ДВ.1.02.02 Методы анализа и обработки экспериментальных данных в металлургии  
**для направления** 22.03.02 Металлургия  
**уровень** бакалавр **тип программы** Академический бакалавриат  
**профиль подготовки** Электromеталлургия стали  
**форма обучения** заочная  
**кафедра-разработчик** Техника, технологии и строительство

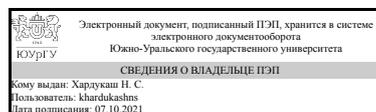
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 22.03.02 Металлургия, утверждённым приказом Минобрнауки от 04.12.2015 № 1427

Зав.кафедрой разработчика,  
к.техн.н., доц.



К. М. Виноградов

Разработчик программы,  
старший преподаватель



Н. С. Хардукаш

## 1. Цели и задачи дисциплины

Научить основам методологии математического моделирования, способам построения, реализации и практического применения математических моделей процессов, происходящих при производстве и обработке металлов и сплавов

### Краткое содержание дисциплины

Дается понятие моделирования, как способа исследования процессов и объектов. Приводятся основные принципы и виды моделирования. Рассматриваются общие принципы и этапы математического моделирования. Рассматриваются способы построения кибернетических математических моделей, проекционные методы моделирования. Рассматриваются основные пути решения оптимизационных задач. Приводятся примеры математического моделирования металлургических процессов и объектов.

## 2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУНы)
ПК-5 способностью выбирать и применять соответствующие методы моделирования физических, химических и технологических процессов	Знать: Существующие методы построения имитационных математических моделей
	Уметь: Выбирать наиболее подходящий метод моделирования
	Владеть: Основными приемами построения конечно-элементных моделей
ПК-3 готовностью использовать физико-математический аппарат для решения задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности	Знать: Математическое описание оптимизационных задач
	Уметь: Выбирать способ решения оптимизационной задачи
	Владеть: Навыками построения алгоритма оптимизации
ПК-2 способностью выбирать методы исследования, планировать и проводить необходимые эксперименты, интерпретировать результаты и делать выводы	Знать: Существующие методы математического моделирования
	Уметь: Разрабатывать планы эксперимента для получения кибернетических моделей
	Владеть: Навыками обработки результатов моделирования

## 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Б.1.07 Информатика и программирование, ДВ.1.03.01 Тепломассообмен в процессах и материалах	Не предусмотрены

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Дисциплина	Требования
Б.1.07 Информатика и программирование	Умения разрабатывать алгоритмы программной реализации математических моделей
ДВ.1.03.01 Тепломассообмен в процессах и материалах	Умения численного моделирования температурных полей

#### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч.

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		9	
Общая трудоёмкость дисциплины	108	108	
<i>Аудиторные занятия:</i>	12	12	
Лекции (Л)	4	4	
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	8	8	
Лабораторные работы (ЛР)	0	0	
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	96	96	
Самостоятельная подготовка к практическим занятиям	96	96	
Вид итогового контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	зачет	

#### 5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Эксперимент как предмет исследования	3	1	2	0
2	Предварительная обработка экспериментальных данных	3	1	2	0
3	Анализ результатов эксперимента	3	1	2	0
4	Компьютерные методы статистической обработки результатов	3	1	2	0

##### 5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Понятие эксперимента. Классификация видов экспериментальных исследований.	1
2	2	Вычисление параметров эмпирических распределений. Оценивание с помощью доверительного интервала. Статистические гипотезы. Отсев грубых погрешностей. Сравнение двух рядов наблюдений. Критерии согласия. Проверка гипотез о виде функции распределения. Преобразование распределений к нормальному.	1
3	3	Характеристика видов связей между рядами наблюдений. Определение	1

		коэффициентов уравнения регрессии. Определение тесноты связи между величинами. Линейная парная регрессия. Проверка адекватности модели и ее коэффициентов. Линейная множественная регрессия. Нелинейная регрессия.	
4	4	Виды прикладных пакетов существующих на рынке.	1

## 5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	1	Предварительная обработка экспериментальных данных	2
2	2	Предварительная обработка экспериментальных данных	2
3	3	Анализ результатов эксперимента. Часть 1	2
4	4	Компьютерные методы статистической обработки результатов.	2

## 5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

## 5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС		
Вид работы и содержание задания	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц)	Кол-во часов
Самостоятельная подготовка к практическим занятиям	1. Цымбал, В.П. Математическое моделирование металлургических процессов / В.П. Цымбал. - М.: Металлургия, 1986. - 240 с. 2. Арутюнов, В.А. Математическое моделирование тепловой работы промышленных печей / В.А. Арутюнов, В.В. Бухмиров, С.А. Крупенников. - М.: Металлургия, 1990. - 239 с. 3. Гун, Г.Я. Математическое моделирование процессов обработки металлов давлением / Г.Я. Гун. - М.: Металлургия, 1983. - 352 с.	96

## 6. Инновационные образовательные технологии, используемые в учебном процессе

Инновационные формы учебных занятий	Вид работы (Л, ПЗ, ЛР)	Краткое описание	Кол-во ауд. часов
Лекция в форме "Мастер-класс"	Лекции	При объяснении сущности математических методов моделирования материал излагается последовательно, начиная с общих физических закономерностей, положенных в основу математического описания, с постепенным переходом к конечному результату. В процессе изложения рассматриваются различные варианты, в том числе и ошибочные, демонстрируются парадоксы, к которым приводят ошибочные варианты, выполняется анализ, который в конечном итоге приводит к правильному выводу	4

## Собственные инновационные способы и методы, используемые в образовательном процессе

Не предусмотрены

Использование результатов научных исследований, проводимых университетом, в рамках данной дисциплины: нет

### 7. Фонд оценочных средств (ФОС) для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

#### 7.1. Паспорт фонда оценочных средств

Наименование разделов дисциплины	Контролируемая компетенция ЗУНы	Вид контроля (включая текущий)	№№ заданий
Основные принципы построения математических моделей	ПК-2 способностью выбирать методы исследования, планировать и проводить необходимые эксперименты, интерпретировать результаты и делать выводы	текущий (допуск к практическим занятиям)	1-3
Постановка и пути решения оптимизационных задач	ПК-3 готовностью использовать физико-математический аппарат для решения задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности	текущий (допуск к практическим занятиям)	1-4
Примеры математического моделирования металлургических процессов и объектов	ПК-5 способностью выбирать и применять соответствующие методы моделирования физических, химических и технологических процессов	текущий (допуск к практическим занятиям)	1-3
Все разделы	ПК-2 способностью выбирать методы исследования, планировать и проводить необходимые эксперименты, интерпретировать результаты и делать выводы	Экзамен	1-2
Все разделы	ПК-3 готовностью использовать физико-математический аппарат для решения задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности	Экзамен	1-2
Все разделы	ПК-5 способностью выбирать и применять соответствующие методы моделирования физических, химических и технологических процессов	Экзамен	1-2

#### 7.2. Виды контроля, процедуры проведения, критерии оценивания

Вид контроля	Процедуры проведения и оценивания	Критерии оценивания
текущий (допуск к практическим занятиям)	зачтено/не зачтено	Зачтено: Получен правильный ответ не менее, чем на 2 вопроса Не зачтено: Получен правильный ответ менее, чем на 2 вопроса, или правильных ответов вообще не получено

Экзамен		<p>Отлично: Получен полный ответ на оба вопроса билета</p> <p>Хорошо: На один вопрос билета получен полный ответ, на второй вопрос билета получен не полный ответ</p> <p>Удовлетворительно: Получен не полный ответ на оба вопроса билета</p> <p>Неудовлетворительно: Как минимум на один вопрос билета ответ отсутствует</p>
---------	--	---

### 7.3. Типовые контрольные задания

Вид контроля	Типовые контрольные задания
текущий (допуск к практическим занятиям)	<p>Практическое занятие №1</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Что такое алгоритм</li> <li>2. В каком виде представляется схема алгоритма</li> <li>3. В каком направлении идет перемещение между блоками по умолчанию</li> </ol> <p>Практическое занятие №2</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Что такое уравнение регрессии</li> <li>2. Как выбрать вид уравнения регрессии</li> <li>3. Как определяются коэффициенты уравнения регрессии</li> </ol> <p>Практическое занятие №3</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. В чем сущность проекционного метода решения краевых задач</li> <li>2. Что следует учитывать при выборе координатных функций</li> <li>3. Какие алгоритмы используются для поиска параметров приближенного решения</li> </ol> <p>Практическое занятие №4</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. В чем заключается сущность метода конечных элементов</li> <li>2. Что необходимо выполнить при дискретизации области определения задачи</li> <li>3. Что такое функция формы элемента и как ее получить</li> </ol> <p>Практические занятия №5, 6</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Какие задачи решаются методами математического программирования</li> <li>2. Для решения каких задач служит линейное программирование</li> <li>3. В чем сущность метода сопряженных градиентов</li> <li>4. В чем сущность метода симплекс плановой минимизации</li> </ol> <p>Практические занятия №7,8</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Что относится к входным воздействиям модели кислородно-конверторного процесса</li> <li>2. Что является выходными параметрами</li> <li>3. Какие общие теоретические концепции положены в основу модели</li> </ol>
Экзамен	<p>Билет №1</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Понятие моделирования, модели, виды моделирования</li> <li>2. Глобальная аппроксимация в методе конечных элементов</li> </ol> <p>Билет №2</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Сущность и основные этапы процесса оптимизации</li> <li>2. Виды граничных условий и способы их удовлетворения</li> </ol> <p>Билет №3</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Понятие математической модели, виды математических моделей, основные подходы к построению математических моделей</li> <li>2. Постановка оптимизационной задачи математического программирования</li> </ol>

	<p>Билет №4</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Основные этапы построения гносеологической математической модели</li> <li>2. Метод сопряженных градиентов</li> </ol>
	<p>Билет №5</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Теоретические основы моделирования металлургических объектов</li> <li>2. Метод градиентного спуска</li> </ol>
	<p>Билет №6</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Уравнение регрессии и методика его построения для случая двух переменных</li> <li>2. Задача линейного программирования и ее геометрическая интерпретация для случая двух управляющих параметров</li> </ol>
	<p>Билет №7</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Способы планирования полного факторного вычислительного эксперимента, построение уравнения регрессии для случая <math>m</math> переменных</li> <li>2. Симплексный метод поиска минимума целевой функции</li> </ol>
	<p>Билет №8</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Иерархическая структура методов решения краевых задач математической физики</li> <li>2. Динамическое программирование</li> </ol>
	<p>Билет №9</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Метод Ритца</li> <li>2. Постановка задачи и основные понятия теории оптимального управления</li> </ol>
	<p>Билет №10</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Решение краевых задач методом наименьших квадратов</li> <li>2. Алгоритм поиска управления оптимального по быстродействию</li> </ol>
	<p>Билет №11</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Решение краевой задачи методом Бубнова-Галеркина</li> <li>2. Метод градиентного спуска</li> </ol>
	<p>Билет №12</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Сущность метода конечных элементов и его основные этапы</li> <li>2. Алгоритм поиска управления оптимального по расходу ресурсов</li> </ol>
	<p>Билет №13</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Дискретизация области определения задачи в методе конечных элементов</li> <li>2. Постановка задачи оптимального управления нагревом металла в камерной печи</li> </ol>
	<p>Билет №14</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Локальная аппроксимация (на примере комплекс-элемента)</li> <li>2. Принцип максимума Поршнягина</li> </ol>
	<p>Билет №15</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Понятие алгоритма. Основные правила построения схемы алгоритмов</li> <li>2. Алгоритм поиска управления оптимального по наилучшему приближению к цели</li> </ol>

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Печатная учебно-методическая документация

#### а) основная литература:

1. Цымбал, В. П. Математическое моделирование металлургических процессов Учеб. пособие для вузов по спец. "Автоматизация металлург. пр-ва". - М.: Металлургия, 1986. - 239 с. ил.

2. Арутюнов, В. А. Математическое моделирование тепловой работы промышленных печей Под ред. в. А. Арутюнова. - М.: Metallurgy, 1990. - 232,(6) с. ил.

*б) дополнительная литература:*

1. Выдрин, А. В. Математическое моделирование сложных систем в металлургии [Текст] учеб. пособие по направлению 22.03.02 "Металлургия" и др. А. В. Выдрин, Е. А. Шкуратов, М. А. Соседкова ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Процессы и машины обработки металлов давлением ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2016. - 75, [1] с. ил.

*в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:*  
Не предусмотрены

*г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:*

1. Расчет на ЭВМ кинематических и энергосиловых параметров процесса прокатки: методические указания / составители: Л.М. Агеев, А.В. Выдрин. - Челябинск: ЧГТУ, 1995.

2. Расчет на ЭВМ кинематических и энергосиловых параметров процесса прокатки: методические указания / составители: Л.М. Агеев, А.В. Выдрин. - Челябинск: ЧГТУ, 1995.

*из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:*

1. Расчет на ЭВМ кинематических и энергосиловых параметров процесса прокатки: методические указания / составители: Л.М. Агеев, А.В. Выдрин. - Челябинск: ЧГТУ, 1995.

### **Электронная учебно-методическая документация**

Нет

### **9. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса**

Перечень используемого программного обеспечения:

Нет

Перечень используемых информационных справочных систем:

Нет

### **10. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Лекции	ДОТ (ДОТ)	Компьютер