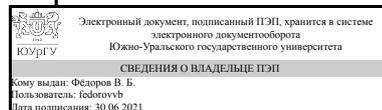


УТВЕРЖДАЮ:  
Декан факультета  
Аэрокосмический



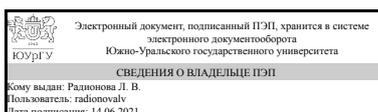
В. Б. Фёдоров

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

**дисциплины** ДВ.1.01.01 Математическое моделирование и оптимизация при производстве и испытаниях боеприпасов  
**для специальности** 17.05.01 Боеприпасы и взрыватели  
**уровень** специалист **тип программы** Специалитет  
**специализация** Технология производства, снаряжения и испытаний боеприпасов  
**форма обучения** очная  
**кафедра-разработчик** Процессы и машины обработки металлов давлением

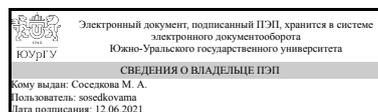
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 17.05.01 Боеприпасы и взрыватели, утверждённым приказом Минобрнауки от 12.09.2016 № 1161

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



Л. В. Радионова

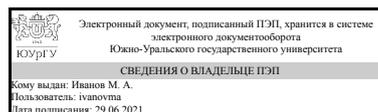
Разработчик программы,  
старший преподаватель



М. А. Соседкова

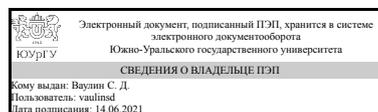
СОГЛАСОВАНО

Декан факультета разработчика  
к.техн.н., доц.



М. А. Иванов

Зав.выпускающей кафедрой  
Двигатели летательных  
аппаратов  
д.техн.н., проф.



С. Д. Ваулин

## 1. Цели и задачи дисциплины

Цели: формирование представления о месте и роли математического моделирования технологических процессов при решении профессиональных задач; формирование навыков построения математических моделей. Задачи: изучение методов математического моделирования, получение навыков определения целей и задач моделирования; получение знаний и навыков необходимых для применения методов математического моделирования при исследовании технологических процессов; получение знаний и навыков, необходимых для подготовки, проведения, обработки результатов экспериментов и их интерпретации; получение знаний и навыков необходимых для решения оптимизационных задач; ознакомление с типичными математическими моделями технологических процессов и объектов в сфере профессиональной деятельности.

## Краткое содержание дисциплины

Моделирование как способ исследования технологических объектов. Математическая модель и математическое моделирование. Кибернетические модели. Краевые задачи и методы их решения. Проекционные методы. Метод конечных элементов. Задачи оптимизации технологических объектов и методы их решения.

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

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУНы)
ПК-9 способностью самостоятельно разрабатывать математические модели физических процессов при функционировании образцов боеприпасов и взрывателей	Знать: основные подходы к разработке математических моделей физических процессов; основные классы математических моделей; теоретические основы построения математических моделей; методы экспериментального построения математических моделей; основы системного подхода к исследованию технологических процессов и производственных объектов.
	Уметь: строить простые математические модели; проводить декомпозицию исследуемых систем на составные части в соответствии с функциональными и конструктивными признаками; планировать, проводить и обрабатывать результаты экспериментальных исследований; отыскивать, с использованием математических моделей, оптимальные решения в условиях различных ограничений.
	Владеть: навыками построения теоретических и экспериментальных математических моделей; навыками системного анализа; навыками отыскания оптимальных решений.
ПК-10 способностью составлять и отлаживать прикладные программы по разработанным математическим моделям	Знать: основы построения вычислительных алгоритмов и основы программирования.
	Уметь: строить алгоритмы для реализации простейших математических моделей,

разрабатывать и отлаживать программы по разработанным математическим моделям.

Владеть: навыками написания и отладки программ.

### 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Б.1.11 Информатика и программирование, Б.1.09.03 Специальные главы математики	Б.1.40 Конструкторско-технологическая подготовка производства средств поражения, В.1.04 Практикум по виду профессиональной деятельности, Б.1.42 Технология производства и снаряжения боеприпасов, В.1.11 Автоматизация процессов производства, снаряжения и испытания боеприпасов, ДВ.1.05.02 Основы технологии сборки при производстве боеприпасов

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

Дисциплина	Требования
Б.1.11 Информатика и программирование	Знать основы построения алгоритмов решения задач. Уметь разрабатывать алгоритмы и программы для решения прикладных задач. Иметь навыки программирования в различных средах.
Б.1.09.03 Специальные главы математики	Знать физический и геометрический смысл производных и интегралов, методы решения систем линейных и обыкновенных дифференциальных уравнений, основы численных методов решения систем дифференциальных уравнений. Иметь представление о дифференциальных уравнениях в частных производных. Уметь применять эти методы при решении конкретных задач.

### 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
		4
Общая трудоемкость дисциплины	108	108
<i>Аудиторные занятия:</i>	48	48
Лекции (Л)	16	16

Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	32	32
Лабораторные работы (ЛР)	0	0
Самостоятельная работа (СРС)	60	60
Подготовка к зачету	15	15
Подготовка к текущим занятиям и контрольным точкам	10	10
Оформление расчетного задания	5	5
Выполнение курсовой работы	30	30
Вид итогового контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	диф.зачет, КР

## 5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Основы математического моделирования	12	4	8	0
2	Кибернетические математические модели.	12	4	8	0
3	Проекционные методы решения краевых задач.	12	4	8	0
4	Задачи оптимизации и управление технологическими объектами.	12	4	8	0

### 5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Понятие моделирования как способа исследования технологических объектов. Основные виды моделирования. Понятие модели. Задачи, решаемые при моделировании технологических объектов.	1
2	1	Понятие математической модели и математического моделирования. Цели математического моделирования технологических объектов. Классификация математических моделей. Подходы к построению математической модели.	2
3	1	Этапы построения современной математической модели. Компьютерное моделирование. Алгоритм решения задачи. Блок-схема алгоритма. Требования к математическим моделям.	1
4	2	Принципы построения кибернетических моделей. Правила выбора факторов и параметров модели. Математическое планирование эксперимента, виды математических моделей при планировании эксперимента. Этапы планирования и обработки результатов эксперимента.	2
5	2	Математическая постановка задачи регрессионного анализа. Понятие линейной и нелинейной регрессии. Однофакторная и многофакторная регрессионная зависимость. Метод наименьших квадратов.	2
6	3	Понятие краевой задачи и требования к ней. Понятие прямых методов решения краевой задачи. Последовательность приближенных решений.	1
7	3	Проекционные методы: общая структура, метод Ритца, метод наименьших квадратов, метод Галеркина.	1
8	3	Сущность метода конечных элементов. Основные этапы решения задачи. Дискретизация, типы конечных элементов, симплекс элементы. Локальная аппроксимация. Глобальная аппроксимация. Граничные условия.	2
9	4	Постановка и классификация задач оптимизации. Задача оптимизации технологических объектов. Сущность оптимизации.	1
10	4	Математическое программирование. Линейное программирование.	2

		Симплексный метод решения задачи линейного программирования.	
11	4	Динамическое программирование.	1

## 5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	1	Рабочая программа дисциплины, бально-рейтинговая система. Примеры математических моделей: задача о рационе, транспортная задача.	2
2	1	Разработка простейших алгоритмов решения задач.	6
3	2	Линейный регрессионный анализ на примере функции одной независимой переменной. Вывод формул для расчета коэффициентов линейной модели.	4
4	2	Проведение вычислительного эксперимента для определения зависимости температуры полосы при прокатке от размеров полосы и обработка результатов методом линейного регрессионного анализа на ЭВМ.	4
5	3	Численные методы решения задач на примере численного интегрирования.	4
6	3	Решение уравнения стационарной теплопроводности с использованием метода конечных элементов.	4
7	4	Решение задачи оптимизации сортамента выпускаемой продукции для достижения максимальной прибыли графическим методом линейного программирования.	4
8	4	Решение задачи оптимизации закупки сырья для производства продукции с целью достижения максимальной прибыли симплексным методом.	4

## 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
Подготовка к текущим занятиям и контрольным точкам	см. список литературы	10
Выполнение курсовой работы	см. список литературы	30
Оформление расчетного задания	см. список литературы	5
Подготовка к зачету	см. список литературы	15

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

Не предусмотрены

## 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
Все разделы	ПК-9 способностью самостоятельно разрабатывать математические модели физических процессов при функционировании образцов боеприпасов и взрывателей	Дифференцированный зачет	Вопросы к зачету
Все разделы	ПК-10 способностью составлять и отлаживать прикладные программы по разработанным математическим моделям	Дифференцированный зачет	Вопросы к зачету
Все разделы	ПК-10 способностью составлять и отлаживать прикладные программы по разработанным математическим моделям	Курсовая работа	Типовое задание на курсовую работу
Все разделы	ПК-9 способностью самостоятельно разрабатывать математические модели физических процессов при функционировании образцов боеприпасов и взрывателей	Контрольные точки 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11	Вопросы к контрольным точкам
Кибернетические математические модели.	ПК-10 способностью составлять и отлаживать прикладные программы по разработанным математическим моделям	Расчетное задание	Типовое расчетное задание
Основы математического моделирования	ПК-9 способностью самостоятельно разрабатывать математические модели физических процессов при функционировании образцов боеприпасов и взрывателей	Контрольная работа 1	-
Проекционные методы решения краевых задач.	ПК-9 способностью самостоятельно разрабатывать математические модели физических процессов при функционировании образцов боеприпасов и взрывателей	Контрольная работа 2	-
Все разделы	ПК-9 способностью самостоятельно разрабатывать математические модели физических процессов при функционировании образцов боеприпасов и взрывателей	Контрольная точка 12	-
Все разделы	ПК-10 способностью составлять и	Контрольная точка 13	-

	отлаживать прикладные программы по разработанным математическим моделям		
Все разделы	ПК-10 способностью составлять и отлаживать прикладные программы по разработанным математическим моделям	Контрольная точка 14	-

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

Вид контроля	Процедуры проведения и оценивания	Критерии оценивания
Дифференцированный зачет	<p>На зачете оценивается учебная деятельность обучающегося по дисциплине на основе полученных оценок за контрольно-рейтинговые мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации. При оценивании результатов учебной деятельности обучающегося по дисциплине используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179).</p> <p>Рейтинг обучающегося по каждому мероприятию, проведенному в рамках текущего контроля, рассчитывается как процент набранных студентом баллов на контрольном мероприятии от максимально возможных баллов за данное мероприятие.</p> <p>Рейтинг обучающегося по текущему контролю определяется как средний рейтинг по всем мероприятиям текущего контроля с учетом их веса. Зачет проводится в устной форме. Билет содержит 2 вопроса, каждый из которых оценивается максимально в 5 баллов. Максимальное количество баллов, которое студент может набрать на зачете - 10 баллов.</p> <p>Шкала оценивания ответа на вопрос: 5 баллов - вопрос раскрыт полно; 4 балла - вопрос раскрыт не менее, чем на 80 %; 3 балла - вопрос раскрыт не менее, чем на 70 %; 2 балла - вопрос раскрыт не менее, чем на 60 %; 1 балл - ответ не является логически обоснованным и законченным, содержит отрывочные сведения, не менее 20 % от полного ответа; 0 баллов - ответ на вопрос отсутствует или менее 20 %. Преподаватель имеет право провести собеседование со студентом для более точного оценивания ответа. Рейтинг обучающегося по промежуточной аттестации определяется как процент набранных на зачете баллов от максимально возможных баллов за зачет.</p> <p>Рейтинг обучающегося по дисциплине рассчитывается одним из возможных способов, который выбирает студент. Первый</p>	<p>Отлично: величина рейтинга обучающегося по дисциплине 85 - 100 %.</p> <p>Хорошо: величина рейтинга обучающегося по дисциплине 75 - 84 %.</p> <p>Удовлетворительно: величина рейтинга обучающегося по дисциплине 60 - 74 %.</p> <p>Неудовлетворительно: величина рейтинга обучающегося по дисциплине меньше 60 %.</p>

	<p>способ (только по результатам текущего контроля), когда рейтинг по дисциплине равен рейтингу текущего контроля. Второй способ (по результатам текущего контроля и промежуточной аттестации), когда рейтинг по дисциплине равен сумме рейтинга текущего контроля помноженного на 0,6 и рейтинга по промежуточной аттестации помноженного на 0,4.</p>	
Контрольные точки 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11	<p>Количество контрольных точек - 11. Письменный опрос осуществляется на занятии, следующем за последним занятием изучаемого раздела. Студенту задаются 4 вопроса из списка вопросов к контрольной точке. Время отведенное на опрос - 20 минут. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Правильный ответ на вопрос соответствует 1 баллу. Частично правильный - 0,5 балла. Неправильный - 0 баллов. Максимальное количество баллов - 4. Весовой коэффициент мероприятия - 0,04</p>	<p>Зачтено: рейтинг обучающегося за каждое мероприятие больше или равен 60 % Не зачтено: рейтинг обучающегося за каждое мероприятие меньше 60 %</p>
Расчетное задание	<p>Расчетное задание выполняется студентом при использовании персонального компьютера по индивидуальным исходным данным. Время, отведенное на выполнение работы - 2 ак. часа. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Оформление расчетного задания выполняется в рамках самостоятельной работы. Оформление работы должно соответствовать требованиям, утвержденным кафедрой. Максимальное количество баллов за мероприятие - 5. Шкала оценивания: 5 баллов - задание выполнено без ошибок и оформлено верно; 4 балла - задание выполнено без ошибок и оформлено с небольшими замечаниями; 3 балла - задание выполнено без ошибок и оформлено с ошибками; 2 балла - задание выполнено с незначительными ошибками и оформлено верно; 1 балл - задание выполнено с незначительными ошибками и оформлено с небольшими замечаниями; 0 баллов - задание выполнено с значительными ошибками. Весовой коэффициент мероприятия - 0,05.</p>	<p>Зачтено: рейтинг обучающегося за каждое мероприятие больше или равен 60 % Не зачтено: рейтинг обучающегося за каждое мероприятие меньше 60 %</p>
Контрольная работа 1	<p>Контрольная работа 1 состоит из 6 задач. Время, отведенное на выполнение работы - 2 ак. часа. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-</p>	<p>Зачтено: рейтинг обучающегося за каждое мероприятие больше или равен 60 %</p>

	рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Правильное решение каждой задачи соответствует 1 баллу. Частично правильное - 0,5 балла. Неправильное - 0 баллов. Максимальное количество баллов - 6. Весовой коэффициент мероприятия - 0,2.	Не зачтено: рейтинг обучающегося за каждое мероприятие меньше 60 %
Контрольная работа 2	Контрольная работа 2 состоит из 2 задач. Время, отведенное на выполнение работы - 2 ак. часа. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Правильное решение каждой задачи соответствует 1 баллу. Частично правильное - 0,5 балла. Неправильное - 0 баллов. Максимальное количество баллов - 2. Весовой коэффициент мероприятия - 0,1.	Зачтено: рейтинг обучающегося за каждое мероприятие больше или равен 60 % Не зачтено: рейтинг обучающегося за каждое мероприятие меньше 60 %
Контрольная точка 12	Контрольная точка 12 служит для учета работы студента на практических занятиях (решение задач у доски, решение задач на своем рабочем месте и т.п.). При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Оценка осуществляется путем расчета среднего значения оценок (от 1 до 5), полученных студентом на практических занятиях. Максимальное количество баллов - 5. Весовой коэффициент мероприятия - 0,03	Зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие больше или равен 60 % Не зачтено: рейтинг обучающегося за каждое мероприятие меньше 60 %
Контрольная точка 13	Контрольная точка 13 служит для учета посещаемости студентом лекций по дисциплине и правильности оформления им конспекта лекций. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Для этого преподаватель проверяет полноту конспекта лекций и при наличии полного конспекта выставляет баллы: 100 % посещенных лекций - 10 баллов, 1 пропущенная лекция - 9 баллов, 2 пропущенных лекции - 6 баллов. Если конспект не полный, то балл за контрольную точку - 0. Максимальное количество баллов - 10. Весовой коэффициент мероприятия - 0,09	Зачтено: рейтинг обучающегося за каждое мероприятие больше или равен 60 % Не зачтено: рейтинг обучающегося за каждое мероприятие меньше 60 %
Контрольная точка 14	Контрольная точка 14 служит для учета посещаемости студентом практических занятий по дисциплине. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания	Зачтено: рейтинг обучающегося за каждое мероприятие больше или равен 60 % Не зачтено: рейтинг

	<p>результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Преподаватель выставляет баллы: 100 % посещенных практических занятий - 10 баллов, 1 пропущенное практическое занятие - 9 баллов, 2 пропущенных практических занятия - 6 баллов. Максимальное количество баллов - 10. Весовой коэффициент мероприятия - 0,09</p>	<p>обучающегося за каждое мероприятие меньше 60 %</p>
<p>Курсовая работа</p>	<p>Задание на курсовую работу выдается в первую неделю семестра. За две недели до окончания семестра студент представляет курсовую работу в форме пояснительной записки преподавателю. Оценивается соответствие требованиям к оформлению пояснительной записки, правильность выполнения разделов пояснительной записки, в том числе правильность расчетов. Преподаватель допускает студента к защите. В последнюю неделю семестра проводится защита курсовой работы. К защите студент представляет пояснительную записку в отпечатанном виде. На защите студент коротко (3-5 мин.) докладывает об основных результатах работы и отвечает на вопросы преподавателя. При оценивании результатов учебной деятельности обучающегося по дисциплине используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Показатели оценивания: - соответствие заданию и правильность расчетов: 3 балла - все разделы выполнены в точном соответствии с заданием, нет ошибок в расчетах, 2 балла - все разделы выполнены в точном соответствии с заданием, незначительные ошибки в расчетах, 1 балл - не полное соответствие заданию, ошибки в расчетах, 0 баллов - не соответствие заданию, серьезные ошибки в расчетах; - качество пояснительной записки: 3 балла - пояснительная записка имеет логичное, последовательное изложение материала и соответствует требованиям к оформлению, 2 балла - пояснительная записка имеет логичное, последовательное изложение материала, но не полностью соответствует требованиям к оформлению, 1 балл - в пояснительной записке просматривается непоследовательность изложения материала, представлены необоснованные положения. 0 баллов – пояснительная записка не имеет отражает суть курсовой работы; – защита курсовой работы: 3 балла – при защите студент показывает глубокое знание вопросов</p>	<p>Отлично: величина рейтинга обучающегося по дисциплине 85 - 100 %. Хорошо: величина рейтинга обучающегося по дисциплине 75 - 84 %. Удовлетворительно: величина рейтинга обучающегося по дисциплине 60 - 74 %. Неудовлетворительно: величина рейтинга обучающегося по дисциплине менее 60 %.</p>

	<p>темы, свободно оперирует данными исследования, вносит обоснованные предложения, легко отвечает на поставленные вопросы, 2 балла – при защите студент показывает знание вопросов темы, оперирует данными исследования, вносит предложения по теме исследования, без особых затруднений отвечает на поставленные вопросы, 1 балл – при защите студент проявляет неуверенность, показывает слабое знание вопросов темы, не всегда дает исчерпывающие аргументированные ответы на заданные вопросы, 0 баллов – при защите студент затрудняется отвечать на поставленные вопросы по теме, не знает теории вопроса, при ответе допускает существенные ошибки. Максимальное количество баллов – 9.</p>	
--	--	--

### 7.3. Типовые контрольные задания

Вид контроля	Типовые контрольные задания
Дифференцированный зачет	Вопросы к зачету Вопросы к зачету ММОПИБ.pdf
Контрольные точки 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11	Вопросы к контрольным точкам Вопросы к КТ ММ.pdf
Расчетное задание	Типовое расчетное задание 1.pdf
Контрольная работа 1	
Контрольная работа 2	
Контрольная точка 12	
Контрольная точка 13	
Контрольная точка 14	
Курсовая работа	Задание на курсовую работу ММОПИБ БРС.pdf

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Печатная учебно-методическая документация

#### а) основная литература:

1. Колмогоров, В. Л. Механика обработки металлов давлением Учеб. для вузов по специальности "Обраб. металлов давлением" В. Л. Колмогоров. - М.: Металлургия, 1986. - 688 с. ил.
2. Дубинский, Ф. С. Методы проектирования температурных режимов горячей сортовой прокатки [Текст] учеб. пособие Ф. С. Дубинский, М. А. Соседкова ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Обработка металлов давлением ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2007. - 16, [2] 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.

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

3. Введение в математическое моделирование Учеб. пособие для студентов вузов В. Н. Ашихмин, М. Г. Бояршинов, М. Б. Гитман и др.; Под ред. П. В. Трусова. - М.: Интернет Инжиниринг, 2000. - 332 с.

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

1. Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Математическое моделирование и программирование

2. Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Металлургия

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Дубинский, Ф.С., Соседкова, М.А. Методы проектирования температурных режимов горячей сортовой прокатки: учебное пособие. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2007.

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

2. Дубинский, Ф.С., Соседкова, М.А. Методы проектирования температурных режимов горячей сортовой прокатки: учебное пособие. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2007.

### Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование разработки	Наименование ресурса в электронной форме	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
1	Дополнительная литература	Соседкова, М. А. Моделирование технологических объектов [Текст] Ч. 1 учеб. пособие по направлениям 150400 "Металлургия", 151000 "Технол. машины и оборудование" и 150700 "Машиностроение" М. А. Соседкова, Ф. С. Дубинский, Т. А. Лисовская ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Машины и технологии обработки материалов давлением ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2014. - 59, [2] с. ил. электрон. версия	Электронный каталог ЮУрГУ	Интернет / Авторизованный
2	Дополнительная литература	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.	Электронный каталог ЮУрГУ	Интернет / Авторизованный

		Соседкова ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Процессы и машины обработки металлов давлением ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2016. - 75, [1] с. ил.		
3	Основная литература	Гун, Г. Я. Математическое моделирование процессов обработки металлов давлением Учеб. пособие для вузов по специальности "Обраб. металлов давлением" Г. Я. Гун; Под ред. П. И. Полухина. - М.: Металлургия, 1983. - 351 с. ил.	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Интернет / Авторизованный
4	Основная литература	Дукмасов, В. Г. Математические модели и процессы прокатки профилей высокого качества Моногр. В. Г. Дукмасов, А. В. Выдрин; Юж.-Урал. гос. ун-т; Юж.-Урал. гос. ун-т; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2002. - 214,[1] с. ил.	Учебно-методические материалы кафедры	ЛокальнаяСеть / Свободный
5	Дополнительная литература	Соседкова, М. А. Моделирование технологических объектов [Текст] Ч. 1 учеб. пособие по направлениям 150400 "Металлургия", 151000 "Технол. машины и оборудование" и 150700 "Машиностроение" М. А. Соседкова, Ф. С. Дубинский, Т. А. Лисовская ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Машины и технологии обработки материалов давлением ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2014. - 59, [2] с. ил. электрон. версия	Учебно-методические материалы кафедры	ЛокальнаяСеть / Свободный

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

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Office(бессрочно)
2. Math Works-MATLAB (Simulink R2008a, SYMBOLIC MATH)(бессрочно)
3. ANSYS-ANSYS Academic Multiphysics Campus Solution (Mechanical, Fluent, CFX, Workbench, Maxwell, HFSS, Simplorer, Designer, PowerArtist, RedHawk)(бессрочно)

Перечень используемых информационных справочных систем:

1. -База данных ВИНТИ РАН(бессрочно)
2. -Информационные ресурсы ФИПС(бессрочно)

## 10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Контроль самостоятельной	335 (Л.к.)	Персональный компьютер

работы		
Практические занятия и семинары	338 (Л.к.)	Мультимедийный проектор, персональный компьютер
Зачет, диф.зачет	333 (Л.к.)	Персональный компьютер
Лекции	333 (Л.к.)	Мультимедийный проектор, персональный компьютер