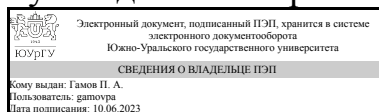


УТВЕРЖДАЮ:  
Руководитель направления



П. А. Гамов

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.О.03 Средства компьютерного моделирования и проектирования в металлургии

для направления 22.04.02 Металлургия

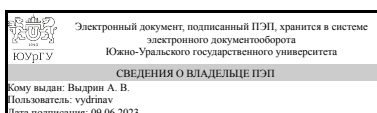
уровень Магистратура

форма обучения заочная

кафедра-разработчик Процессы и машины обработки металлов давлением

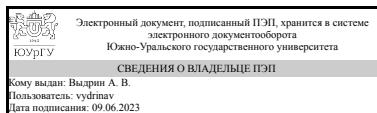
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 22.04.02 Металлургия, утверждённым приказом Минобрнауки от 24.04.2018 № 308

Зав.кафедрой разработчика,  
д.техн.н., проф.



А. В. Выдрин

Разработчик программы,  
д.техн.н., проф., заведующий  
кафедрой



А. В. Выдрин

## 1. Цели и задачи дисциплины

Цель – формирование целостных знаний о прикладных аспектах информационных технологий в металлургии и навыков принятия решений на основе результатов компьютерного моделирования объектов и технологических процессов металлургии

Задачи: 1. Ознакомиться с актуальными тенденциями использования информационных технологий в металлургии 2. Ознакомиться и получить практические навыки использования современных САД-систем. 3. Ознакомиться и получить практические навыки по использованию современных САЕ-систем. 4. Ознакомиться с библиотеками и базами данных материалов. 5. Ознакомиться с подходами и программными решениями для многокритериальной оптимизации производственных процессов в металлургии.

## Краткое содержание дисциплины

Рассматриваются вопросы внедрения и применения информационных технологий в металлургии с учетом требований Индустрии 4.0. Акцент делается на современные программные средства компьютерного проектирования (САД-системы), моделирования (САЕ-системы), библиотеки и базы данных по материалам, и многокритериальной оптимизации (МДО-системы). Рассматриваются особенности их функционирования, взаимодействия в рамках жизненного цикла, критические ограничения применимости программных продуктов при решении производственных задач. Отдельное внимание уделено вопросам обеспечения технологической прослеживаемости, использованию статистических производственных данных для проектирования и моделирования, возможностям современных высокопроизводительных вычислений, методов машинного обучения и анализа данных. Разделы дисциплины: 1. Введение. Информационные технологии в металлургической отрасли. Жизненный цикл продукции. Обеспечение технологической прослеживаемости. 2. Современные САД-системы. 3. Современные САЕ-системы. 4. Библиотеки и базы данных материалов. 5. Программные решения для многокритериальной оптимизации (МДО-системы). 6. Индустрия 4.0. Большие данные. Высокопроизводительные вычисления.

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

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ОПК-2 Способен разрабатывать научно-техническую, проектную и служебную документацию, оформлять научно-технические отчеты, обзоры, публикации, рецензии	Знает: основы технического проектирования для решения задач, относящихся к профессиональной деятельности Умеет: выбрать и применять передовые методы и технологии проектирования или использовать творческий подход для разработки новых и оригинальных методов проектирования и разработки Имеет практический опыт: проектирования с использованием компьютерных средств
ОПК-5 Способен оценивать результаты научно-технических разработок, научных исследований и обосновывать собственный выбор,	Знает: основные компьютерные средства для моделирования объектов и процессов Умеет: оценивать результаты моделирования

систематизируя и обобщая достижения в отрасли металлургии и смежных областях	объектов и процессов, формулировать предложения по их совершенствованию Имеет практический опыт: моделирования объектов и процессов
--	--

### 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
1.О.02 Методология научных исследований в металлургии, 1.О.04 Защита интеллектуальной собственности	ФД.03 Художественное и ювелирное литье

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

Дисциплина	Требования
1.О.02 Методология научных исследований в металлургии	Знает: правила и технологии эффективного межкультурного взаимодействия в академической и профессиональной среде, предмет исследования, методы отбора и обработки информации, связанные с численными расчетами, обобщением, систематизацией и классификацией данных, основные положения системы менеджмента качества, требования, предъявляемые к качеству выполняемых научных исследований, методики разработки стратегии действий для выявления и решения проблемной ситуации, правила поиска и отбора научной информации, правила оформления научно-технической, проектной и служебной документации Умеет: планировать научные исследования в многокультурной академической среде, оценивать результаты научно-технических разработок, научных исследований по совокупности признаков, обосновывать выбор оптимального решения, систематизируя и обобщая достижения в отрасли металлургии, металлообработки и смежных областях, формулировать требования к качеству продукции, производимой в отрасли металлургии и металлообработки, разрабатывать стратегию действий, принимать конкретные решения для ее реализации, обрабатывать и хранить информацию, необходимую для проведения научных исследований, оформлять научно-технические отчеты, рецензии Имеет практический опыт: проведения научных работ в многокультурной академической среде, использования методов сопоставления и сравнения отдельных сторон и характеристик объектов и процессов, классификации их по определённым значениям и систематизации

	данных по признакам сходства и отличия, постановки цели, определения способов ее достижения, разработки стратегий действий, сбора и обработки собранной информации, написания обзоров и публикации
1.О.04 Защита интеллектуальной собственности	Знает: этапы жизненного цикла проекта, принципы оценивания результатов научно-технических разработок, требования стандартов на составление оформление научно-технических отчетов, обзоров, публикаций, рецензий Умеет: разрабатывать проект с учетом анализа альтернативных вариантов его реализации, определять целевые этапы, основные направления работ, осуществлять поиск литературы, критически использовать базы данных и другие источники информации, оформлять патентные поиски, заявки на регистрацию интеллектуальной собственности Имеет практический опыт: разработки и управления проектом, поиска и сбора данных об объекте исследования из библиотечных каталогов, Интернета, иных источников информации, приведения в соответствие требованиям и нормам стандартов разработанной документации, формирования и оформления отчетов, с соблюдением требований ГОСТ

#### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 з.е., 72 ч., 12,25 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах
		Номер семестра
		3
Общая трудоёмкость дисциплины	72	72
<i>Аудиторные занятия:</i>	8	8
Лекции (Л)	4	4
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	4	4
Лабораторные работы (ЛР)	0	0
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	59,75	59,75
Подготовка отчетов по практическим занятиям	8	8
Подготовка аналитической записки по теме ВКР. Постановка задач для компьютерного моделирования.	30	30
Подготовка к зачету	5,75	5.75
Ответы на контрольные вопросы к лекциям	16	16
Консультации и промежуточная аттестация	4,25	4,25
Вид 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	Введение. Информационные технологии в металлургической отрасли. Индустрия 4.0. Металлургия. Опыт внедрения решений.	2	2	0	0
2	Прикладное программное обеспечение. САД-системы. САЕ-системы. Библиотеки и базы данных материалов. Программные решения для многокритериальной оптимизации	6	2	4	0

### 5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Введение: структура курса, критерии оценивания. Жизненный цикл продукции. Информационная инфраструктура металлургических предприятий. Обзор средств компьютерного проектирования и моделирования и их применение на различных этапах жизненного цикла продукции. Индустрия 4.0. Металлургия. Описание предметной области, особенности технологий Индустрии 4.0, примеры решений, опыт внедрения.	2
2	2	Современные САД-системы. Назначение. Классификация. Структура. Методы и приемы проектирования. Особенности применения. Вспомогательные инструменты. Взаимодействие с САЕ-системами: форматы обмена данными, проверка геометрии. Современные САЕ-системы. Назначение. Классификация. Структура. Ключевые алгоритмы. Ограничения и особенности применения. Библиотеки и базы данных материалов. Свойства и модели материалов востребованные в процессах компьютерного моделирования и проектирования. Библиотеки материалов: назначение, особенности применения. Программные продукты и решения для многокритериальной оптимизации. Назначение. Ключевые алгоритмы. Практика использования	2

### 5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	2	Создание параметризованных твердотельных моделей в ПО КОМПАС-3D. Элементарные прочностные расчеты. Экспорт моделей для САЕ.	2
2	2	QFORM. Компьютерное моделирование осадки цилиндрической заготовки плоскими бойками	2

### 5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

### 5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС			
Подвид СРС	Список литературы (с указанием	Семестр	Кол-

	разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс		во часов
Подготовка отчетов по практическим занятиям	1. Задание на практические занятия 2. Требования к оформлению 3. Конспект лекций, основная и дополнительная литература	3	8
Подготовка аналитической записки по теме ВКР. Постановка задач для компьютерного моделирования.	1. Требования к оформлению 2. Конспект лекций, основная и дополнительная литература	3	30
Подготовка к зачету	1. Конспект лекций, основная и дополнительная литература 2. Результаты выполнения практических занятий	3	5,75
Ответы на контрольные вопросы к лекциям	Конспект лекций, основная и дополнительная литература	3	16

## 6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

### 6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

№ КМ	Се-мestr	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учитывается в ПА
1	3	Текущий контроль	Письменный опрос по лекции 1	1	100	Контрольные вопросы к разделу включают в себя 5 вопросов, каждый оценивается максимум в 20 баллов. Критерии оценивания ответа на вопрос: 0 баллов - нет ответа на вопрос 5 баллов - ответ на вопрос дан частично, имеются логические и фактические ошибки, ответ опирается только на материалы лекции, отсутствует критическая оценка данных, нет примеров. 10 баллов - ответ на вопрос дан полностью, но есть логические или фактические ошибки, ответ опирается только на материалы лекции, имеется критическая оценка известным данным, приведены примеры. 15 баллов - ответ на вопрос дан полностью, но есть незначительные неточности, ответ опирается только на русскоязычные источники информации, в том числе материалы лекции, даны ссылки на использованные источники информации, есть критическая оценка известных данных, приведены	зачет

						<p>примеры. 20 баллов - дан исчерпывающий ответ на вопрос, информация взята из нескольких источников, в том числе на иностранном языке, приведены ссылки на источники информации, проведена критическая оценка известных данных, приведены примеры.</p>	
2	3	Текущий контроль	Письменный опрос по лекции 2	1	100	<p>Контрольные вопросы к разделу включают в себя 5 вопросов, каждый оценивается максимум в 20 баллов. Критерии оценивания ответа на вопрос: 0 баллов - нет ответа на вопрос 5 баллов - ответ на вопрос дан частично, имеются логические и фактические ошибки, ответ опирается только на материалы лекции, отсутствует критическая оценка данных, нет примеров. 10 баллов - ответ на вопрос дан полностью, но есть логические или фактические ошибки, ответ опирается только на материалы лекции, имеется критическая оценка известным данным, приведены примеры. 15 баллов - ответ на вопрос дан полностью, но есть незначительные неточности, ответ опирается только на русскоязычные источники информации, в том числе материалы лекции, даны ссылки на использованные источники информации, есть критическая оценка известных данных, приведены примеры. 20 баллов - дан исчерпывающий ответ на вопрос, информация взята из нескольких источников, в том числе на иностранном языке, приведены ссылки на источники информации, проведена критическая оценка известных данных, приведены примеры.</p>	зачет
3	3	Текущий контроль	Задание на практическое занятие 1	5	20	<p>В течение практического занятия создана параметризованная твердотельная модель детали, проведен элементарный прочностной расчет в соответствии с заданием, модель сохранена в пригодном для экспорта формате данных, полностью в соответствии с заданием - 20 баллов. Имеются недостатки, которые устранены после замечаний преподавателя - 11-19 баллов. Имеются недостатки, которые не были устранены после замечаний преподавателя, не выполнены элементарные прочностные расчеты, не выполнено сохранение</p>	зачет

						модели в пригодном для экспорта формате данных - 1-10 баллов. Задание не выполнено - 0 баллов.	
4	3	Текущий контроль	Задание на практическое занятие 2	5	20	В течение практического занятия с создана 3D модель изделия, модель импортирована в ПО QFORM, задача подготовлена к запуску, проведен расчет термического цикла в соответствии с заданием - 20 баллов. Имеются недостатки, которые устранены после замечаний преподавателя - 11-19 баллов. Имеются недостатки, которые не были устранены после замечаний преподавателя - 1-10 баллов. Задание не выполнено - 0 баллов.	зачет
5	3	Текущий контроль	Подготовка аналитической записки по теме ВКР. Постановка задач для компьютерного моделирования.	10	10	Студент представляет аналитическую записку в распечатанном виде на листах форматом А4 или в электронном виде через систему личных кабинетов университета. Оформление записки должно соответствовать требованиям ГОСТ 7.32-2017. Объем не более 15 стр. Срок сдачи: в течение семестра, до сдачи зачета. В аналитической записке проведен критических анализ предметной области ВКР. Поставлены задачи на использование средств компьютерного моделирования и проектирования. Требования к оформлению выполнены - 10 баллов. Имеются недостатки, которые устранены после замечаний преподавателя - 5-9 баллов. Имеются недостатки, которые не были устранены после замечаний преподавателя, не выполнены элементарные прочностные расчеты, не выполнено сохранение модели в пригодном для экспорта формате данных - 1-5 баллов. Задание не выполнено - 0 баллов.	зачет
6	3	Текущий контроль	Подготовка отчета по теме: "Создание твердотельной модели в САД-системе"	10	10	Студент представляет отчет в распечатанном виде на листах форматом А4 или в электронном виде через систему личных кабинетов университета. Оформление отчета должно соответствовать требованиям ГОСТ 7.32-2017. Объем не более 10 стр. Срок сдачи: в течение семестра, до сдачи зачета. В отчете имеются все требуемые разделы. Информация о результатах работы представлена полно. Требования к оформлению выполнены - 10 баллов. Имеются недостатки, которые устранены после замечаний преподавателя - 5-9 баллов. Имеются недостатки, которые не были устранены	зачет



						после замечаний преподавателя - 1-5 баллов. Задание не выполнено - 0 баллов.	
7	3	Промежуточная аттестация	Зачет	-	100	<p>Зачет проводится в письменной форме. В билете содержится 2 теоретических вопроса и практическое задание. Время на подготовку ответа 120 минут. За ответ на каждый теоретический вопрос - максимум 20 баллов. За практическое задание - 60 баллов.</p> <p>Критерии оценивания ответов на теоретические вопросы:</p> <p>0 баллов - нет ответа на вопрос  5 баллов - ответ на вопрос дан частично, имеются логические и фактические ошибки, ответ опирается только на материалы лекции, отсутствует критическая оценка данных, нет примеров.  10 баллов - ответ на вопрос дан полностью, но есть логические или фактические ошибки, ответ опирается только на материалы лекции, имеется критическая оценка известным данным, приведены примеры.  15 баллов - ответ на вопрос дан полностью, но есть незначительные неточности, ответ опирается только на русскоязычные источники информации, в том числе материалы лекции, даны ссылки на использованные источники информации, есть критическая оценка известных данных, приведены примеры.  20 баллов - дан исчерпывающий ответ на вопрос, информация взята из нескольких источников, в том числе на иностранном языке, приведены ссылки на источники информации, проведена критическая оценка известных данных, приведены примеры.</p> <p>Критерии оценивания результатов практического задания:</p> <p>0 баллов - задание не выполнено. Если задание выполнено, то от максимального количества баллов вычитаются штрафные баллы:  - 20 баллов - не выполнена многокритериальная оптимизация  - 40 баллов - не подготовлен базовый вариант модели и не выполнена многокритериальная оптимизация.  - 2 балла за каждое отступление от заданной в задании геометрии в</p>	зачет

					исходной 2D модели. - 2 балла за каждую отступление от исходных данных при постановке задачи. - 2 балла за некорректно заданные критерии оптимизации - 2 балла за некорректно заданные ограничения при выполнении оптимизации.	
--	--	--	--	--	---	--

## 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
зачет	Зачет может быть выставлен по результатам текущего контроля в семестре. Для получения зачета необходимо набрать не менее 60% от максимально возможного количества баллов за мероприятия текущего контроля. Если набрано менее 60% баллов, но при этом выполнены все мероприятия текущего контроля, студент допускается к зачету. Зачет состоит из теоретической и практической части. В теоретической части необходимо дать ответ на 2 вопроса по содержанию курса. В практической части необходимо смоделировать процесс согласно варианту задания. На выполнение теоретической и практической части отводится 120 минут. Оценка зачтено выставляется если студент получил за теоретическую и практическую часть не менее 60% от максимально возможного количества баллов. Если студент набрал менее 60% баллов за зачет или набрал менее 60% баллов за мероприятия текущего контроля и при этом не выполнил все мероприятия текущего контроля, студент получает отметку незачтено.	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

## 6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ						
		1	2	3	4	5	6	7
ОПК-2	Знает: основы технического проектирования для решения задач, относящихся к профессиональной деятельности	+	+					+
ОПК-2	Умеет: выбрать и применять передовые методы и технологии проектирования или использовать творческий подход для разработки новых и оригинальных методов проектирования и разработки				+	+	+	
ОПК-2	Имеет практический опыт: проектирования с использованием компьютерных средств			+				
ОПК-5	Знает: основные компьютерные средства для моделирования объектов и процессов							+
ОПК-5	Умеет: оценивать результаты моделирования объектов и процессов, формулировать предложения по их совершенствованию					+	+	
ОПК-5	Имеет практический опыт: моделирования объектов и процессов			+	+			

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

## Печатная учебно-методическая документация

### а) основная литература:

Не предусмотрена

### б) дополнительная литература:

1. Муромцев, Д. Ю. Математическое обеспечение САПР [Текст] учеб. пособие для вузов по техн. направлениям и специальностям Д. Ю. Муромцев, И. В. Тюрин. - Изд. 2-е, перераб. и доп. - СПб. и др.: Лань, 2014. - 464 с. ил.

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

Не предусмотрены

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

1. Планирование и обработка эксперимента в ОМД: конспект лекций [Электронный документ] / Ф.С.Дубинский, М.А. Соседкова. – Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2007. – 25 с.
2. Математическое моделирование сложных систем в металлургии: конспект лекций [Электронный документ] / А.В. Выдрин. – Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2012. – 66 с.
3. Средства компьютерного моделирования и проектирования в металлургии: методические указания к освоению дисциплины / В.А. Иванов. - Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2020. - 22 с.

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

1. Планирование и обработка эксперимента в ОМД: конспект лекций [Электронный документ] / Ф.С.Дубинский, М.А. Соседкова. – Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2007. – 25 с.
2. Математическое моделирование сложных систем в металлургии: конспект лекций [Электронный документ] / А.В. Выдрин. – Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2012. – 66 с.
3. Средства компьютерного моделирования и проектирования в металлургии: методические указания к освоению дисциплины / В.А. Иванов. - Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2020. - 22 с.

## Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Горбатюк, С.М. Автоматизированное проектирование оборудования и технологий : курс лекций : учебное пособие / С.М. Горбатюк, М.Г. Наумова, А.Ю. Зарапин. — Москва : МИСИС, 2015. — 62 с. — ISBN 978-5-87623-961-7. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт].— URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/93646">https://e.lanbook.com/book/93646</a>
2	Основная литература	Электронно-библиотечная система	Верхотуркин, Е.Ю. Интерфейс и генерирование сетки в ANSYS Workbench : учебное пособие / Е.Ю. Верхотуркин, В.Н. Пашенко, В.Б. Пясецкий. — Москва : МГТУ им. Н.Э.

		издательства Лань	Баумана, 2013. — 63 с. — ISBN 978-5-7038-3691-0. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/58419">https://e.lanbook.com/book/58419</a>
3	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Компьютерная графика в САПР : учебное пособие / А.В. Приемышев, В.Н. Крутов, В.А. Трейль, О.А. Коршакова. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 196 с. — ISBN 978-5-8114-2284-5. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/90060">https://e.lanbook.com/book/90060</a>
4	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Модели и способы взаимодействия пользователя с киберфизическим интеллектуальным пространством : монография / И.В. Ватаманюк, Д.К. Левоневский, Д.А. Малов [и др.]. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 176 с. — ISBN 978-5-8114-3877-8. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/119635">https://e.lanbook.com/book/119635</a>
5	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Агеев, Н.Г. Моделирование процессов и объектов в металлургии : учебное пособие / Н.Г. Агеев. — Екатеринбург : УрФУ, 2016. — 108 с. — ISBN 978-5-7996-1712-7. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/99065">https://e.lanbook.com/book/99065</a>
6	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Методы и системы ИПИ-технологий : учебное пособие / Е.И. Яблочников, А.А. Грибовский, М.Я. Афанасьев, Д.Д. Куликов. — Санкт-Петербург : НИУ ИТМО, 2017. — 64 с. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/110509">https://e.lanbook.com/book/110509</a>
7	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Копылов, А.З. Моделирование течений средствами САПР : учебное пособие / А.З. Копылов, В.И. Осипов, В.А. Цветков. — Санкт-Петербург : БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова, 2018. — 23 с. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/122064">https://e.lanbook.com/book/122064</a>

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Office(бессрочно)
2. РСК Технологии-Система "Персональный виртуальный компьютер" (ПКВ) (MS Windows, MS Office, открытое ПО)(бессрочно)
3. ANSYS-ANSYS Academic Multiphysics Campus Solution (Mechanical, Fluent, CFX, Workbench, Maxwell, HFSS, Simplorer, Designer, PowerArtist, RedHawk)(бессрочно)
4. -ProCAST(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Нет

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для
-------------	--------	--

		различных видов занятий
Практические занятия и семинары	338 (Л.к.)	ПК, проектор, экран, компьютерный класс с доступом в Интернет
Практические занятия и семинары	324 (1)	ПК, проектор, экран, компьютерный класс с доступом в Интернет
Лекции	337 (Л.к.)	ПК, проектор, экран