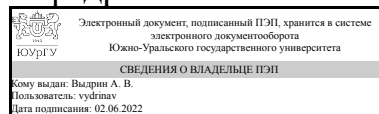


# ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:  
Заведующий выпускающей  
кафедрой



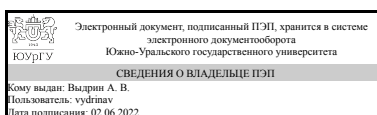
А. В. Выдрин

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

**дисциплины** 1.Ф.П2.11.02 Моделирование процессов ОМД с использованием современных программных продуктов  
**для направления** 15.03.01 Машиностроение  
**уровень** Бакалавриат  
**профиль подготовки** Обработка материалов давлением  
**форма обучения** очная  
**кафедра-разработчик** Процессы и машины обработки металлов давлением

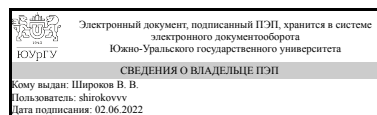
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 15.03.01 Машиностроение, утверждённым приказом Минобрнауки от 09.08.2021 № 727

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



А. В. Выдрин

Разработчик программы,  
к.техн.н., доцент



В. В. Широков

## **1. Цели и задачи дисциплины**

Цели: формирование устойчивых навыков компьютерного моделирования технологических процессов ОМД. Задачи: практическое изучение основных положений теории ОМД, освоение навыков подготовки технологических задач для компьютерного моделирования, построения компьютерных моделей, анализа результатов компьютерного моделирования, соотнесения результатов компьютерного моделирования с основными положениями теории ОМД.

## **Краткое содержание дисциплины**

Курс включает в себя 64 часа практических работ, на самостоятельную работу студента отводится 80 часов. Вид промежуточного контроля по курсу - КР, экзамен. Основное содержание курса раскрывается в 8 разделах. В разделе 1 "Введение" Приводятся общие сведения о содержании курса, информация о критериях оценок, литературе по курсу. Сообщаются общие сведения о методах компьютерного моделирования процессов ОМД, общие положения метода конечных элементов и особенностях его реализации в конкретных программных продуктах. В разделе 2 "Осадка металлической заготовки между плоскими бойками" на примере классической задачи ОМД, рассматриваются основные этапы подготовки компьютерной модели. Результаты компьютерного моделирования сравниваются с результатами аналитических расчетов. Изучается влияние контактного трения и скоростных режимов деформирования на результаты моделирования. В разделе 3 "Холодная штамповка" на базе раздела 1 рассматривается постановка задачи двухоперационной холодной штамповки осесимметричной детали. Исследуется влияние геометрических параметров чистового ручья штампа, условий контактного трения на возникновение типичных дефектов (зажим, прострел) и энергосиловые параметры операции холодной штамповки. Результаты компьютерного моделирования сравниваются с расчетами по известным инженерным методикам. В разделе 4 "Горячая штамповка" на базе разделов 1 и 2 рассматривается постановка задачи двухоперационной горячей штамповки осесимметричной детали. Исследуется влияние, температуры заготовки и штампа, геометрических параметров чистового ручья штампа, условий контактного трения на возникновение типичных дефектов (зажим, прострел) и энергосиловые параметры операции горячей штамповки. Результаты компьютерного моделирования сравниваются с расчетами по известным инженерным методикам. В разделе 5 "Прямое выдавливание" рассматривается постановка типовой задачи прямого выдавливания. Исследуется влияние, температуры заготовки и штампа, геометрических параметров матрицы, условий контактного трения на возникновение типичных дефектов и энергосиловые параметры операции прямого выдавливания. Результаты компьютерного моделирования сравниваются с расчетами по известным инженерным методикам. В разделе 6 "Прокатка полосы в цилиндрических валках" рассматривается постановка типовой задачи прокатки широкой полосы в цилиндрических валках. Исследуется влияние, температуры заготовки и валков, величины обжатия, условий контактного трения на размеры очага деформации и энергосиловые параметры прокатки (моменты и усилия на валках) . Результаты компьютерного моделирования сравниваются с расчетами по известным инженерным методикам. В разделе 7 "Поперечно-винтовая прокатка" рассматривается постановка типовой задачи поперечно-винтовой прокатки цилиндрической заготовки. Исследуется влияние,

температуры заготовки и валков, величины обжатия, условий контактного трения на размеры очага деформации и энергосиловые параметры прокатки (моменты и усилия на валках) . Результаты компьютерного моделирования сравниваются с расчетами по известным инженерным методикам. В разделе 8 "Термообработка" рассматривается постановка типовой задачи закалки цилиндрической стальной заготовки с учетом простых фазовых превращений. Исследуется влияние температуры нагрева и скорости охлаждения на фазовый состав материала заготовки, глубину зоны мартенситного превращения, твердость. Результаты компьютерного моделирования сравниваются со справочными данными.

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

| Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)  | Планируемые результаты обучения по дисциплине  |
|--|--|
| ПК-3 Умеет моделировать технические объекты и технологические процессы с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования, проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов | Знает: Современный уровень техники; специфику и перспективные направления развития основных технологических процессов<br>Умеет: Разрабатывать математические и компьютерные модели для решения прикладных задач<br>Имеет практический опыт: Математического моделирования с использованием наиболее распространённых программных комплексов для моделирования металлургических процессов |

## 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

| Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана | Перечень последующих дисциплин, видов работ |
|---|---|
| Нет   | Не предусмотрены                            |

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

Нет

## 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 ч., 75,5 ч. контактной работы

| Вид учебной работы            | Всего часов | Распределение по семестрам в часах |
|-------------------------------|-------------|------------------------------------|
|                               |             | Номер семестра                     |
|                               |             | 7                                  |
| Общая трудоёмкость дисциплины | 144         | 144                                |
| Аудиторные занятия:           | 64          | 64                                 |
| Лекции (Л)                    | 0           | 0                                  |

|  |      |             |
|--|------|-------------|
| Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ) | 64   | 64          |
| Лабораторные работы (ЛР)   | 0    | 0           |
| Самостоятельная работа (СРС)   | 68,5 | 68,5        |
| Подготовка КР.   | 30   | 30          |
| Подготовка исходных данных для моделирования                               | 28,5 | 28,5        |
| Подготовка к экзамену  | 10   | 10          |
| Консультации и промежуточная аттестация                                    | 11,5 | 11,5        |
| Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)                                   | -    | экзамен, КР |

## 5. Содержание дисциплины

| № раздела | Наименование разделов дисциплины                                      | Объем аудиторных занятий по видам в часах |   |    |    |
|-----------|---|---|---|----|----|
|           |   | Всего                                     | Л | ПЗ | ЛР |
| 1         | Введение  | 2   | 0 | 2  | 0  |
| 2         | Осадка металлической заготовки между плоскими бойками (QForm, Deform) | 6   | 0 | 6  | 0  |
| 3         | Холодная штамповка (QForm, Deform)                                    | 6   | 0 | 6  | 0  |
| 4         | Горячая штамповка (QForm, Deform)                                     | 6   | 0 | 6  | 0  |
| 5         | Прямое выдавливание (QForm, Deform)                                   | 6   | 0 | 6  | 0  |
| 6         | Прокатка полосы в цилиндрических валках (QForm, Deform)               | 6   | 0 | 6  | 0  |
| 7         | Непрерывная прокатка в калибрах (QForm, Deform)                       | 10  | 0 | 10 | 0  |
| 8         | Поперечно-винтовая прокатка (QForm)                                   | 10  | 0 | 10 | 0  |
| 9         | Термообработка (QForm, Deform)  | 6   | 0 | 6  | 0  |
| 10        | Волочение в монолитных волокнах (Deform)                              | 6   | 0 | 6  | 0  |

### 5.1. Лекции

Не предусмотрены

### 5.2. Практические занятия, семинары

| № занятия | № раздела | Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара                | Кол-во часов |
|-----------|-----------|--|--------------|
| 1         | 1         | Введение. Интерфейс, особенности работы и отличия программ                         | 2            |
| 2         | 2         | Осадка металлической заготовки между плоскими бойками. Подготовка исходных данных. | 3            |
| 3         | 2         | Осадка металлической заготовки между плоскими бойками. Анализ результатов расчета. | 3            |
| 4         | 3         | Холодная штамповка. Подготовка исходных данных.                                    | 3            |
| 6         | 3         | Холодная штамповка. Анализ результатов расчета.                                    | 3            |
| 7         | 4         | Горячая штамповка. Подготовка исходных данных.                                     | 3            |
| 9         | 4         | Горячая штамповка. Анализ результатов расчета.                                     | 3            |
| 10        | 5         | Прямое выдавливание. Подготовка исходных данных.                                   | 3            |
| 12        | 5         | Прямое выдавливание. Анализ результатов расчета.                                   | 3            |
| 13        | 6         | Прокатка полосы в цилиндрических валках. Подготовка исходных данных.               | 3            |
| 15        | 6         | Прокатка полосы в цилиндрических валках. Анализ результатов расчета.               | 3            |

|    |    |  |   |
|----|----|--|---|
| 16 | 7  | Непрерывная прокатка в калибрах. Подготовка исходных данных. | 5 |
| 17 | 7  | Непрерывная прокатка в калибрах. Анализ результатов расчета. | 5 |
| 18 | 8  | Поперечно-винтовая прокатка. Подготовка исходных данных.     | 5 |
| 19 | 8  | Поперечно-винтовая прокатка. Анализ результатов расчета.     | 5 |
| 20 | 9  | Термообработка. Подготовка исходных данных.                  | 3 |
| 21 | 9  | Термообработка. Анализ результатов расчета.                  | 3 |
| 22 | 10 | Волочение в монолитных волокнах. Подготовка исходных данных  | 3 |
| 23 | 10 | Волочение в монолитных волокнах. Анализ результатов расчета  | 3 |

### 5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

### 5.4. Самостоятельная работа студента

| Выполнение СРС                               |   |         |              |
|--|---|---------|--------------|
| Подвид СРС                                   | Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс  | Семестр | Кол-во часов |
| Подготовка КР.                               | Требования к оформлению пояснительной записки к выпускной квалификационной работе: методические указания / составители Л.А. Радионова, М.А. Соседкова. – Челябинск, ЮУрГУ, ПиМОМД, 2020. – 40 с.  | 7       | 30           |
| Подготовка исходных данных для моделирования | Бахвалов, Н.С. Численные методы. [Электронный ресурс] / Н.С. Бахвалов, Н.П. Жидков, Г.М. Кобельков. — Электрон. дан. — М. : Издательство "Лаборатория знаний", 2015. — 639 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/70767">http://e.lanbook.com/book/70767</a> — Загл. с экрана. Дубинский, Ф. С. Планирование и обработка эксперимента в ОМД [Текст] конспект лекций Ф. С. Дубинский, А. В. Выдрин, П. А. Мальцев ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Обраб. металлов давлением ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2007. - 43, [2] с. ил. | 7       | 28,5         |
| Подготовка к экзамену                        | Матвеев, А.С. Справочник кузнеца. [Электронный ресурс] / А.С. Матвеев, В.А. Кочетков. — Электрон. дан. — М. : Машиностроение, 2011. — 360 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/3314">http://e.lanbook.com/book/3314</a> — Загл. с экрана. Ковка и штамповка [Текст] Т. 2 Горячая объемная штамповка / А. П. Атрошенко и др.; под ред. Е. И. Семенова справочник : в 4 т. ред. совет.: Е. И. Семенов (пред.) и др. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 2010. - 719 с. ил.  | 7       | 10           |

## 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-местр | Вид контроля           | Название контрольного мероприятия | Вес | Макс. балл | Порядок начисления баллов  | Учитывается в ПА |
|------|----------|------------------------|-----------------------------------|-----|------------|--|------------------|
| 1    | 7        | Курсовая работа/проект | Содержание курсовой работы        | -   | 31         | Оформление соответствует требованиям:<br>соответствует 1<br>не соответствует 0<br>Документ структурирован<br>Наличие Введения 1<br>Наличие описания существующего оборудования и/или технологического процесса 1<br>Указаны недостатки существующего оборудования и/или технологического процесса 1<br>Дано описание компьютерной модели и результатов моделирования 1<br>Наличие выводов 1<br>Наличие и качество иллюстраций<br>Наличие чертежей/эскизов/фотографий, дающих представление о расположении оборудования 1<br>Наличие чертежей/эскизов/фотографий, демонстрирующих работу оборудования и/или ход технологического процесса 1<br>Иллюстрации понятны, наглядны легко читаемы 1<br>Иллюстрации выполнены самим студентом 1<br>Даны ссылки на источники иллюстраций 1<br>Актуальность выбранной темы<br>Перечислены отрасли, предприятия, являющиеся потребителями продукции, производимой на рассматриваемом оборудовании/технологии 1<br>Указаны объёмы годового производства в штуках/тоннах 1<br>Данные по объёмам производства подтверждены источниками (не старше 10 лет) 1<br>Дана оценка результатов внедрения системы автоматизации 1<br>Описания существующего оборудования и/или технологического процесса.<br>Постановка задачи | кур-совые работы |

|   |   |       |        |   |   |         |
|---|---|-------|--------|---|---|---------|
|   |   |       |        |   | <p>Приведены технические характеристики 1</p> <p>Приведенные технические характеристики подтверждены ссылками на источники 1</p> <p>Описание оборудования и/или технологического процесса последовательно, логично 1</p> <p>Указаны недостатки/проблемы существующего оборудования/технологического процесса 1</p> <p>Указанные недостатки существующего оборудования и/или технологического процесса подтверждены ссылками на источники 1</p> <p>Сформулирована задача, которая решается посредством моделирования 1</p> <p>Требования к моделированию</p> <p>Приведены все данные, необходимые для создания компьютерной модели 3</p> <p>Частично приведены данные, необходимые для создания компьютерной модели 1</p> <p>Не приведены данные, необходимые для создания компьютерной модели 0</p> <p>Представлены все результаты моделирования, необходимые для решения поставленной задачи 3</p> <p>Частично представлены результаты моделирования, необходимые для решения поставленной задачи 1</p> <p>Не представлены результаты моделирования, необходимые для решения поставленной задачи 0</p> <p>Дана верная интерпретация результатам моделирования 3</p> <p>Дана оценка достоверности результатов моделирования 1</p> |         |
| 2 | 7 | Бонус | Доклад | - | 31 <p>Документ структурирован</p> <p>Наличие Введения 1</p> <p>Наличие Основной части 1</p> <p>Наличие выводов 1</p> <p>Требования к оформлению</p> <p>Иллюстрации понятны, наглядны легко читаемы 5</p> <p>Иллюстрации выполнены самим студентом 5</p> <p>На рисунках отсутствуют дефекты/артефакты 4</p> <p>Даны ссылки на источники иллюстраций 1</p> <p>Слайды пронумерованы 1</p> <p>Используется анимация 3</p> <p>Текст на слайдах легко читаем 5</p> <p>Требования к докладу</p> <p>Доклад читается наизусть 5</p> <p>Доклад читается громко и чётко 2</p>  | экзамен |

|   |   |                          |         |   |    |  |         |
|---|---|--------------------------|---------|---|----|--|---------|
|   |   |                          |         |   |    | <p>Ответы на вопросы</p> <p>Развёрнутые, исчерпывающие ответы 5</p> <p>Использование слайдов презентации для ответа 1</p>  |         |
| 3 | 7 | Промежуточная аттестация | Экзамен | - | 12 | <p>ответ на вопрос полный, развёрнутый 3</p> <p>ответ на вопрос не полный но студент самостоятельно вносит корректировки после уточняющих вопросов 2</p> <p>ответ на вопрос не полный, студент не вносит корректировки после уточняющих вопросов 1</p> <p>ответ на вопрос отсутствует 0</p> <p>ответы на дополнительные вопросы верные, полные 3</p> <p>ответы на дополнительные вопросы содержат неточности, но студент самостоятельно вносит корректировки после уточняющих вопросов 2</p> <p>ответы на дополнительные вопросы содержат неточности, студент не вносит корректировки после уточняющих вопросов 1</p> <p>ответы на дополнительные вопросы неверные 0</p> <p>формулы и схемы необходимые для ответа верны 3</p> <p>формулы и схемы необходимые для ответа содержат ошибки, но студент самостоятельно вносит корректировки после уточняющих вопросов 2</p> <p>формулы и схемы необходимые для ответа содержат ошибки 1</p> <p>формулы и схемы необходимые для ответа полностью неверны или отсутствуют 0</p> <p>Определения понятий верные 3</p> <p>Определения понятий содержат неточности, но студент самостоятельно вносит корректировки после уточняющих вопросов 2</p> <p>Определения понятий содержат неточности, студент не вносит корректировки после уточняющих вопросов 1</p> <p>Определения понятий неверны 0</p> | экзамен |

## 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

| Вид промежуточной аттестации | Процедура проведения  | Критерии оценивания                     |
|------------------------------|---|---|
| экзамен                      | Студент берёт билет. Готовится 10 минут.<br>Отвечает устно. Оценивание происходит согласно БРС. | В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения |

## 6.3. Паспорт фонда оценочных средств



| Компетенции | Результаты обучения   | №<br>КМ |   |   |
|-------------|---|---------|---|---|
|             |   | 1       | 2 | 3 |
| ПК-3        | Знает: Современный уровень техники; специфику и перспективные направления развития основных технологических процессов   | +       | + | + |
| ПК-3        | Умеет: Разрабатывать математические и компьютерные модели для решения прикладных задач  | +       | + | + |
| ПК-3        | Имеет практический опыт: Математического моделирования с использованием наиболее распространённых программных комплексов для моделирования металлургических процессов | +       | + | + |

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Печатная учебно-методическая документация

#### а) основная литература:

1. Зенкевич, О. Конечные элементы и аппроксимация О. Зенкевич, К. Морган; Пер. с англ. Б. И. Квасова; Под ред. Н. С. Бахвалова. - М.: Мир, 1986. - 318 с. ил.
2. Колмогоров, В. Л. Механика обработки металлов давлением Учеб. для вузов по специальности "Обраб. металлов давлением" В. Л. Колмогоров. - М.: Металлургия, 1986. - 688 с. ил.
3. Ковка и штамповка Т. 1 Материалы и нагрев. Оборудование. Ковка Справ. В 4 т. Ред. совет: Е. И. Семенов и др.; А. В. Аверкиев, Д. И. Бережковский, Ю. С. Вильчинский и др. - М.: Машиностроение, 1985. - 567 с.
4. Ковка и штамповка Т. 2 Горячая объемная штамповка Справочник. В 4 т. Ред. совет: Е. И. Семенов и др.; А. П. Атрошенко. - М.: Машиностроение, 1986. - 588 с.
5. Ковка и штамповка Т. 3 Холодная объемная штамповка Справочник. В 4 т. Ред. совет: Е. И. Семенов и др.; М. Г. Амиров и др. - М.: Машиностроение, 1987. - 381 с.
6. Ковка и штамповка Т. 4 Листовая штамповка Справочник. В 4 т. Ред. совет: Е. И. Семенов и др.; А. Ю. Аверкиев и др. - М.: Машиностроение, 1987. - 544 с.
7. Романовский, В. П. Справочник по холодной штамповке [Текст] В. П. Романовский. - 6-е изд., перераб. и доп. - Л.: Машиностроение. Ленинградское отделение, 1979. - 520 с. ил.
8. Справочник конструктора штампов: Листовая штамповка Под общ. ред. Л. И. Рудмана. - М.: Машиностроение, 1988. - 495 с. ил.

#### б) дополнительная литература:

1. Агеев, Л. М. Теория процессов прокатки и волочения [Текст] метод. указания к лаб. работам Л. М. Агеев, А. В. Выдрин ; Челяб. гос. техн. ун-т, Каф. Обработка металлов давлением (прокатка) ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательство ЧГТУ, 1995. - 34, [1] с. ил.
2. Дубинский, Ф. С. Планирование и обработка эксперимента в ОМД [Текст] конспект лекций Ф. С. Дубинский, А. В. Выдрин, П. А. Мальцев ;

Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Обраб. металлов давлением ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2007. - 43, [2] с. ил.

3. Ковка и штамповка [Текст] Т. 2 Горячая объемная штамповка / А. П. Атрошенко и др.; под ред. Е. И. Семенова справочник : в 4 т. ред. совет.: Е. И. Семенов (пред.) и др. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 2010. - 719 с. ил.

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

Не предусмотрены

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Компьютерное моделирование процессов ОМД: методические указания к освоению дисциплины / В.А. Иванов. - Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2017. - 18 с.

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Компьютерное моделирование процессов ОМД: методические указания к освоению дисциплины / В.А. Иванов. - Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2017. - 18 с.

### Электронная учебно-методическая документация

| № | Вид литературы            | Наименование ресурса в электронной форме          | Библиографическое описание   |
|---|---------------------------|---|--|
| 1 | Основная литература       | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Матвеев, А.С. Справочник кузнеца. [Электронный ресурс] / А.С. Матвеев, В.А. Кочетков. — Электрон. дан. — М. : Машиностроение, 2011. — 360 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/3314">http://e.lanbook.com/book/3314</a> — Загл. с экрана.                                    |
| 2 | Дополнительная литература | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Латышев, П.Н. Каталог САПР. Программы и производители. 2011–2012. [Электронный ресурс] катал. — Электрон. дан. — М. : СОЛОН-Пресс, 2011. — 736 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/13806">http://e.lanbook.com/book/13806</a> — Загл. с экрана.                             |
| 3 | Основная литература       | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Басов, К.А. ANSYS: справочник пользователя. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : ДМК Пресс, 2008. — 640 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/1335">http://e.lanbook.com/book/1335</a> — Загл. с экрана.  |
| 4 | Дополнительная литература | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Бахвалов, Н.С. Численные методы. [Электронный ресурс] / Н.С. Бахвалов, Н.П. Жидков, Г.М. Кобельков. — Электрон. дан. — М. : Издательство "Лаборатория знаний", 2015. — 639 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/70767">http://e.lanbook.com/book/70767</a> — Загл. с экрана. |

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Office(бессрочно)
2. РСК Технологии-Система "Персональный виртуальный компьютер" (ПВК) (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. ASCON-Компас 3D(бессрочно)
5. MSC Software-University MD FEA + Motion Bundle (MD Nastran, Patran, Marc, Sofy, Dytran, Flightloads, MSC Sinda, MD Adams, Easy5)(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<br>(Л.к.) | Компьютерный класс   |