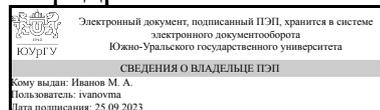


УТВЕРЖДАЮ:  
Заведующий выпускающей  
кафедрой



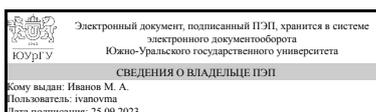
М. А. Иванов

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

**дисциплины** 1.Ф.М1.08 Механическая и геометрическая неоднородность сварных соединений: проектное обучение  
**для направления** 15.04.01 Машиностроение  
**уровень** Магистратура  
**магистерская программа** Цифровое проектирование и производство сварных конструкций из высокопрочных сталей  
**форма обучения** очная  
**кафедра-разработчик** Оборудование и технология сварочного производства

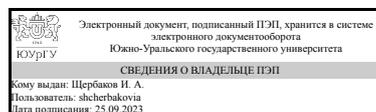
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 15.04.01 Машиностроение, утверждённым приказом Минобрнауки от 14.08.2020 № 1025

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



М. А. Иванов

Разработчик программы,  
старший преподаватель



И. А. Щербаков

## 1. Цели и задачи дисциплины

Цель дисциплины: овладение методиками и навыками оценки сварочных напряжений и деформаций при их механической и геометрической неоднородности.  
Задачи дисциплины: освоить метод численного эксперимента оценки сварочных напряжений и деформаций при их механической и геометрической неоднородности;

## Краткое содержание дисциплины

Основные термины и определения теории сварочных напряжений и деформаций.  
Экспериментальные методы изучения сварочных напряжений и деформаций.  
Моделирование сварочных деформаций и напряжений. Оптимизация геометрических и прочностных характеристик сварных соединений.

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

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-1 Организация, подготовка и контроль сварочного производства	Знает: методы проведения исследований и разработок в области совершенствования технологии и организации сварочных работ Умеет: разрабатывать планы проведения экспериментальных и исследовательских работ по сварочному производству Имеет практический опыт: руководства исследовательскими и экспериментальными работами по совершенствованию методов и технологии выполнения сварочных работ

## 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Сварка специальных сталей и сплавов: проектное обучение, Свариваемость высокопрочных сталей и сплавов: проектное обучение, Роботизация сборочно-сварочных операций: проектное обучение, Системы автоматизированного проектирования в сварке: проектное обучение, Разработка 3D-моделей сварных конструкций: проектное обучение, Прочность и долговечность сварных конструкций: проектное обучение, Учебная практика (ознакомительная, проектное обучение) (2 семестр), Производственная практика (научно-исследовательская работа, проектное обучение) (1 семестр), Производственная практика (научно-исследовательская работа, проектное обучение)	Не предусмотрены

(2 семестр), Производственная практика (технологическая, проектно-технологическая, проектное обучение) (2 семестр)	
---	--

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

Дисциплина	Требования
Прочность и долговечность сварных конструкций: проектное обучение	Знает: методы проведения исследований и разработок в области совершенствования технологии Умеет: определять необходимость аттестации (сертификации) сварочного персонала, материалов, оборудования и технологий Имеет практический опыт:
Системы автоматизированного проектирования в сварке: проектное обучение	Знает: нормативные и методические документы по технической и технологической подготовке сварочного производства Умеет: производить анализ технической (конструкторской и технологической) документации на соответствие нормативным документам и техническим условиям Имеет практический опыт: проведения анализа технологичности сварных конструкций (изделий, продукции)
Сварка специальных сталей и сплавов: проектное обучение	Знает: технические требования, предъявляемые к применяемым при сварке материалам Умеет: производить анализ и экспертизу технической (конструкторской и технологической) документации на соответствие нормативным документам и техническим условиям Имеет практический опыт: в организации и проведении работ по сварочным материалам внедряемым в производство
Свариваемость высокопрочных сталей и сплавов: проектное обучение	Знает: технические требования, предъявляемые к применяемым при сварке материалам Умеет: разрабатывать планы проведения экспериментальных и исследовательских работ по сварочному производству Имеет практический опыт: в организации разработки и внедрения в производство новых сварочных материалов
Роботизация сборочно-сварочных операций: проектное обучение	Знает: основы технологии производства продукции; организацию сварочных работ в отрасли и на предприятии Умеет: разрабатывать планы по технической и технологической подготовке сварочного производства Имеет практический опыт: в разработке и реализации мероприятий по внедрению прогрессивной техники и технологии, улучшению использования технологического оборудования и оснастки, производственных площадей, повышению качества и надежности сварных конструкций

Разработка 3D-моделей сварных конструкций: проектное обучение	Знает: методические документы по технической подготовке сварочного производства Умеет: анализировать техническую документацию на соответствие нормативным документам и техническим условиям Имеет практический опыт: при проведении анализа технологичности сварных конструкций
Учебная практика (ознакомительная, проектное обучение) (2 семестр)	Знает: Умеет: обрабатывать и анализировать результаты экспериментальных и исследовательских работ по сварочному производству Имеет практический опыт:
Производственная практика (технологическая, проектно-технологическая, проектное обучение) (2 семестр)	Знает: организацию сварочных работ в отрасли и производственные мощности организации Умеет: производить анализ и экспертизу технической (конструкторской и технологической) документации на соответствие нормативным документам и техническим условиям Имеет практический опыт: организации разработки и внедрения в производство прогрессивных методов сварки, новых сварочных материалов и оборудования, обеспечивающих сокращение затрат труда, соблюдение требований охраны труда и окружающей среды, экономию материальных и энергетических ресурсов
Производственная практика (научно-исследовательская работа, проектное обучение) (1 семестр)	Знает: основы технологии производства продукции в организации Умеет: производить расчеты необходимой мощности производства, нормативов расхода материалов и энергоресурсов Имеет практический опыт: проведение анализа технологичности сварных конструкций (изделий, продукции). Определение потребности организации в квалифицированных сварщиках и специалистах сварочного производства
Производственная практика (научно-исследовательская работа, проектное обучение) (2 семестр)	Знает: методы проведения исследований и разработок в области совершенствования технологии Умеет: Имеет практический опыт:

#### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 з.е., 180 ч., 40,75 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		3	4
Общая трудоёмкость дисциплины	180	72	108
<i>Аудиторные занятия:</i>	28	16	12
Лекции (Л)	0	0	0
Практические занятия, семинары и (или) другие виды	28	16	12

аудиторных занятий (ПЗ)			
Лабораторные работы (ЛР)	0	0	0
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	139,25	55,75	83,5
Моделирование напряженно-деформированного состояния сварных соединений по заданию преподавателя	40	40	0
Изучение и конспектирование монографий, учебных пособий, хрестоматий и сборников документов по заданию преподавателя	35,75	15,75	20
Определение предельного состояния сварных соединений по заданию преподавателя	63,5	0	63,5
Консультации и промежуточная аттестация	12,75	0,25	12,5
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	зачет	экзамен

## 5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Напряженно-деформированное состояние сварных соединений с учетом их геометрической неоднородности	6	0	6	0
2	Несущая способность сварных соединений с учетом их механической неоднородности	12	0	12	0
3	Несущая способность стыковых сварных соединений с дефектами	4	0	4	0
4	Несущая способность угловых сварных соединений с дефектами	4	0	4	0
5	Несущая способность сварных соединений с твердым швом	2	0	2	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 в метод конечных элементов. Ансис.	2
2	1	Моделирование стыкового сварного соединения с дефектами	2
3	1	Оптимизация углового сварного соединения при растяжении	2
4	2	Решение упруго-пластической задачи. Задание условий для решения методом конечных элементов.	2
5	2	Несущая способность сварных соединений с прямоугольной мягкой прослойкой	2
6	2	Несущая способность сварных соединений с X-образной мягкой прослойкой	2
7	2	Несущая способность сварных соединений с V-образной мягкой прослойкой	2
8	2	Несущая способность сварных соединений с косой мягкой прослойкой	2
9	2	Несущая способность сварных соединений с шевронной мягкой прослойкой	2
10	3	Несущая способность стыковых сварных соединений с дефектами	2
11	3	Изгиб стыковых сварных соединений	2
12	4	Моделирование углового сварного соединения с непроваром при растяжении	2

13	4	Оптимизация углового сварного соединения при изгибе	2
14	5	Несущая способность стыковых сварных соединений с твердым швом	2

### 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
Моделирование напряженно-деформированного состояния сварных соединений по заданию преподавателя	Из основного списка литературы	3	40
Изучение и конспектирование монографий, учебных пособий, хрестоматий и сборников документов по заданию преподавателя	Из основного списка литературы	4	20
Изучение и конспектирование монографий, учебных пособий, хрестоматий и сборников документов по заданию преподавателя	Из основного списка литературы	3	15,75
Определение предельного состояния сварных соединений по заданию преподавателя	Из основного списка литературы	4	63,5

## 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	Решение задачи №1 МКЭ в осеннем семестре	1	2	Решение задания осуществляется на последнем занятии изучаемого раздела. Студент получает на практическом занятии вариант задания и выполняет его на практическом занятии. Работа разделена на 3 этапа. 1 этап - построение геометрической модели, задание свойств материала. 2 этап - построение сетки на модели, задание нагрузок, закреплений, свойств расчета. 3 этап - решение задания, обработка полученных результатов. Если работа	зачет

						правильно выполнена, при этом студентом показано свободное владение материалом по дисциплине за задание он получает 2 балла. Если работа правильно выполнена, при этом студентом не достаточно владеет материалом по дисциплине - 1 балла. Если расчет не корректный, расчет не получился Задание выполняется на практическом занятии. В случае, если студент не успевает выполнить задание, либо он отсутствовал на занятии, решения заданий загружаются в виде отчета в электронный ЮУрГУ. За ответ на одно задание можно получить 1 или 2 балла.	
2	3	Текущий контроль	Решение задачи №2 МКЭ в осеннем семестре	1	2	Решение задания осуществляется на последнем занятии изучаемого раздела. Студент получает на практическом занятии вариант задания и выполняет его на практическом занятии. Работа разделена на 3 этапа. 1 этап - построение геометрической модели, задание свойств материала. 2 этап - построение сетки на модели, задание нагрузок, закреплений, свойств расчета. 3 этап - решение задания, обработка полученных результатов. Если работа правильно выполнена, при этом студентом показано свободное владение материалом по дисциплине за задание он получает 2 балла. Если работа правильно выполнена, при этом студентом не достаточно владеет материалом по дисциплине - 1 балла. Если расчет не корректный, расчет не получился Задание выполняется на практическом занятии. В случае, если студент не успевает выполнить задание, либо он отсутствовал на занятии, решения заданий загружаются в виде отчета в электронный ЮУрГУ. За ответ на одно задание можно получить 1 или 2 балла.	зачет
3	3	Текущий контроль	Решение задачи №3 МКЭ в осеннем семестре	1	2	Решение задания осуществляется на последнем занятии изучаемого раздела. Студент получает на практическом занятии вариант задания и выполняет его на практическом занятии. Работа разделена на 3 этапа. 1 этап - построение геометрической модели, задание свойств материала. 2 этап - построение сетки на модели, задание нагрузок, закреплений, свойств расчета. 3 этап - решение задания, обработка полученных результатов. Если работа	зачет

						правильно выполнена, при этом студентом показано свободное владение материалом по дисциплине за задание он получает 2 балла. Если работа правильно выполнена, при этом студентом не достаточно владеет материалом по дисциплине - 1 балла. Если расчет не корректный, расчет не получился Задание выполняется на практическом занятии. В случае, если студент не успевает выполнить задание, либо он отсутствовал на занятии, решения заданий загружаются в виде отчета в электронный ЮУрГУ. За ответ на одно задание можно получить 1 или 2 балла.	
4	3	Текущий контроль	Решение задачи №4 МКЭ в осеннем семестре	1	2	Решение задания осуществляется на последнем занятии изучаемого раздела. Студент получает на практическом занятии вариант задания и выполняет его на практическом занятии. Работа разделена на 3 этапа. 1 этап - построение геометрической модели, задание свойств материала. 2 этап - построение сетки на модели, задание нагрузок, закреплений, свойств расчета. 3 этап - решение задания, обработка полученных результатов. Если работа правильно выполнена, при этом студентом показано свободное владение материалом по дисциплине за задание он получает 2 балла. Если работа правильно выполнена, при этом студентом не достаточно владеет материалом по дисциплине - 1 балла. Если расчет не корректный, расчет не получился Задание выполняется на практическом занятии. В случае, если студент не успевает выполнить задание, либо он отсутствовал на занятии, решения заданий загружаются в виде отчета в электронный ЮУрГУ. За ответ на одно задание можно получить 1 или 2 балла.	зачет
5	3	Бонус	Бонусное задание	-	15	Студент представляет копии документов, подтверждающие победу или участие в предметных олимпиадах по темам дисциплины При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179) Максимально возможная величина бонус-рейтинга +15 %.	зачет

6	3	Промежуточная аттестация	Зачет	-	2	Зачет проводится в форме практической работы. Необходимо определить напряженно-деформированное состояние сварного шва с дефектами Время, отведенное на зачет - 45 минут Правильный ответ на вопрос соответствует 2 баллам. Частично правильный ответ соответствует 1 баллу. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов. Максимальное количество баллов – 2.	зачет
7	4	Текущий контроль	Решение задачи №1 МКЭ в весеннем семестре	1	2	Решение задания осуществляется на последнем занятии изучаемого раздела. Студент получает на практическом занятии вариант задания и выполняет его на практическом занятии. Работа разделена на 3 этапа. 1 этап - построение геометрической модели, задание свойств материала. 2 этап - построение сетки на модели, задание нагрузок, закреплений, свойств расчета. 3 этап - решение задания, обработка полученных результатов. Если работа правильно выполнена, при этом студентом показано свободное владение материалом по дисциплине за задание он получает 2 балла. Если работа правильно выполнена, при этом студентом не достаточно владеет материалом по дисциплине - 1 балла. Если расчет не корректный, расчет не получился Задание выполняется на практическом занятии. В случае, если студент не успевает выполнить задание, либо он отсутствовал на занятии, решения заданий загружаются в виде отчета в электронный ЮУрГУ. За ответ на одно задание можно получить 1 или 2 балла.	экзамен
8	4	Текущий контроль	Решение задачи №2 МКЭ в весеннем семестре	1	2	Решение задания осуществляется на последнем занятии изучаемого раздела. Студент получает на практическом занятии вариант задания и выполняет его на практическом занятии. Работа разделена на 3 этапа. 1 этап - построение геометрической модели, задание свойств материала. 2 этап - построение сетки на модели, задание нагрузок, закреплений, свойств расчета. 3 этап - решение задания, обработка полученных результатов. Если работа правильно выполнена, при этом студентом показано свободное владение материалом по дисциплине за задание он получает 2 балла. Если работа правильно выполнена, при этом	экзамен

						<p>студентом не достаточно владеет материалом по дисциплине - 1 балла. Если расчет не корректный, расчет не получился Задание выполняется на практическом занятии. В случае, если студент не успевает выполнить задание, либо он отсутствовал на занятии, решения заданий загружаются в виде отчета в электронный ЮУрГУ. За ответ на одно задание можно получить 1 или 2 балла.</p>	
9	4	Текущий контроль	Решение задачи №3 МКЭ в весеннем семестре	1	2	<p>Решение задания осуществляется на последнем занятии изучаемого раздела. Студент получает на практическом занятии вариант задания и выполняет его на практическом занятии. Работа разделена на 3 этапа. 1 этап - построение геометрической модели, задание свойств материала. 2 этап - построение сетки на модели, задание нагрузок, закреплений, свойств расчета. 3 этап - решение задания, обработка полученных результатов. Если работа правильно выполнена, при этом студентом показано свободное владение материалом по дисциплине за задание он получает 2 балла. Если работа правильно выполнена, при этом студентом не достаточно владеет материалом по дисциплине - 1 балла. Если расчет не корректный, расчет не получился Задание выполняется на практическом занятии. В случае, если студент не успевает выполнить задание, либо он отсутствовал на занятии, решения заданий загружаются в виде отчета в электронный ЮУрГУ. За ответ на одно задание можно получить 1 или 2 балла.</p>	экзамен
10	4	Текущий контроль	Решение задачи №4 МКЭ в весеннем семестре	1	2	<p>Решение задания осуществляется на последнем занятии изучаемого раздела. Студент получает на практическом занятии вариант задания и выполняет его на практическом занятии. Работа разделена на 3 этапа. 1 этап - построение геометрической модели, задание свойств материала. 2 этап - построение сетки на модели, задание нагрузок, закреплений, свойств расчета. 3 этап - решение задания, обработка полученных результатов. Если работа правильно выполнена, при этом студентом показано свободное владение материалом по дисциплине за задание он получает 2 балла. Если работа правильно выполнена, при этом</p>	экзамен

						студентом не достаточно владеет материалом по дисциплине - 1 балла. Если расчет не корректный, расчет не получился Задание выполняется на практическом занятии. В случае, если студент не успевает выполнить задание, либо он отсутствовал на занятии, решения заданий загружаются в виде отчета в электронный ЮУрГУ. За ответ на одно задание можно получить 1 или 2 балла.	
11	4	Бонус	Бонусное задание	-	15	Студент представляет копии документов, подтверждающие победу или участие в предметных олимпиадах по темам дисциплины При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179) Максимально возможная величина бонус-рейтинга +15 %.	экзамен
12	4	Промежуточная аттестация	Экзамен	-	5	Для улучшения своего рейтинга студент вправе прийти на экзамен, по результатам которого итоговая оценка может измениться. На экзамене предусмотрено два практических вопроса. Экзамен оценивается по пятибалльной шкале. 5 баллов выставляется за выполненный расчет без ошибок. 4 балла выставляется за выполненный расчет с незначительными погрешностями. 3 балла выставляется за выполненный расчет с большим количеством ошибок. 2 балла выставляются если студент задал условия задачи с ошибками, при которых расчет не сходится 1 балл выставляется, если студент построил геометрическую модель 0 баллов выставляется, если студент не смог выполнить расчет	экзамен

## 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
экзамен	При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179)	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения
зачет	При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов	В соответствии с пп. 2.5, 2.6

	учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179)	Положения
--	---	-----------

### 6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ПК-1	Знает: методы проведения исследований и разработок в области совершенствования технологии и организации сварочных работ	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ПК-1	Умеет: разрабатывать планы проведения экспериментальных и исследовательских работ по сварочному производству	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ПК-1	Имеет практический опыт: руководства исследовательскими и экспериментальными работами по совершенствованию методов и технологии выполнения сварочных работ	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Печатная учебно-методическая документация

#### а) основная литература:

1. Прочность сварных конструкций [Текст] учеб. пособие М. В. Шахматов, В. В. Ерофеев, В. Б. Кульневич, Б. Г. Кульневич ; Челябин. гос.техн. ун-т, Каф. Оборудование и технология сварочного производства ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательство ЧГТУ, 1996. - 64 с. ил.
2. Шахматов, М. В. Технология изготовления и расчет сварных оболочек [Текст] М. В. Шахматов, В. В. Ерофеев, В. В. Коваленко. - Уфа: Полиграфкомбинат, 1999. - 272 с. ил.
3. Каплун, А. Б. Ansys в руках инженера [Текст] практ. рук. А. Б. Каплун, Е. М. Морозов, М. А. Олферьева ; предисл. А. С. Шадского. - Изд. стер. - М.: URSS : ЛИБРОКОМ, 2014. - 269 с. ил.
4. Николаев, Г. А. Сварные конструкции. Прочность сварных соединений и деформации конструкций Учеб. для вузов. - М.: Высшая школа, 1982. - 272 с.
5. Басов, К. А. ANSYS [Текст] справ. пользователя К. А. Басов. - 2-е изд., стер. - М.: ДМК-Пресс, 2012. - 639 с. ил.

#### б) дополнительная литература:

1. Бакши, О. А. Механическая неоднородность сварных соединений Ч. 1 Текст лекций по курсу "Специальные главы прочности сварных конструкций" ЧПИ им. Ленинского комсомола, Каф. Технология и оборудование свароч. пр-ва; Под ред. Е. В. Бердниковой. - Челябинск: ЧПИ, 1981. - 56 с.
2. Бакши, О. А. Механическая неоднородность сварных соединений Ч. 2 Текст лекций по курсу "Специальные главы прочности сварных конструкций" ЧПИ им. Ленинского комсомола. Каф. Технология и оборудование свароч. пр-ва; ЮУрГУ. - Челябинск: ЧПИ, 1983. - 56 с.
3. Винокуров, В. А. Сварные конструкции. Механика разрушения и критерии работоспособности В. А. Винокуров, С. А. Куркин, Г. А. Николаев;

Ред. совет серии: К. В. Фролов (пред.) и др.; Под ред. Б. Е. Патона. - М.: Машиностроение, 1996. - 576 с. ил.

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

1. Вопросы сварочного производства

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1.

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1.

### Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Павлов, А.С. Решение задач механики деформируемого твёрдого тела в программе ANSYS: практикум для вузов. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб. : БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова, 2014. — 34 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/63695">http://e.lanbook.com/book/63695</a> — Загл. с экрана.
2	Методические пособия для самостоятельной работы студента	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Федорова, Н.Н. Основы работы в ANSYS 17. [Электронный ресурс] / Н.Н. Федорова, С.А. Вальгер, М.Н. Данилов, Ю.В. Захарова. — Электрон. дан. — М. : ДМК Пресс, 2017. — 210 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/90112">http://e.lanbook.com/book/90112</a> — Загл. с экрана.

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Dassault Systèmes-SolidWorks Education Edition 500 CAMPUS(бессрочно)
2. ANSYS-ANSYS Academic Multiphysics Campus Solution (Mechanical, Fluent, CFX, Workbench, Maxwell, HFSS, Simplorer, Designer, PowerArtist, RedHawk)(бессрочно)
3. ASCON-Компас 3D(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	214(тк) (Т.к.)	Компьютеры с установленным программным комплексом ANSYS
Лекции	214(тк) (Т.к.)	Мультимедийный проектор

