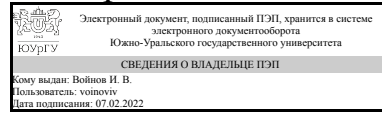


# ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:  
Декан факультета  
Филиал г. Миасс  
Электротехнический



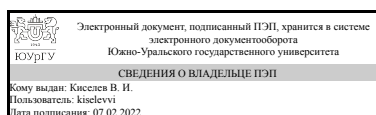
И. В. Войнов

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

**дисциплины** 1.О.19 Компьютерный инженерный анализ конструкций авиационной и ракетной техники  
**для специальности** 24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов  
**уровень** Специалитет  
**форма обучения** очная  
**кафедра-разработчик** Прикладная математика и ракетодинамика

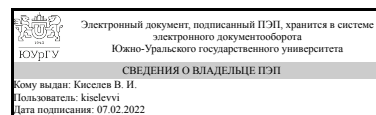
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов, утверждённым приказом Минобрнауки от 12.08.2020 № 964

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



В. И. Киселев

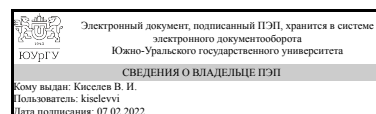
Разработчик программы,  
к.техн.н., доц., заведующий  
кафедрой



В. И. Киселев

СОГЛАСОВАНО

Руководитель специальности  
к.техн.н., доц.



В. И. Киселев

## 1. Цели и задачи дисциплины

Целью преподавания дисциплины является формирование: - представления о современных программных комплексах автоматизированного проектирования и разработки сложных конструкций; - понимания особенностей использования программных средств и вычислительной техники в инженерной практике; - профессиональных навыков выполнения инженерных расчетов на ПЭВМ с использованием программных комплексов конечно-элементного анализа конструкции. Задачей дисциплины является изложение: - основных принципов и особенностей выполнения инженерных расчетов с использованием современных вычислительных программных комплексов; - теоретических основ и алгоритмом метода конечных элементов применительно к решению задач механики сплошных сред и, в частности, прочностных расчетов тонкостенных конструкций корпуса ЛА; - последовательности решения задач прочностного анализа конструкций ЛА с использованием комплекса программ NASTRAN, ANSYS.

## Краткое содержание дисциплины

Программно-вычислительный комплекс MathCad при выполнении инженерных расчетов. Матричная формулировка соотношений теории упругости и строительной механики стержневых систем. Основные понятия вариационных методов в механике сплошных сред. Матричный метод перемещений для стержневых систем. Метод конечных элементов в механике конструкций Конечные элементы сплошной среды. Численное интегрирование в методе конечных элементов Особенности вычисления напряжений. Сглаживание напряжений. Критерии сходимости метода конечных элементов. Соотношения метода конечных элементов в задачах динамики. Программно-вычислительные комплексы конечноэлементного анализа ANSYS, NASTRAN, Kosmos/M.

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

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-6 Способен проводить расчеты нагрузок и сопровождение на всех этапах жизненного цикла изделий РКТ	Знает: современные программные средства анализа систем РКТ Умеет: использовать при разработке конструкции ракеты современные программные средства математических, проектировочных и прочностных расчетов Имеет практический опыт: методами обработки результатов вычислительных экспериментов

## 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
ФД.02 Инструментальные средства инженерных расчетов	Не предусмотрены

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

Дисциплина	Требования
ФД.02 Инструментальные средства инженерных расчетов	Знает: принципы математического и компьютерного моделирования объектов и систем, методы декомпозиции сложных систем на подсистемы и организации связей между элементами систем. Умеет: осуществлять выбор оптимальных для поставленной задачи программных средств моделирования. синтезировать с помощью выбранных программных средств необходимые функциональные модели поведения объектов и систем Имеет практический опыт: математического моделирования разрабатываемого изделия и его подсистем с использованием методов системного подхода и современных программных продуктов для прогнозирования поведения, оптимизации и изучения функционирования изделия

#### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 з.е., 216 ч., 110,75 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		9	10
Общая трудоёмкость дисциплины	216	108	108
<i>Аудиторные занятия:</i>	96	48	48
Лекции (Л)	32	16	16
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	64	32	32
Лабораторные работы (ЛР)	0	0	0
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	105,25	53,75	51,5
с применением дистанционных образовательных технологий	0		
Подготовка к зачёту	20	20	0
Подготовка к контрольным работам	35,25	13,75	21,5
Подготовка докладов	20	20	0
Подготовка к экзамену	30	0	30
Консультации и промежуточная аттестация	14,75	6,25	8,5
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	Особенности использования программно-вычислительного комплекса MathCad при выполнении инженерных расчетов.	8	2	6	0
2	Матричная формулировка соотношений теории упругости и строительной механики стержневых систем.	8	2	6	0
3	Основные понятия вариационных методов в механике сплошных сред.	8	2	6	0
4	Матричный метод перемещений для стержневых систем.	8	2	6	0
5	Метод конечных элементов в механике конструкций	8	2	6	0
6	Конечные элементы сплошной среды.	8	2	6	0
7	Численное интегрирование в методе конечных элементов	10	4	6	0
8	Особенности вычисления напряжений. Сглаживание напряжений.	8	4	4	0
9	Критерии сходимости метода конечных элементов	8	4	4	0
10	Соотношения метода конечных элементов в задачах динамики.	6	2	4	0
11	Особенности практических расчетов с использованием программных комплексов конечноэлементного анализа ANSYS, NASTRAN, Kosmos/M.	16	6	10	0

## 5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Программно-вычислительный комплекс MathCad при выполнении инженерных расчетов.	2
2	2	Матричная формулировка соотношений теории упругости и строительной механики стержневых систем.	2
3	3	Основные понятия вариационных методов в механике сплошных сред.	2
4	4	Матричный метод перемещений для стержневых систем.	2
5	5	Метод конечных элементов в механике конструкций	2
6	6	Конечные элементы сплошной среды.	2
7-8	7	Численное интегрирование в методе конечных элементов	4
9-10	8	Особенности вычисления напряжений. Сглаживание напряжений.	4
11-12	9	Критерии сходимости метода конечных элементов.	4
13	10	Соотношения метода конечных элементов в задачах динамики.	2
14-16	11	Программно-вычислительные комплексы конечноэлементного анализа ANSYS, NASTRAN, Kosmos/M.	2
17-18	11	Программно-вычислительные комплексы конечноэлементного анализа ANSYS, NASTRAN, Kosmos/M.	4

## 5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	1	Особенности использования программно-вычислительного комплекса MathCad при выполнении инженерных расчетов	6
2	2	Расчет ферменной конструкции матричным методом перемещений. Геометрическая модель конструкции. Система координат. Матрицы узловых	6

		сил и смещений.	
3	3	Местные системы координат. Матрицы жесткости стержней в местных осях. Матрица преобразования координат. Определение матрицы жесткости элементов в общей системе координат.	6
4	4	Матрица жесткости конструкции. Решение системы уравнений. Вычисление узловых перемещений и сил в стержнях.	6
5	5	Расчет ферменной конструкции методом конечных элементов. Идеализация конструкции. Геометрическая модель. Физическая модель. Решение задачи в среде ANSYS. Представление и обработка результатов расчета перемещений и напряжений в элементах конструкции	6
6	6	Моделирование с использованием плоских и пространственных конечных элементов. Особенности закрепления модели.	6
7-8	7	Моделирование конструкций сложной формы. Приложение распределённых нагрузок.	6
9-10	8	Определение собственных форм и частот.	4
11-12	9	Моделирование с использованием плоских и пространственных конечных элементов. Особенности закрепления модели. Моделирование конструкций сложной формы. Приложение распределённых нагрузок. Определение собственных форм и частот.	4
13	10	Моделирование с использованием плоских и пространственных конечных элементов. Особенности закрепления модели. Моделирование конструкций сложной формы. Приложение распределённых нагрузок. Определение собственных форм и частот.	4
14-16	11	Особенности практических расчетов с использованием программных комплексов конечноэлементного анализа ANSYS, NASTRAN, Kosmos/M.	6
17-18	11	Особенности практических расчетов с использованием программных комплексов конечноэлементного анализа ANSYS, NASTRAN, Kosmos/M.	4

### 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 к зачёту	ПУМД, осн. лит., 1-3; доп.лит. 1,2; ЭУМД, осн.лит. 1-4; доп. лит. 5,7, метод.пос. 1-3.	9	20
Подготовка к контрольным работам	ПУМД, осн. лит., 1-3; доп.лит. 1,2; ЭУМД, осн.лит. 1-4; доп. лит. 5,7, метод.пос. 1-3.	9	13,75
Подготовка к контрольным работам	ПУМД, осн. лит., 1-3; доп.лит. 1,2; ЭУМД, осн.лит. 1-4; доп. лит. 5,7, метод.пос. 1-3.	10	21,5
Подготовка докладов	ПУМД, осн. лит., 1-3; доп.лит. 1,2; ЭУМД, осн.лит. 1-4; доп. лит. 5,7, метод.пос. 1-3.	9	20
Подготовка к экзамену	ПУМД, осн. лит., 1-3; доп.лит. 1,2; ЭУМД, осн.лит. 1-4; доп. лит. 5,7, метод.пос. 1-3.	10	30

## 6. Текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация

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	9	Текущий контроль	Контрольная работа 1	1	3	Контрольная работа проводится на последнем занятии изучаемого раздела и состоит из двух задач. На контрольную работу отводится 1 час. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Правильно решенная задача оценивается в 3 балла. Частично-правильная задача оценивается в 2 балла. Не правильно решенная задача оценивается в 0 баллов.	зачет
2	9	Текущий контроль	Контрольная работа 2	1	3	Контрольная работа проводится на последнем занятии изучаемого раздела и состоит из двух задач. На контрольную работу отводится 1 час. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Правильно решенная задача оценивается в 3 балла. Частично-правильная задача оценивается в 2 балла. Не правильно решенная задача оценивается в 0 баллов.	зачет
3	9	Текущий контроль	Контрольная работа 3	1	3	Контрольная работа проводится на последнем занятии изучаемого раздела и состоит из двух задач. На контрольную работу отводится 1 час. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Правильно решенная задача оценивается в 3 балла. Частично-правильная задача оценивается в 2 балла. Не правильно решенная задача оценивается в 0 баллов.	зачет
4	9	Текущий контроль	Контрольная работа 4	1	3	Контрольная работа проводится на последнем занятии изучаемого раздела и состоит из двух задач. На контрольную работу отводится 1 час. При оценивании	зачет

						результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Правильно решенная задача оценивается в 3 балла. Частично-правильная задача оценивается в 2 балла. Не правильно решенная задача оценивается в 0 баллов.	
5	9	Текущий контроль	Контрольная работа 5	1	3	Контрольная работа проводится на последнем занятии изучаемого раздела и состоит из двух задач. На контрольную работу отводится 1 час. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Правильно решенная задача оценивается в 3 балла. Частично-правильная задача оценивается в 2 балла. Не правильно решенная задача оценивается в 0 баллов.	зачет
6	10	Текущий контроль	Контрольная работа 6	1	3	Контрольная работа проводится на последнем занятии изучаемого раздела и состоит из двух задач. На контрольную работу отводится 1 час. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Правильно решенная задача оценивается в 3 балла. Частично-правильная задача оценивается в 2 балла. Не правильно решенная задача оценивается в 0 баллов.	экзамен
7	10	Текущий контроль	Контрольная работа 7	1	3	Контрольная работа проводится на последнем занятии изучаемого раздела и состоит из двух задач. На контрольную работу отводится 1 час. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Правильно решенная задача оценивается в 3 балла. Частично-правильная задача оценивается в 2 балла. Не правильно решенная задача оценивается в 0 баллов.	экзамен
8	10	Текущий контроль	Контрольная работа 8	1	3	Контрольная работа проводится на последнем занятии изучаемого раздела и состоит из двух задач. На контрольную работу отводится 1 час. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом	экзамен

						ректора от 24.05.2019 г. № 179). Правильно решенная задача оценивается в 3 балла. Частично-правильная задача оценивается в 2 балла. Не правильно решенная задача оценивается в 0 баллов.	
9	10	Текущий контроль	Контрольная работа 9	1	3	Контрольная работа проводится на последнем занятии изучаемого раздела и состоит из двух задач. На контрольную работу отводится 1 час. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Правильно решенная задача оценивается в 3 балла. Частично-правильная задача оценивается в 2 балла. Не правильно решенная задача оценивается в 0 баллов.	экзамен
10	10	Текущий контроль	Контрольная работа 10	1	3	Контрольная работа проводится на последнем занятии изучаемого раздела и состоит из двух задач. На контрольную работу отводится 1 час. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Правильно решенная задача оценивается в 3 балла. Частично-правильная задача оценивается в 2 балла. Не правильно решенная задача оценивается в 0 баллов.	экзамен
11	9	Промежуточная аттестация	Зачёт	-	10	Каждый студент устно опрашивается по билету, сформированному из вопросов, выносимых на зачет. Билет содержит два вопроса. 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 5 баллам. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов.	зачет
12	10	Промежуточная аттестация	Экзамен	-	20	Экзаменационный билет включает в себя одну типовую задачу на выбор, позволяющих оценить сформированность компетенций. На ответы отводится 1,5 часа. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179) Частично правильное решение задачи соответствует 10 баллам. Неправильное соответствует 0 баллов.	экзамен



13	9	Текущий контроль	Доклад	1	3	Доклад защищается в устной форме. На защиту отводится 10 минут. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Тема полностью раскрыта, студент смог ответить на все вопросы - 3 балла. Тема полностью раскрыта, студент не смог ответить на все вопросы 2 балла. Тема доклада не раскрыта, студент не может ответить на один вопрос 0 баллов.	зачет
----	---	------------------	--------	---	---	---	-------

## 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
экзамен	Экзаменационный билет включает в себя одну типовую задачу на выбор, позволяющих оценить сформированность компетенций. На ответы отводится 1,5 часа. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179) Частично правильное решение задачи соответствует 10 баллам. Неправильное соответствует 0 баллов. Максимальное количество баллов - 20.	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения
зачет	Каждый студент устно опрашивается по билету, сформированному из вопросов, выносимых на зачет. Билет содержит два вопроса. 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 5 баллам. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов. Максимальное количество баллов – 10.	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

## 6.3. Оценочные материалы

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
ПК-6	Знает: современные программные средства анализа систем РКТ	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ПК-6	Умеет: использовать при разработке конструкции ракеты современные программные средства математических, проектировочных и прочностных расчетов	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ПК-6	Имеет практический опыт: методами обработки результатов вычислительных экспериментов	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Фонды оценочных средств по каждому контрольному мероприятию находятся в приложениях.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

## **Печатная учебно-методическая документация**

### *а) основная литература:*

1. Козлов, В. Н. Системный анализ, оптимизация и принятие решений : учебное пособие / В. Н. Козлов. - М. : Проспект, 2014
2. Корилов, А. М. Теория систем и системный анализ [Текст] : учебное пособие / А. М. Корилов, С. Н. Павлов. - М. : Инфра-м, 2017
3. Савицкая, Г.В. Анализ хозяйственной деятельности предприятия: учебник для вузов / Г.В.Савицкая.- 5-е изд., перераб. и доп.- М.: Инфра-М, 2010.-536 с

### *б) дополнительная литература:*

1. Шадрина, Г.В. Экономический анализ. Теория и практика: учебник для вузов по эконом. направ. и спец. / Г.В.Шадрина.- М.: Юрайт, 2014.- 515 с.- (Бакалавр. Базовый курс)
2. Савицкая, Г.В. Экономический анализ: учебник для вузов по экон. направ.и спец.: рек. МО / Г.В.Савицкая.- 14-е изд., перераб. и доп.- М.:Инфра-М, 2011.- 649 с

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

Не предусмотрены

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

1. Алямовский, А.А. SolidWorks Simulation. Инженерный анализ для профессионалов: задачи, методы, рекомендации. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : ДМК Пресс, 2015. — 562 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/69953>
2. 1. Система Mathcad. Матричные вычисления : методические указания к выполнению лабораторной работы / составитель Н.Н. Цыбина ; под ред. Б.М. Суховилова. – Челябинск : Издательский центр ЮУрГУ, 2011. – электрон. текстовые дан.
3. Мельников, В.Г. Компьютерные лабораторные работы в системе инженерного анализа. [Электронный ресурс] / В.Г. Мельников, С.Е. Иванов, Г.И. Мельников. — Электрон. дан. — СПб. : НИУ ИТМО, 2012. — 65 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/40832>

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

1. Алямовский, А.А. SolidWorks Simulation. Инженерный анализ для профессионалов: задачи, методы, рекомендации. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : ДМК Пресс, 2015. — 562 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/69953>
2. 1. Система Mathcad. Матричные вычисления : методические указания к выполнению лабораторной работы / составитель Н.Н. Цыбина ; под ред. Б.М. Суховилова. – Челябинск : Издательский центр ЮУрГУ, 2011. – электрон. текстовые дан.
3. Мельников, В.Г. Компьютерные лабораторные работы в системе инженерного анализа. [Электронный ресурс] / В.Г. Мельников, С.Е. Иванов, Г.И. Мельников. — Электрон. дан. — СПб. : НИУ ИТМО, 2012. — 65 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/40832>

## Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Карп, К.А. Инженерные методы вероятностного анализа авиационных и космических систем. [Электронный ресурс] / К.А. Карп, В.Н. Евдокименко, В.Г. Динеев. — Электрон. дан. — М. : Физматлит, 2009. — 320 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/2196">http://e.lanbook.com/book/2196</a>
2	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Иванов, С.Е. Интеллектуальные программные комплексы для технической и технологической подготовки производства. Часть 5. Системы инженерного расчета и анализа деталей и сборочных единиц. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб. : НИУ ИТМО, 2011. — 48 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/40763">http://e.lanbook.com/book/40763</a>
3	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Мельников, В.Г. Компьютерные лабораторные работы в системе инженерного анализа. [Электронный ресурс] / В.Г. Мельников, С.Е. Иванов, Г.И. Мельников. — Электрон. дан. — СПб. : НИУ ИТМО, 2012. — 65 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/40832">http://e.lanbook.com/book/40832</a>
4	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Алямовский, А.А. SolidWorks Simulation. Инженерный анализ для профессионалов: задачи, методы, рекомендации. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : ДМК Пресс, 2015. — 562 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/69953">http://e.lanbook.com/book/69953</a>
5	Дополнительная литература	Электронный каталог ЮУрГУ	Замышляева, А. А. Уравнения соболевского типа на графах [Электрон. текстовые дан.] : учеб. пособие по направлению "Математика" / А. А. Замышляева, О. Н. Цыпленкова ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Уравнения мат. физики ; ЮУрГУ. - Челябинск : Издательский Центр ЮУрГУ , 2016 . - Режим доступа : <a href="http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&amp;key=000540755">http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&amp;key=000540755</a>
6	Основная литература	Электронный каталог ЮУрГУ	Соболев, А. Н. Компьютерная физика [Электрон. текстовые дан.] : учеб. пособие по направлению "Приклад. математика и физика" / А. Н. Соболев, А. Г. Воронцов ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Общ. и теорет. физика ; ЮУрГУ. - Челябинск : Издательский Центр ЮУрГУ , 2016 . - Режим доступа : <a href="http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&amp;key=000551107">http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&amp;key=000551107</a>
7	Дополнительная литература	Электронный каталог ЮУрГУ	Павловская, О. О. Научно-конструкторские разработки. Поиск идеи и технико-экономическое обоснование [Электрон. текстовые дан.] : учеб. пособие по направлениям 220100.68 и 230100.68 / О. О. Павловская ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Системы упр.; ЮУрГУ. - Челябинск : Издательский Центр ЮУрГУ , 2014. - Режим доступа : <a href="http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&amp;key=000529029">http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&amp;key=000529029</a>

Перечень используемого программного обеспечения:

1. -Windchill PDMLink(бессрочно)
2. -Creo Academic(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1. -База данных ВИНТИ РАН(бессрочно)

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Лекции	315 (5)	Компьютеры с доступом в интернет
Экзамен	315 (5)	Не предусмотрено
Самостоятельная работа студента	315 (5)	Компьютеры с доступом в интернет
Практические занятия и семинары	315 (5)	Компьютеры с доступом в интернет