



## 1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины

Целями учебной дисциплины являются:

- формирование у обучающихся навыков использования программного обеспечения с открытым исходным кодом для создания и разработки компьютерных 3D моделей.

Задачами учебной дисциплины являются:

- изучение современных технологий прототипирования;
- получение навыков разработки 3D-моделей для робототехнических систем.

## 2 Место учебной дисциплины в структуре ООП по направлению подготовки (специальности)

Учебная дисциплина относится к учебным дисциплинам обязательной части **Блока 1. Дисциплины (модули)** ООП по направлению подготовки (специальности) 44.03.05 «Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)».

Учебная дисциплина базируется на предварительном усвоении обучающимися учебных дисциплин:

- Информационные технологии;
- Компьютерное моделирование;
- Проектирование и конструирование роботов;
- Моделирование систем.

Учебная дисциплина дополняет знания, умения и навыки, получаемые по одновременно изучаемым и последующим дисциплинам:

- Техническое обеспечение информационно-управляющих систем;
- Преддипломная практика;
- Выполнение и защита выпускной квалификационной работы.

## 3 Планируемые результаты обучения по учебной дисциплине

Процесс изучения учебной дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

### – Универсальные компетенции

Наименование категории (группы) УК	Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК	Планируемые результаты обучения
Разработка и реализация проектов	УК-2: Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих право-	УК-2.1 Формулирует совокупность взаимосвязанных задач в рамках поставленной цели работы, обеспечивающих ее достижение. Определяет	– знать: основные задачи прототипирования и 3D-моделирования в робототехнике. – уметь: формулировать цели и

вых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	ожидаемые результаты решения поставленных задач	задачи прототипирования и моделирования. – владеть: навыками целеполагания в области прототипирования и моделирования.
	УК-2.2 Проектирует решение конкретной задачи проекта, выбирая оптимальный способ ее решения, исходя из действующих правовых норм и имеющихся ресурсов и ограничений	– знать: основные способы и методы прототипирования и 3D-моделирования. – уметь: выбирать оптимальный для текущей задачи метода прототипирования. – владеть: основными способами прототипирования и моделирования.
	УК-2.3 Решает конкретные задачи (исследования, проекта, деятельности) заявленного качества за установленное время	– знать: примерные трудо- и временные затраты, характерные для разных способов прототипирования и моделирования. – уметь: выбирать способ решения задачи прототипирования в соответствии с заданным временными ограничениями. – владеть: навыками тайм-менеджмента.
	УК-2.4 Публично представляет результаты решения задач исследования, проекта, деятельности	– знать: основные программные среды прототипирования и 3D-моделирования. – уметь: визуализировать полученные 3D-модели. – владеть: программными сре-

			дами прототипирования и 3D-моделирования.
--	--	--	---

### – Общепрофессиональные компетенции

Наименование категории (группы) ОПК	Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК	Планируемые результаты обучения
Правовые и этические основы профессиональной деятельности	ОПК-1: Способен осуществлять профессиональную деятельность в соответствии с нормативными правовыми актами в сфере образования и нормами профессиональной этики	ОПК-1.1 Демонстрирует знание приоритетных направлений развития системы образования Российской Федерации, законов и иных нормативных правовых актов, регламентирующих деятельность в сфере образования в Российской Федерации, нормативных документов по вопросам обучения и воспитания детей и молодежи, федеральных государственных образовательных стандартов основного общего, среднего общего образования, законодательных документов о правах ребенка, актуальных вопросов трудового законодательства; конвенции о правах ребенка	<ul style="list-style-type: none"> <li>– знать: основные документы, регламентирующие конструкторскую деятельность в РФ.</li> <li>– уметь: пользоваться стандартами системы ЕСКД.</li> <li>– владеть: навыками проектирования и конструирования.</li> </ul>
		ОПК-1.2 Применяет в своей деятельности основные нормативно-правовые акты в сфере образования и нормы профессиональной этики, обеспечивает конфиденциальность сведений о субъектах образовательных отношений, профессиональной	<ul style="list-style-type: none"> <li>– знать: основные нормативные акты, регламентирующие обучение робототехники.</li> <li>– уметь: работать с НПА и искать в них нужную информацию.</li> <li>– владеть: навыками работы с НПА.</li> </ul>

		<p>деятельности.</p> <p>ОПК-1.3 Реализует действия по соблюдению правовых, нравственных и этических норм, требований профессиональной этики - в условиях реальных педагогических ситуаций; действия по осуществлению профессиональной деятельности в соответствии с требованиями федеральных государственных образовательных стандартов основного общего, среднего общего образования – в части анализа содержания современных подходов к организации и функционированию системы общего образования</p>	<p>– знать: современные подходы к прототипированию.</p> <p>– уметь: обучать навыками работы с ПО и прототипирования других.</p> <p>– владеть: навыками преподавания прототипирования в области робототехники.</p>
--	--	---	---

#### 4 Объем и содержание учебной дисциплины

Учебные занятия по учебной дисциплине проводятся в форме контактной работы и в форме самостоятельной работы обучающихся.

Контактная работа обучающихся с преподавателем включает в себя занятия лекционного типа (лекции), занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы), групповые консультации и индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, промежуточную аттестацию обучающихся и иную контактную работу, предусматривающую групповую или индивидуальную работу обучающихся с преподавателем. Контактная работа обучающихся с преподавателем может быть аудиторной, внеаудиторной, а также проводиться в электронной информационно-образовательной среде.

Рабочей программой дисциплины предусмотрено проведение лекций, практических занятий (семинаров). Особое место в овладении учебной дисциплины отводится самостоятельной работе, позволяющей получить максимальное представление о данной учебной дисциплине.

## Объем учебной дисциплины

Семестр / курс		<b>ИТОГО</b>	<b>9 семестр</b>
Форма промежуточной аттестации			экзамен
Трудоёмкость	академ. час.	<b>180</b>	180
	зачетных единиц	<b>5</b>	5
Лекции, академ. час.		<b>30</b>	30
Лабораторные работы, академ. час.		<b>0</b>	0
Практические работы, академ. час.		<b>30</b>	30
Курсовая работа / проект, академ. час.		<b>0</b>	0
Консультации, академ. час.		<b>0</b>	0
Самостоятельная работа, академ. час.		<b>102</b>	102
Контроль, академ. час.		<b>18</b>	18

## Содержание учебной дисциплины

Раздел 1 Основные понятия 3D моделирования и прототипирования (Компьютерная графика. 3D геометрия. Координатные системы, координаты объекта и оси вращения. Методы 3D моделирования. Математическое представление 3D объектов. Представление кривых и поверхностей. Обзор программ для 3D моделирования с открытым исходным кодом. Форматы файлов для хранения 3D моделей.);

Раздел 2 3D моделирование с использованием FreeCAD (Навигация в 3D пространстве. Работа с параметрическими объектами. Свойства с объектами. Работа с инструментариями. Концепция верстаков. Изучение инструмента Part. Изучение инструмента 2D Drafting. Верстак рисование Sketcher. Верстак PartDesign. Инструмент Drawing. Инструмент Mesh. Сценарии и макросы.);

Раздел 3 3D моделирование с использованием OpenSCAD (Интерфейс пользователя программы OpenSCAD. Введение в язык OpenSCAD. Типы данных, переменные и вектора. Задание 2D примитивов (квадрат, круг, многоугольник) и 3D примитивов (куб, сфера, цилиндр, многогранник). Создание 3D моделей на основе 2D моделей. Основные преобразования фигур. Булевы операции над фигурами. Условные и итеративные функции. Математические операторы и функции. Создание пользовательских функций и модулей. Импорт и экспорт объектов в OpenSCAD.);

Раздел 4 3D моделирование с использованием Blender (Обзор интерфейса программы Blender. Установка единиц измерения. Создание 3D объектов с помощью примитивов. Расположение объектов в пространстве и задание их размеров. Основные преобразования над объектами: перемещение, вращение, масштабирование. Модификаторы и их использование);

Раздел 5 Метод конечных элементов для анализа механических свойств 3D моделей (Введение в способ анализа методом конечных элементов (МКЭ). FEM модуль программы FreeCAD. Моделирование геометрии. Создание сетки МКЭ из геометрической модели. Условия для

расчета включающие нагрузку и фиксаторы расчетной модели. Использование материала в расчетной модели. Решение системы уравнений. Оценка результатов расчета представленных графически.);

Раздел 6 Аддитивные технологии (Метод послойного наплавления. Лазерная стереолитография. Робокастинг. Селективное лазерное спекание. Струйные методы.).

### 5 Перечень тем лекций

№ раздела / темы дисциплины	Темы лекций	Трудоемкость, академ. час
Раздел 1.	Основные понятия 3D моделирования и прототипирования	4
Раздел 2.	3D моделирование с использованием FreeCAD	6
Раздел 3.	3D моделирование с использованием OpenSCAD	4
Раздел 4.	3D моделирование с использованием Blender	6
Раздел 5.	Метод конечных элементов для анализа механических свойств 3D моделей	6
Раздел 6.	Аддитивные технологии	4
<b>Итого:</b>		<b>30</b>

### 6 Перечень тем практических занятий (семинаров)

№ раздела / темы дисциплины	Темы практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, академ. час
Раздел 2.	Основы работы в программе FreeCAD и изучение инструментария	2
Раздел 2.	Создание различных 3D деталей и объектов с использованием FreeCAD	6
Раздел 3.	Основы работы со средой OpenSCAD	2
Раздел 3.	Создание 3D моделей на основе 2D моделей	6
Раздел 4.	Основы работы в Blender	2
Раздел 4.	Создание различных 3D деталей и объектов с использованием Blender	6
Раздел 5.	Исследование механических свойств 3D моделей	6
<b>Итого:</b>		<b>30</b>

### 7 Перечень тем лабораторных работ

№ раздела / темы дисциплины	Темы лабораторных работ	Трудоемкость,
-----------------------------	-------------------------	---------------

<b>ны</b>		<b>академ.час</b>
	<i>Отсутствуют</i>	
<b>Итого:</b>		<b>0</b>

### 8 Перечень тем курсовых работ (проектов)

<b>№ раздела / темы дисциплины</b>	<b>Темы курсовых работ (проектов)</b>	<b>Трудоемкость, академ.час</b>
	<i>Отсутствуют</i>	
<b>Итого:</b>		<b>0</b>

### 9 Виды самостоятельной работы

<b>№ раздела / темы дисциплины</b>	<b>Виды самостоятельной работы</b>	<b>Трудоемкость, академ.час</b>
Раздел 1.	1. Изучение лекционного материала; 2. Изучение теоретического материала; 3. Подготовка к текущему контролю.	16
Раздел 2.	1. Изучение лекционного материала; 2. Изучение теоретического материала; 3. Подготовка к практическому занятию; 4. Подготовка к текущему контролю; 5. Прохождение тестирования.	18
Раздел 3.	1. Изучение лекционного материала; 2. Изучение теоретического материала; 3. Подготовка к практическому занятию; 4. Подготовка к текущему контролю.	18
Раздел 4.	1. Изучение лекционного материала; 2. Изучение теоретического материала; 3. Подготовка к практическому занятию; 4. Подготовка к текущему контролю; 5. Прохождение тестирования.	16
Раздел 5.	1. Изучение лекционного материала; 2. Изучение теоретического материала; 3. Подготовка к практическому	18



	занятию; 4. Подготовка к текущему контролю; 5. Прохождение тестирования.	
Раздел 6.	1. Изучение лекционного материала; 2. Изучение теоретического материала; 3. Подготовка к практическому занятию; 4. Подготовка к текущему контролю; 5. Прохождение тестирования.	16
<i>Контроль</i>	<i>Подготовка к экзамену</i>	18
<b>Итого:</b>		<b>120</b>

## 10 Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины

### а) литература:

1 Лукинов, А. П. Проектирование мехатронных и робототехнических устройств : учебное пособие / А. П. Лукинов. – Санкт-Петербург : Лань, 2012. – 608 с. – ISBN 978-5-8114-1166-5. – URL: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=2765](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=2765) (дата обращения: 07.04.2020);

2 Подураев, Ю. В. Мехатроника: основы, методы, применение : учебное пособие / Ю. В. Подураев. – Москва : Машиностроение, 2006. – 256 с. – ISBN 5-217-03355-X. – URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/521703355X.html> (дата обращения: 07.04.2020);

3 Григорьянц, А. Г. Лазерные аддитивные технологии в машиностроении : учебное пособие / А. Г. Григорьянц, И. Н. Шиганов, А. И. Мисюров, Р. С. Третьяков. – Москва : Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2018. – 278 с. – ISBN 978-5-7038-4976-7. – URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785703849767.html> (дата обращения: 07.04.2020);

4 Сторожев, В. В. Системотехника и мехатроника технологических машин и оборудования : монография / В. В. Сторожев, Н. А. Феоктистов. – Москва : Дашков и К, 2016. – 412 с. – ISBN 978-5-394-02468-9. – URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785394024689.html> (дата обращения: 07.04.2020).

### б) ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

1 Консультант студента. Электронная библиотека технического ВУЗа : электронно-библиотечная система / ООО «Политехресурс». – Москва, [200 – ]. – URL: <http://www.studentlibrary.ru>. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

2 ЛАНЬ : электронно-библиотечная система / ООО «ЭБС ЛАНЬ». – Санкт-Петербург, [200 – ]. – URL: <http://e.lanbook.com>. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

3 НАУЧНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ БИБЛИОТЕКА eLIBRARY.RU : база данных / ООО «НЭБ». – Москва, [200 – ]. – URL: <http://elibrary.ru>. – Режим доступа: по подписке;

4 Университетская библиотека онлайн : электронно-библиотечная система / ООО «Директ-Медиа». – Москва, [200 – ]. – URL: <http://www.biblioclub.ru>. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

5 Университетская информационная система РОССИЯ : электронная библиотека / НИВЦ МГУ им. М.В. Ломоносова. – Москва, [200 – ]. – URL: <http://uisrussia.msu.ru>. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

6 ЭБС ЮРАЙТ [www.biblio-online.ru](http://www.biblio-online.ru) : электронно-библиотечная система / ООО «Электронное издательство Юрайт». – Москва, [200 – ]. – URL: <http://www.biblio-online.ru>. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

7 Электронная библиотека // Научно-техническая библиотека СибГИУ : сайт. – Новокузнецк, [200 – ]. – URL: <http://library.sibsiu.ru/LibrELibraryFullText.asp>. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

8 Электронный каталог : сайт / Научно-техническая библиотека СибГИУ. – Новокузнецк, [199 – ]. – URL: <http://libr.sibsiu.ru>.

**в) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:**

- Libre Office;
- Microsoft Office 2003;
- Microsoft Office 2010;
- Microsoft Windows 7;
- Microsoft Windows XP.

**г) базы данных и информационно-справочные системы:**

1 КонсультантПлюс : справочно-правовая система / ООО «Информационный центр АНВИК». – Новокузнецк, [199 – ]. – Режим доступа: компьютерная сеть библиотеки Сиб. гос. индустр. ун-та.;

2 Система ГАРАНТ : электронный периодический справочник / ООО «Правовой центр «Гарант». – Кемерово, [200 – ]. – Режим доступа: компьютерная сеть Сиб. гос. индустр. ун-та.;

3 Техэксперт : информационно-справочная система / ООО «Группа компаний «Кодекс». – Кемерово, [200 – ]. – Режим доступа: компьютерная сеть Сиб. гос. индустр. ун-та.;

4 Электронный реферативный журнал (ЭлРЖ) : база данных / ВИНТИ РАН. – Москва, [200 – ]. – Режим доступа: компьютерная сеть библиотеки Сиб. гос. индустр. ун-та.

## **11 Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины**

Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины включает учебные аудитории, оснащенные оборудованием, компьютерной техникой, и техническими средствами обучения, в том числе:

- учебную аудиторию для проведения занятий лекционного типа, оборудованную учебной доской, экраном и мультимедийным проектором;
- учебную аудиторию для проведения занятий семинарского типа (практических занятий);
- помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду, научно-техническую библиотеку СибГИУ;
- учебную аудиторию (помещения) для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности) 44.03.05 «Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)».

Составитель(и):

Поползин Иван Юрьевич

## Приложение А

### Аннотация рабочей программы дисциплины «Робототехнические системы и прототипирование»

по направлению подготовки (специальности)  
**44.03.05 - Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)**

(направленность (профиль) «Информатика и образовательная робототехника»)

форма обучения – Очная форма

#### **1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины**

Целями учебной дисциплины являются:

- формирование у обучающихся навыков использования программного обеспечения с открытым исходным кодом для создания и разработки компьютерных 3D моделей.

Задачами учебной дисциплины являются:

- изучение современных технологий прототипирования;
- получение навыков разработки 3D-моделей для робототехнических систем.

#### **2 Место учебной дисциплины в структуре ООП по направлению подготовки (специальности)**

Учебная дисциплина относится к учебным дисциплинам обязательной части **Блока 1. Дисциплины (модули)** ООП по направлению подготовки (специальности) 44.03.05 «Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)».

Учебная дисциплина базируется на предварительном усвоении обучающимися учебных дисциплин:

- Информационные технологии;
- Компьютерное моделирование;
- Проектирование и конструирование роботов;
- Моделирование систем.

Учебная дисциплина дополняет знания, умения и навыки, получаемые по одновременно изучаемым и последующим дисциплинам:

- Техническое обеспечение информационно-управляющих систем;
- Преддипломная практика;
- Выполнение и защита выпускной квалификационной работы.

#### **3 Планируемые результаты обучения по учебной дисциплине**

Процесс изучения учебной дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

## – Универсальные компетенции

Наименование категории (группы) УК	Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК	Планируемые результаты обучения
Разработка и реализация проектов	УК-2: Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	УК-2.1 Формулирует совокупность взаимосвязанных задач в рамках поставленной цели работы, обеспечивающих ее достижение. Определяет ожидаемые результаты решения поставленных задач	<ul style="list-style-type: none"> <li>– знать: основные задачи прототипирования и 3D-моделирования в робототехнике.</li> <li>– уметь: формулировать цели и задачи прототипирования и моделирования.</li> <li>– владеть: навыками целеполагания в области прототипирования и моделирования.</li> </ul>
		УК-2.2 Проектирует решение конкретной задачи проекта, выбирая оптимальный способ ее решения, исходя из действующих правовых норм и имеющихся ресурсов и ограничений	<ul style="list-style-type: none"> <li>– знать: основные способы и методы прототипирования и 3D-моделирования.</li> <li>– уметь: выбирать оптимальный для текущей задачи метода прототипирования.</li> <li>– владеть: основными способами прототипирования и моделирования.</li> </ul>
		УК-2.3 Решает конкретные задачи (исследования, проекта, деятельности) заявленного качества за установленное время	<ul style="list-style-type: none"> <li>– знать: примерные трудо- и временные затраты, характерные для разных способов прототипирования и моделирования.</li> <li>– уметь: выбирать способ решения задачи прототипирования в соответствии с заданным временными ограничениями.</li> <li>– владеть: навыками тайм-</li> </ul>

		менеджмента.
	УК-2.4 Публично представляет результаты решения задач исследования, проекта, деятельности	<ul style="list-style-type: none"> <li>– знать: основные программные среды прототипирования и 3D-моделирования.</li> <li>– уметь: визуализировать полученные 3D-модели.</li> <li>– владеть: программными средами прототипирования и 3D-моделирования.</li> </ul>

### – Общепрофессиональные компетенции

Наименование категории (группы) ОПК	Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК	Планируемые результаты обучения
Правовые и этические основы профессиональной деятельности	ОПК-1: Способен осуществлять профессиональную деятельность в соответствии с нормативными правовыми актами в сфере образования и нормами профессиональной этики	ОПК-1.1 Демонстрирует знание приоритетных направлений развития системы образования Российской Федерации, законов и иных нормативных правовых актов, регламентирующих деятельность в сфере образования в Российской Федерации, нормативных документов по вопросам обучения и воспитания детей и молодежи, федеральных государственных образовательных стандартов основного общего, среднего общего образования, законодательных документов о правах ребенка, актуальных вопросов трудового законодательства; конвенции о правах ребенка	<ul style="list-style-type: none"> <li>– знать: основные документы, регламентирующие конструкторскую деятельность в РФ.</li> <li>– уметь: пользоваться стандартами системы ЕСКД.</li> <li>– владеть: навыками проектирования и конструирования.</li> </ul>
		ОПК-1.2 Применяет	– знать: основные

		<p>в своей деятельности основные нормативно-правовые акты в сфере образования и нормы профессиональной этики, обеспечивает конфиденциальность сведений о субъектах образовательных отношений, профессиональной деятельности.</p>	<p>нормативные акты, регламентирующие обучение робототехники. – уметь: работать с НПА и искать в них нужную информацию. – владеть: навыками работы с НПА.</p>
		<p>ОПК-1.3 Реализует действия по соблюдению правовых, нравственных и этических норм, требований профессиональной этики - в условиях реальных педагогических ситуаций; действия по осуществлению профессиональной деятельности в соответствии с требованиями федеральных государственных образовательных стандартов основного общего, среднего общего образования – в части анализа содержания современных подходов к организации и функционированию системы общего образования</p>	<p>– знать: современные подходы к прототипированию. – уметь: обучать навыками работы с ПО и прототипирования других. – владеть: навыками преподавания прототипирования в области робототехники.</p>

#### 4 Объем учебной дисциплины

Семестр / курс		<b>ИТОГО</b>	<b>9 семестр</b> <b>экзамен</b>
Форма промежуточной аттестации			
Трудоёмкость	<i>академ. час.</i>	<b>180</b>	<b>180</b>
	<i>зачетных единиц</i>	<b>5</b>	<b>5</b>
Лекции, <i>академ. час.</i>		<b>30</b>	<b>30</b>
Лабораторные работы, <i>академ. час.</i>		<b>0</b>	<b>0</b>
Практические работы, <i>академ. час.</i>		<b>30</b>	<b>30</b>
Курсовая работа / проект, <i>академ. час.</i>		<b>0</b>	<b>0</b>
Консультации, <i>академ. час.</i>		<b>0</b>	<b>0</b>

Самостоятельная работа, <i>академ. час.</i>	<b>102</b>	102
Контроль, <i>академ. час.</i>	<b>18</b>	18

## **5 Краткое содержание учебной дисциплины**

В структуре учебной дисциплины выделяются следующие основные разделы (темы):

Раздел 1 Основные понятия 3D моделирования и прототипирования (Компьютерная графика. 3D геометрия. Координатные системы, координаты объекта и оси вращения. Методы 3D моделирования. Математическое представление 3D объектов. Представление кривых и поверхностей. Обзор программ для 3D моделирования с открытым исходным кодом. Форматы файлов для хранения 3D моделей.);

Раздел 2 3D моделирование с использованием FreeCAD (Навигация в 3D пространстве. Работа с параметрическими объектами. Свойства с объектами. Работа с инструментариями. Концепция верстаков. Изучение инструмента Part. Изучение инструмента 2D Drafting. Верстак рисование Sketcher. Верстак PartDesign. Инструмент Drawing. Инструмент Mesh. Сценарии и макросы.);

Раздел 3 3D моделирование с использованием OpenSCAD (Интерфейс пользователя программы OpenSCAD. Введение в язык OpenSCAD. Типы данных, переменные и вектора. Задание 2D примитивов (квадрат, круг, многоугольник) и 3D примитивов (куб, сфера, цилиндр, многогранник). Создание 3D моделей на основе 2D моделей. Основные преобразования фигур. Булевы операции над фигурами. Условные и итеративные функции. Математические операторы и функции. Создание пользовательских функций и модулей. Импорт и экспорт объектов в OpenSCAD.);

Раздел 4 3D моделирование с использованием Blender (Обзор интерфейса программы Blender. Установка единиц измерения. Создание 3D объектов с помощью примитивов. Расположение объектов в пространстве и задание их размеров. Основные преобразования над объектами: перемещение, вращение, масштабирование. Модификаторы и их использование);

Раздел 5 Метод конечных элементов для анализа механических свойств 3D моделей (Введение в способ анализа методом конечных элементов (МКЭ). FEM модуль программы FreeCAD. Моделирование геометрии. Создание сетки МКЭ из геометрической модели. Условия для расчета включающие нагрузку и фиксаторы расчетной модели. Использование материала в расчетной модели. Решение системы уравнений. Оценка результатов расчета представленных графически.);

Раздел 6 Аддитивные технологии (Метод послойного наплавления. Лазерная стереолитография. Робокастинг. Селективное лазерное спекание. Струйные методы.);

## **6 Составитель(и):**



Поползин Иван Юрьевич