



## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

### Цели освоения дисциплины (модуля):

Формирование знаний о методах и способах создания быстрых прототипов с использованием технологий 3D-печати и систем автоматизированного производства (САПР).

### Задачи:

Изучение методических основ технологий 3D-печати по методу осаждения расплавленной нитью (FDM) и стереолитографии (SLA); формирование понимания процесса 3D-моделирования и умений работать в системах автоматизированного производства; формирование навыков по поиску и выявлению инженерных задач и разработка решений на основе технологий быстрого прототипирования; формирование навыков применения методов инженерного творчества при решении конструкторско-технологических и производственных задач.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

Цикл (раздел) ОП: Б1.О.12Б1.О

### Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Основой для освоения дисциплины является знание школьных курсов информатики и математики, а также знания, получаемые в рамках дисциплин блоков «Общая физика» и «Информационные технологии».

**Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:**

Полученные в ходе изучения дисциплины знания и навыки используются в дальнейшем в профессиональной деятельности.

Технологическая практика

Преддипломная практика

Программно-аппаратные комплексы

## 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

<b>Общая трудоемкость</b>	2 ЗЕТ
Часов по учебному плану	72
<b>в том числе:</b>	
аудиторные занятия	33
самостоятельная работа	39

## 4. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

ОПК-2.3: Решает поставленные задачи на основе знаний профильных разделов технических и естественно-научных дисциплин

ОПК-9.3: Осуществляет планирование проекта с учетом современных технологических новаций

## 5. ВИДЫ КОНТРОЛЯ

Виды контроля в семестрах:	
зачеты	7

## 6. ЯЗЫК ПРЕПОДАВАНИЯ

Язык преподавания: русский.

## 7. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занят.	Наименование разделов и тем	Вид занятия	Семестр / Курс	Часов	Источники	Примечание
	Раздел 1. Программное обеспечение для 3D-моделирования					
1.1	Программное обеспечение для 3D-моделирования	Лек	7	1	Л1.1 Л1.2 Л1.3	
1.2	Программное обеспечение для 3D-моделирования	Лаб	7	2		
	Раздел 2. Autodesk Fusion 360. Интерфейс и его настройка. Общие сведения. Совместное проектирование					
2.1	Autodesk Fusion 360. Интерфейс и его настройка. Общие сведения. Совместное проектирование	Лек	7	1		
2.2	Autodesk Fusion 360. Интерфейс и его настройка. Общие сведения. Совместное проектирование	Лаб	7	2		
2.3	Autodesk Fusion 360. Интерфейс и его настройка. Общие сведения. Совместное проектирование	Ср	7	2		
	Раздел 3. Autodesk Fusion 360. Твердотельное моделирование, общие сведения. Примитивы					
3.1	Autodesk Fusion 360. Твердотельное моделирование, общие сведения. Примитивы	Лек	7	1		
3.2	Autodesk Fusion 360. Твердотельное моделирование, общие сведения. Примитивы	Лаб	7	2		
3.3	Autodesk Fusion 360. Твердотельное моделирование, общие сведения. Примитивы	Ср	7	2		
	Раздел 4. Autodesk Fusion 360. Эскизы. Создание и использование. Проецирование эскизов.					
4.1	Autodesk Fusion 360. Эскизы. Создание и использование. Проецирование эскизов.	Лек	7	1		
4.2	Autodesk Fusion 360. Эскизы. Создание и использование. Проецирование эскизов.	Лаб	7	2		
4.3	Autodesk Fusion 360. Эскизы. Создание и использование. Проецирование эскизов.	Ср	7	2		

	Раздел 5. Autodesk Fusion 360. Constraints. Ограничения, связи, параметризация					
5.1	Autodesk Fusion 360. Constraints. Ограничения, связи, параметризация	Лек	7	1		
5.2	Autodesk Fusion 360. Constraints. Ограничения, связи, параметризация	Лаб	7	2		
5.3	Autodesk Fusion 360. Constraints. Ограничения, связи, параметризация	Ср	7	6		
	Раздел 6. Особенности моделирования, учитывая специфику технологии 3D-печати					
6.1	Особенности моделирования, учитывая специфику технологии 3D-печати	Лек	7	1		
6.2	Особенности моделирования, учитывая специфику технологии 3D-печати	Лаб	7	2		
6.3	Особенности моделирования, учитывая специфику технологии 3D-печати	Ср	7	2		
	Раздел 7. Autodesk Fusion 360. Экспорт и печать на 3D-принтере.					
7.1	Autodesk Fusion 360. Экспорт и печать на 3D-принтере.	Лек	7	1		
7.2	Autodesk Fusion 360. Экспорт и печать на 3D-принтере.	Лаб	7	2		
7.3	Autodesk Fusion 360. Экспорт и печать на 3D-принтере.	Ср	7	6		
	Раздел 8. Область применения аддитивных технологий					
8.1	Область применения аддитивных технологий	Лек	7	1		
	Раздел 9. Классификация 3D-принтеров					
9.1	Классификация 3D-принтеров	Лек	7	1		
9.2	Классификация 3D-принтеров	Ср	7	2		
	Раздел 10. Кинематика и механика 3D-принтеров					
10.1	Кинематика и механика 3D-принтеров	Лек	7	1		
10.2	Кинематика и механика 3D-принтеров	Ср	7	4		
	Раздел 11. Классификация материалов для 3D-печати					
11.1	Классификация материалов для 3D-печати	Лек	7	1		

11.2	Классификация материалов для 3D-печати	Ср	7	2		
	Раздел 12. Программное обеспечение для подготовки моделей, понятие слайсер					
12.1	Программное обеспечение для подготовки моделей, понятие слайсер	Лаб	7	2		
12.2	Программное обеспечение для подготовки моделей, понятие слайсер	Ср	7	4		
	Раздел 13. Настройки параметров печати					
13.1	Настройки параметров печати	Лаб	7	2		
13.2	Настройки параметров печати	Ср	7	3		
	Раздел 14. Постобработка распечатанных изделий					
14.1	Постобработка распечатанных изделий	Лаб	7	4		
14.2	Постобработка распечатанных изделий	Ср	7	4		

## **8. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

### **8.1. Оценочные материалы для проведения текущей аттестации**

**Задание:** Нарисовать схему процесса 3D-печати по методам FDM и SLA, указав возможные проблемы в процессе изготовления изделий и пути их решения.

**Способ аттестации:** творческое задание

**Критерии оценки:**

- Схематизация процесса (способ и задействование программных продуктов) (до 5 баллов);
- Оформление выявленных проблем и путей их решения (до 3 баллов);
- Оригинальность представления схемы (учитывается использование программных продуктов) (до 5 баллов);
- Использование источников (до 2 баллов).

**ИТОГО:** 15 баллов.

**Задание:** Провести ряд экспериментов (10 и более) по печати одной формы, изменяя настройки слайсера и добиваясь наилучшего качества итогового изделия. В качестве рефлексии зафиксировать параметры оптимальной скорости и качества в виде зависимостей, описать поверхности распечатанных изделий путем зрительного и тактильного осмотров.

**Способ аттестации:** письменный

**Критерии оценки:**

- Выявлена зависимость (чем выше скорость, тем ниже качество и др.) (до 5 баллов);
- Описание зависимости скорости от качества представлено развернуто и ёмко (после визуального и тактильного осмотров) (до 8 баллов);
- Определены второстепенные характеристики, влияющие на качество печати (высота слоя, поток и др.) (до 7 баллов).

**ИТОГО:** 20 баллов.

**Задание:** Расположить предоставленную преподавателем модель в формате .stl в слайсере Cura таким образом, чтобы в процессе печати было создано минимальное количество поддерживаемых структур, и при этом общее время печати не выходило за рамки установленного времени.

**Способ аттестации:** работа в ПО

**Критерии оценки:**

- Длительность общего времени печати основной модели и поддержек (до 3 баллов);
  - Количество поддерживаемых структур и их расположение, с учетом геометрии модели (до 5 баллов);
  - Тип поддержек (до 3 баллов);
  - Способ удаления поддержек после печати (4 баллов).
- ИТОГО:** 15 баллов.

## 8.2. Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации

Возможные вопросы по дисциплине:

1. Какие существуют технологии печати? Назовите не менее 3-х разновидностей;
2. Назовите 4 (четыре) принципиально разные технологии 3D-печати;
3. Назовите 5 (пять) наиболее распространенных кинематик у термополимерных 3D-принтеров;
4. Как называлось движение, постулирующее принцип "принтеры должны печатать принтеры"?
5. В какой технологии используется полилактид в качестве расходного материала?
6. Возможна ли мультицветная печать в FDM технологии?
7. Назовите самый распространенный контроллер для 3D-принтеров;
8. Какой фактор ощутимо усложняет процесс печати АБС пластиком?
9. Какой тип дисплея на домашних DLP 3D-принтерах позволяет добиться максимального качества печати?
10. Как называется тип программ для подготовки задания для 3D-принтера? (G-Code)
11. Назовите самый распространенный тип аппаратной прошивки 3D-принтера;
12. В каком формате сохраняются задания для 3D-печати?
13. Назовите 6 (шесть) программ для 3D-моделирования?
14. Всегда ли количество полигонов влияет на качество модели?
15. Чем отличаются облачные программы от офлайн?
16. Как называется тип 3D-моделирования, применяемый для 3D-печати?
17. Назовите главный признак качественной 3D-модели для 3D-печати;
18. В какой части 3D-модели закодирован цвет и свойства поверхности?
19. Назовите модули для моделирования во Fusion 360 (минимум 3);
20. Какое минимальное количество эскизов/скетчей (Sketch) требуется для создания фигуры/формы инструментом Loft?
21. Какие существуют требования для модели под 3D-печать?
22. Как сохранить модель для 3D-печати?
23. Из каких простейших элементов состоит любая полигональная 3D-модель?
24. Назовите самую популярную программу для исправления артефактов 3D-моделей;
25. Как перейти в режим прямого моделирования?

## 8.3. Требования к рейтинг-контролю

Форма проведения зачета: студенты, освоившие программу курса могут получить оценку по итогам семестровой и полусеместровой рейтинговой аттестации согласно

## «Положению о рейтинговой системе обучения ТвГУ»

Для получения зачета по дисциплине необходимо набрать минимум 50 баллов в течение семестра (минимальная оценка – удовлетворительно), в противном случае зачет считается не сданным. Зачет студенты могут сдавать в виде теста, проектной работы или устного ответа по вопросам, представленным в данной программе. Для получения зачета необходимо продемонстрировать знания, не ниже базового (минимального) уровня. Процедура оценивания знаний, умений, владений (умений применять) и (или) опыта деятельности обучающихся по дисциплине производится в рамках балльно-рейтинговой системы, включая рубежную и текущую аттестации. Согласно подходам балльно-рейтинговой системы в рамках оценки знаний, умений, владений (умений применять) и (или) опыта деятельности дисциплины установлены следующие аспекты.

Содержание учебной дисциплины в рамках одного семестра делится на два модуля (периода обучения). По окончании модуля (периода обучения) осуществляется рейтинговый контроль успеваемости знаний студентов.

Сроки проведения рейтингового контроля:

осенний семестр – I рейтинговый контроль успеваемости проводится на 8-9 учебной неделе по графику учебного процесса, II рейтинговый контроль успеваемости – две последние недели фактического завершения семестра по графику учебного процесса.

Максимальное количество баллов, которое может быть получено в результате освоения дисциплины, составляет 100 баллов. Общее количество баллов делится между первым и вторым модулями по 50 баллов на каждый модуль.

## 9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 9.1. Рекомендуемая литература

#### 9.1.1. Основная литература

Шифр	Литература
Л1.1	Галиновский, Голубев, Коберник, Филимонов, Аддитивные технологии в производстве изделий аэрокосмической техники, Москва: Юрайт, 2024, ISBN: 978-5-534-16005-5, URL: <a href="https://urait.ru/bcode/542933">https://urait.ru/bcode/542933</a>
Л1.2	Туев В. И., Аддитивные технологии производства устройств радиоэлектроники, Москва: ТУСУ, 2020, ISBN: , URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/313322">https://e.lanbook.com/book/313322</a>
Л1.3	Горунов А. И., Аддитивные технологии и материалы, Казань: КНИТУ-КАИ, 2019, ISBN: 978-5-7579-2360-4, URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/144008">https://e.lanbook.com/book/144008</a>

### 9.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

Э1	: <a href="http://www.ixbt.com/printer/3d/3d_tech.shtml">http://www.ixbt.com/printer/3d/3d_tech.shtml</a>
Э2	: <a href="http://3dtoday.ru/wiki/high_filament">http://3dtoday.ru/wiki/high_filament</a>
Э3	: <a href="http://3dtoday.ru/wiki/modeling_photoshop">http://3dtoday.ru/wiki/modeling_photoshop</a>
Э4	: <a href="https://academy.autodesk.com/software/fusion-360">https://academy.autodesk.com/software/fusion-360</a>
Э5	: <a href="http://3dtoday.ru/blogs/news3dtoday/why-you-do-not-need-3ds-max-to-teach-children-in-school-and-what-to-te">http://3dtoday.ru/blogs/news3dtoday/why-you-do-not-need-3ds-max-to-teach-children-in-school-and-what-to-te</a>

Э6	: <a href="https://academy.autodesk.com/software/fusion-360">https://academy.autodesk.com/software/fusion-360</a>
Э7	: <a href="http://habrahabr.ru/post/196182">http://habrahabr.ru/post/196182</a>

### 9.3.1 Перечень программного обеспечения

1	Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows
2	Adobe Acrobat Reader
3	Google Chrome
4	WinDjView
5	OpenOffice
6	Mozilla Firefox
7	Notepad++
8	Многофункциональный редактор ONLYOFFICE

### 9.3.2 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1	ЭБС «ZNANIUM.COM»
2	ЭБС «ЮРАИТ»
3	ЭБС «Университетская библиотека онлайн»
4	ЭБС «Лань»
5	ЭБС BOOK.ru
6	ЭБС ТвГУ
7	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU (подписка на журналы)

## 10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Аудит-я	Оборудование
3-227	комплект учебной мебели, переносной ноутбук, проектор, экран
3-4а	компьютеры, проектор, экран, переносной ноутбук, сумка для ноутбука, коммутатор, видеокамеры

## 11. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Организуя свою учебную работу, студенты должны, во-первых, выявить рекомендуемый режим и характер учебной работы по изучению теоретического курса, практическому применению изученного материала, по выполнению заданий для самостоятельной работы, по использованию информационных технологий и т.д. Во-вторых, ознакомиться с указанным в методическом материале по дисциплине перечнем учебно-методических изданий, рекомендуемых студентам для подготовки к занятиям и выполнения самостоятельной работы.

Самостоятельная работа студентов, предусмотренная учебным планом, должна соответствовать более глубокому усвоению изучаемого курса, формировать навыки исследовательской работы и ориентировать студентов на умение применять теоретические знания на практике.

1. Работа с учебными пособиями.

Для полноценного усвоения курса студент должен, прежде всего, овладеть



основными понятиями этой дисциплины. Необходимо усвоить определения и понятия, уметь приводить их точные формулировки, приводить примеры объектов, удовлетворяющих этому определению. Кроме того, необходимо знать круг фактов, связанных с данным понятием. Требуется также знать связи между понятиями, уметь устанавливать соотношения между классами объектов, описываемых различными понятиями.

## 2. Самостоятельное изучение тем.

Самостоятельная работа студента является важным видом деятельности, позволяющим хорошо усвоить изучаемый предмет и одним из условий достижения необходимого качества подготовки и профессиональной переподготовки специалистов. Она предполагает самостоятельное изучение студентом рекомендованной учебно-методической литературы, различных справочных материалов, выступление с докладом, подготовку к лекционным и практическим занятиям, подготовку к зачёту.

## 3. Подготовка к практическим занятиям.

При подготовке к практическим занятиям студентам рекомендуется следовать методическим рекомендациям по работе с учебными материалами, приведенным выше.

## 4. Составление конспектов.

В конспекте отражены основные понятия темы. Для наглядности и удобства запоминания используются схемы и таблицы.

## 5. Подготовка к зачету.

При подготовке к зачету студенты должны использовать как самостоятельно подготовленные конспекты, так и материалы, полученные в ходе лекций.