

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Смирнов Сергей Николаевич
Должность: врио ректора
Дата подписания: 22.07.2025 17:22:56
Уникальный программный ключ:
69e375c64f7e975d4e8830e7b4fcc2ad1bf35f08

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
ФГБОУ ВО «ТВЕРСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Утверждаю:

Руководитель ООП



Е.М. Семенова

«24» июня 2025 г.

Рабочая программа дисциплины

Основы аддитивных технологий

Закреплена за кафедрой:	Физики конденсированного состояния
Направление подготовки:	03.03.02 Физика
Направленность (профиль):	Физика, технологии и компьютерное моделирование функциональных материалов
Квалификация:	Бакалавр
Форма обучения:	очная
Семестр:	7

Программу составил(и):

канд. физ.-мат. наук, зав.кафедрой, Карпенков Алексей Юрьевич

Тверь, 2025

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

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

Общая трудоемкость	3 ЗЕТ
Часов по учебному плану	108
в том числе:	
аудиторные занятия	39
самостоятельная работа	29

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

ОПК-2.2: Решает теоретические задачи и проводит моделирование физических объектов, систем и процессов в рамках научного исследования.

ОПК-3.1: Использует современные информационные технологии и программные средства для обработки и анализа данных

ОПК-3.2: Применяет информационные технологии и программные средства для моделирования физических процессов

УК-1.1: Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие

УК-1.5: Рассматривает и предлагает возможные варианты решения поставленной задачи, оценивая их достоинства и недостатки

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	2	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	6		
	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	4		

4.3	Autodesk Fusion 360. Эскизы. Создание и использование. Проецирование эскизов.	Ср	7	3		
	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	2		
	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	4		
7.3	Autodesk Fusion 360. Экспорт и печать на 3D-принтере.	Ср	7	2		
	Раздел 8. Область применения аддитивных технологий					
8.1	Область применения аддитивных технологий	Лек	7	2		
	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	2		

	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	2		
	Раздел 13. Настройки параметров печати					
13.1	Настройки параметров печати	Лаб	7	2		
13.2	Настройки параметров печати	Ср	7	2		
	Раздел 14. Постобработка распечатанных изделий					
14.1	Постобработка распечатанных изделий	Лаб	7	4		
14.2	Постобработка распечатанных изделий	Ср	7	2		

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» (протокол №8 от 30 апреля 2020 г.).

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: https://urait.ru/bcode/542933
Л1.2	Туев В. И., Аддитивные технологии производства устройств радиоэлектроники, Москва: ТУСУ, 2020, ISBN: , URL: https://e.lanbook.com/book/313322
Л1.3	Горунов А. И., Аддитивные технологии и материалы, Казань: КНИТУ-КАИ, 2019, ISBN: 978-5-7579-2360-4, URL: https://e.lanbook.com/book/144008

9.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

Э1	: http://www.ixbt.com/printer/3d/3d_tech.shtml
Э2	: http://3dtoday.ru/wiki/high_filament
Э3	: http://3dtoday.ru/wiki/modeling_photoshop
Э4	: https://academy.autodesk.com/software/fusion-360
Э5	: http://3dtoday.ru/blogs/news3dtoday/why-you-do-not-need-3ds-max-to-teach-children-in-school-and-what-to-te
Э6	: https://academy.autodesk.com/software/fusion-360
Э7	: http://habrahabr.ru/post/196182

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. 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.