

Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Донецкий государственный университет»

Учетно-финансовый факультет
Кафедра бизнес-информатики

УТВЕРЖДАЮ
проректор

_____ П. А. Машаров
«17» апреля 2025 г.
МП

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ЦИФРОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ И АДДИТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Укрупненная группа направлений подготовки	27.00.00 Управление в технических системах
Программа высшего образования	Программа бакалавриата
Направление подготовки	27.03.05 Инноватика
Направленность (профиль) образовательной программы	Управление проектами цифровой трансформации
Квалификация	Бакалавр
Форма обучения	Очная, заочная

Рабочая программа может быть адаптирована для лиц
с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Донецк 2025

Рабочая программа дисциплины **«Цифровое проектирование и аддитивные технологии»** для обучающихся по направлению подготовки 27.03.05 Инноватика (Профиль: Управление проектами цифровой трансформации) составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 27.03.05 Инноватика, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от «31» июля 2020 г. № 870 (с изм. и доп.), Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06 апреля 2021 г. № 245 (с изм. и доп.), в соответствии с учебным планом, утвержденным Ученым советом ФГБОУ ВО «ДонГУ» для набора 2025 года.

Разработчик:

зав. кафедрой бизнес-информатики,
докт. экон. наук, профессор

Т.О. Загорная

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры бизнес-информатики.
Протокол от 10.04.2025 г. № 8а.

Заведующий кафедрой

Т.О. Загорная

СОГЛАСОВАНО:

Декан учетно-финансового факультета
16.04.2025 г.

Н. В. Алексеенко

Учебно-методическая комиссия учетно-финансового факультета.
Протокол от 15.04.2025 г. № 6.
Председатель

А. А. Блажевич

Руководитель основной образовательной
программы, д-р экон. наук, проф.
10.04.2025 г.

Т. О. Загорная

1. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1.1. Требования к предварительной подготовке обучающихся, предшествующие и сопутствующие дисциплины, на которых основывается изучение данной:

«Промышленные технологии и инновации», «Нanomатериалы и нанотехнологии», «Метрология, стандартизация и сертификация», «Digital-технологии в инноватике», «Автоматизация сквозных процессов на предприятии», «Системная инженерия».

1.2. Дисциплины, курсовые работы и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее:

«Системы искусственного интеллекта», «Управление ИТ-проектами и процессами», «Организация бизнеса в сфере высоких технологий», «Цифровой маркетинг и социальные сети».

Курсовая работа по управлению проектами, Выпускная квалификационная работа (дипломная работа).

2. ОПИСАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1. Общая характеристика

Наименование показателя	Значение показателя
Название образовательной программы	27.03.05 Инноватика (управление проектами цифровой трансформации)
Шифр и название в соответствии с учебным планом	Б1.В.ДВ.3.1 Цифровое проектирование и аддитивные технологии
Часть образовательной программы	Б1.В.ДВ Дисциплины по выбору
Количество зачетных единиц / всего часов	3 / 108

2.2. Распределение часов по формам и периодам обучения

Форма обучения	курс	семестр	Общее количество часов					Форма контроля
			лекционных	лабораторных	практических	самостоятельной работы + контроль	всего	
Очная	3	5	34	17	-	57	108	зачет
Очно-заочная	3	6	6	6	-	96	108	зачет

3. ЦЕЛИ ДИСЦИПЛИНЫ

Курс «Аддитивные технологии» охватывает широкий спектр современных методов 3D-печати. 3D-печать – это мощный инструмент, который широко применяется в современной физике и технике. Начиная с изучения базовой концепции устройства 3D-печати, предмет курса переходит к вычислительным методам, моделированию и моделированию, а затем к сложному описанию отдельных методов печати. В вычислительной части курса обсуждается основное программное обеспечение для 3D-печати и приводятся примеры моделирования 3D-объектов.

Студенты знакомятся с механизмом создания, обработки и создания 3D-объектов. В каждой теме, посвященной очередному методу 3D-печати указаны наиболее распространенные области применения, плюсы и минусы, перечислены доступные

материалы, а также обсуждаются особенности проектирования, присущие выбранному методу.

Цель курса «Аддитивные технологии» - дать студенту представление о современных методах 3D-печати, их преимуществах и недостатках, а также об основных областях применения. Знание основ 3D-печати дает студенту ценный инструмент в исследовательской карьере для ускорения существующих процессов и решения ранее неразрешимых задач.

4. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ КОМПОНЕНТА ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ, ИХ ИНДИКАТОРЫ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Общепрофессиональные компетенции	Индикаторы	Результаты обучения
ПК -4 Способность анализировать и использовать данные цифрового следа в управлении проектами информатизации и создания электронных предприятий	ПК 4.4. Способен разрабатывать проекты реализации инноваций с использованием теории решения инженерных задач и других теорий поиска нестандартных, креативных решений	ПК-4.4.1 знать методы проектирования технического оснащения рабочих мест с размещением технологического оборудования
		ПК-4.4.2 использовать информационные технологии и инструментальные средства при разработке проектов цифровизации
		ПК-4.4.3 разрабатывать компьютерные модели исследуемых процессов и систем
	ПК-4.5. Способен формулировать техническое задание, использовать средства автоматизации при проектировании и подготовке производства цифровых инноваций в проектах	ПК-4.5.1 знать методы обеспечения технологичности изделий и процессов их изготовления
		ПК-4.5.2 применять навыки конструктивного мышления, методы анализа вариантов проектных, конструкторских и технологических решений для выбора оптимального
	ПК-4.6 Умение выбирать основные и вспомогательные материалы и способы реализации основных технологических процессов и применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при производстве изделий	ПК-4.6.1 уметь обеспечивать технологичность изделий и процессов их изготовления; проектировать техническое оснащение рабочих мест с размещением технологического оборудования
		ПК-4.6.2 владеть методами обеспечения технологичности изделий и процессами их изготовления; прогрессивными методами и способами освоения применяемого технологического оборудования

5. ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Порядковый номер и тема	Краткое содержание темы
<i>Содержательный модуль 1</i>	
Тема 1. Введение и основные принципы	Исторические этапы развития аддитивных технологий. Подходы цифрового проектирования и производства. Основные термины, классификация и принципы устройств для 3D-печати. Преимущества аддитивных технологий по сравнению с традиционными – субтрактивными.
Тема 2. Рынок аддитивных технологий	Характеристика рынка аддитивных технологий. Перспективы применения и задачи. кривой Гартнера для АТ. Синтез на подложке и прямое нанесение металла, как два основных принципа 3D-печати. Современные промышленные аддитивные технологии: селективное лазерное сплавление, селективное электронно-лучевое сплавление, струйное нанесение связующего и прямая печать.
Тема 3. Реализация и анализ проектных решений методом аддитивного производства	Алгоритм выбора процесса аддитивного производства для определенной задачи. Оценка стоимости прямого цифрового производства. Особенности конструирования деталей для производства путем добавления материала. Создание, редактирование и позиционирование в рабочей зоне файлов STL.
<i>Содержательный модуль 2</i>	
Тема 4. Прямое цифровое производство.	Компании Align Technology, Siemens и Phonak. Индивидуальное изготовление обуви и другие примеры прямого цифрового производства. Движущие силы прямого цифрового производства. Производство против прототипирования. Оценки затрат. Учет затрат в ходе жизненного цикла изделия. Перспективы прямого цифрового производства.
Тема 5. Проектирование для аддитивного производства.	Проектирование с учетом требований производства и сборки. Уникальные возможности аддитивного производства (сложные формы, иерархия, материалы, а также функциональная сложность).
Тема 6. Инструменты цифрового проектирования в условиях аддитивного производства	Принципы и цели базового проектирования для аддитивного производства. Исследование свободы проектирования. Инструменты САПР для аддитивного производства. Методы синтеза.
<i>Содержательный модуль 3</i>	
Тема 7. Общая последовательность процесса аддитивного производства	Различия технологий аддитивного производства. Системы с использованием металлов. Техническое обслуживание оборудования. Вопросы обработки и хранения материалов. Проектирование для аддитивного производства. Области применения, не включающие традиционное моделирование в среде САПР.
Тема 8. Задачи программного	Подготовка моделей САПР: файл STL. Проблемы с файлами STL. Манипуляции с STL-файлом. Работа за пределами

обеспечения в аддитивном производстве.	файла STL. Дополнительное программное обеспечение в помощь аддитивному производству. Формат файла аддитивного производства.
Тема 9. Применения аддитивного производства.	Важность физических моделей. Функциональные испытания. Применение аддитивного производства в сфере здравоохранения: хирургические и диагностические средства; разработка протезов; тканевая инженерия и трехмерная печать органов. Программная поддержка аддитивного производства в сфере здравоохранения. Ограничения аддитивного производства в сфере здравоохранения. Дальнейшее развитие аддитивного производства в сфере здравоохранения. Применение технологий аддитивного производства в аэрокосмической промышленности. Применение технологий аддитивного производства в автомобильной промышленности. Применение технологий аддитивного производства в различных отраслях экономики.

6. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1.Форма обучения – очная, курс – 3, семестр – 5

Наименования разделов и тем	Количество часов				
	Лекц.	Лабор.	Практ.	СРС+К	Всего
Тема 1. Введение и основные принципы	4	2		6	12
Тема 2. Рынок аддитивных технологий	4	2		6	12
Тема 3. Реализация и анализ проектных решений методом аддитивного производства	4	2		6	12
Тема 4. Прямое цифровое производство.	4	2		6	12
Тема 5. Проектирование для аддитивного производства.	4	2		6	12
Тема 6. Инструменты цифрового проектирования в условиях аддитивного производства	4	2		6	12
Тема 7. Общая последовательность процесса аддитивного производства	4	2		6	12
Тема 8. Задачи программного обеспечения в аддитивном производстве.	2	1		6	9
Тема 9. Применения аддитивного производства.	4	2		9	15
ИТОГО ПО КОМПОНЕНТУ ОПОП	34	17		57	108

6.2.Форма обучения – очно-заочная, курс – 3, семестр – 6

Наименования разделов и тем	Количество часов				
	Лекц.	Лабор.	Практ.	СРС+К	Всего
Тема 1. Введение и основные принципы	1			10	11
Тема 2. Рынок аддитивных технологий	1	1		10	12

Наименования разделов и тем	Количество часов				
	Лекц.	Лабор.	Практ.	СРС+К	Всего
Тема 3. Реализация и анализ проектных решений методом аддитивного производства	1	1		10	11
Тема 4. Прямое цифровое производство.		1		10	11
Тема 5. Проектирование для аддитивного производства.		1		10	11
Тема 6. Инструменты цифрового проектирования в условиях аддитивного производства	1	1		10	12
Тема 7. Общая последовательность процесса аддитивного производства	1	1		10	12
Тема 8. Задачи программного обеспечения в аддитивном производстве.	1			13	14
Тема 9. Применения аддитивного производства.				13	13
ИТОГО ПО КОМПОНЕНТУ ОПОП	6	6		96	108

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ (СРЕДСТВА) ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

7.1. Контрольные вопросы

1. Что такое быстрое прототипирование, приведите примеры процессов?
2. Что такое аддитивные технологии, приведите примеры процессов?
3. Технология 3D-печати: принцип реализации, разновидность применяемых материалов.
4. Технология FDM: принцип действия и особенности печати.
5. Технология FDM: разновидность машин.
6. Технология FDM: разновидность применяемых материалов.
7. Оптическое сканирование: разновидности 3D-сканеров.
8. Оптическое сканирование: алгоритм построения твердотельной 3D-модели по результатам сканирования.
9. Общая классификация САПР.
10. Что такое параметрическое проектирование, приведите примеры параметризации?
11. Построение 3D-моделей: основные 3D-операции.
12. Построение 3D-моделей: алгоритм (методика) построения произвольной 3D-модели по чертежу детали.
13. Опишите подробный алгоритм печати 3D-модели.
14. Что такое пост-обработка и для чего она нужна? Назовите основные инструменты для её проведения?
15. Особенности, которые необходимо учитывать при подготовке моделей к 3Dпечати.
16. Назовите основные конструктивные элементы экструдера и их назначение.
17. Из каких узлов и агрегатов состоит принтер, печатающий по технологии FDM?
18. Из каких узлов и агрегатов состоит принтер, печатающий по технологии SLA?
19. Назовите основные направления развития аддитивных технологий и объясните почему?
20. Создание 3D-сборок: алгоритм (методика) построения произвольной 3Dсборки по чертежу сборки.

21. Назовите разновидности цифровых производств по возможному месту их расположения.
22. Из каких участков состоит цифровое производство?
23. Виртуальная и дополненная реальность: назначение, различия, оборудование и ПО.
24. Способы построения 3D-моделей.
25. Оценка точности полигональных 3D-моделей, полученных при помощи 3D-сканирования.
26. Что такое триангуляция и дискретизация?
27. Какие системы контроля размеров Вам известны?
28. Системы 3D-сканирования: лазерные и оптические.
29. Системы 3D-сканирования: статические и динамические.
30. Проводные и беспроводные способы передачи информации на цифровых производствах.
31. Методы управления разработками (канбан, lean, MDD и другие)
32. Методы контроля качества на автоматизированном производстве.
33. Гранулометрический анализ порошкового материала для АП.
34. Оборудование для непрерывного контроля изготовленной продукции.
35. Алгоритмы распознавания изображения.
36. Алгоритмы синхронизации параметров оборудования на аддитивном производстве.
37. Системы документооборота PDM.
38. Системы обеспечения жизненного цикла изделий PLM.
39. Проектирование участков цифрового производства в дискретно-событийных программах (DES).
40. Разновидности персональной и командной работы над проектом на цифровом производстве.

8. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ БАЛЛОВ, КОТОРЫЕ ПОЛУЧАЮТ ОБУЧАЮЩИЕСЯ

Общая оценка знаний обучающихся по дисциплине проводится по 100-балльной шкале исходя из максимума, приведенного в таблице ниже.

Форма контроля	Максимальное количество баллов	
	За одну работу	Всего
Текущий контроль:		
лабораторные работы (тема 1-5)	5	30
лабораторные работы (тема 6-11)	5	30
Промежуточная аттестация	зачет	40
Итого за семестр	100	

Организационно-учебная работа в аудитории оценивается на основе таких критериев как посещаемость занятий, своевременное и качественное выполнение домашних заданий, активность во время проведения лекционных и практических занятий (участие в обсуждении текущего и пройденного материала, решение задач и т.п.).

Содержательные модули	Вид работы	Баллы
Содержательный модуль 1	Организационно-учебная работа обучающегося в аудитории	5
	Самостоятельная работа	5
	Итого	10

Содержательный модуль 2	Организационно-учебная работа обучающегося в аудитории	5
	Самостоятельная работа	5
	Модульная контрольная работа	30
	Итого	40
Содержательный модуль 3	Организационно-учебная работа обучающегося в аудитории	5
	Самостоятельная работа	5
	Итого	10
зачет		40
Общий итог		100

Соответствие баллов оценке

Количество баллов из 100	ECTS	Оценка по пятибалльной шкале	
		Экзамен, дифференцированный зачет	Зачет
90-100	A	отлично	зачтено
80-89	B	хорошо	зачтено
75-79	C		зачтено
70-74	D	удовлетворительно	зачтено
60-69	E		зачтено
35-59	FX	неудовлетворительно	не зачтено
0-34	F		не зачтено

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

Учебные занятия проводятся в Главном корпусе ДонГУ (г. Донецк, пр. Гурова, 6). Для проведения лабораторных занятий требуется аудитория, оборудованная меловой или маркерной доской, мультимедийный проектор и экран, ноутбук, комплект учебной мебели для студентов, рабочее место преподавателя. Выход в Интернет проводной или с использованием Wi-Fi.

Для самостоятельной работы используются текстовые и электронные ресурсы Научной библиотеки университета и других электронных библиотечных баз данных, учебно-методическое обеспечение, представленное в учебно-методическом кабинете Главного корпуса (ауд.405).

Обучающиеся имеют возможность использовать учебные материалы по дисциплине, размещенные на платформе Moodle Центра дистанционного образования ФГБОУ ВО «ДонГУ». При изучении дисциплины применяются электронное обучение и дистанционные образовательные технологии.

С использованием ресурсов платформы дистанционного образования осуществляется текущий контроль знаний обучающихся на основе тестирования и проверки результатов самостоятельной работы.

10. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Основная

1. Тарасова, Т. В. Аддитивное производство: учебное пособие / Т.В. Тарасова. — Москва: ИНФРА-М, 2020. — 196 с. — (Высшее образование). — DOI 10.12737/textbook_5c25c2b3a03f99.16774025. — ЭБС ZNANIUM.com. — URL: <https://new.znanium.com/catalog/product/1046704>

2. Гибсон Я. Технологии аддитивного производства : пер. с англ. / Я. Гибсон, Д. Розен, Б. Стакер. - Москва: Техносфера, 2016.

3. Зленко М.А., Попович А.А., Мутылина И.Н., Аддитивные технологии в машиностроении, уч. пособие, Издательство политехнического университета, Санкт-Петербург, 2013, с. 221

4. Антонова, В. С.; Аддитивные технологии : учебное пособие.; Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна, Санкт-Петербург; 2017; <http://www.iprbookshop.ru/102502.html>

5. Валетов В. А.; Аддитивные технологии (состояние и перспективы) : учебное пособие.; Университет ИТМО, Санкт-Петербург; 2015; <http://www.iprbookshop.ru/65766.html>

Дополнительная

6. Акулович, Л. М.; Основы автоматизированного проектирования технологических процессов в машиностроении : учеб. пособие для студентов вузов по машиностроит. специальностям.; ИНФРА-М : Новое знание, Москва ; Минск; 2012

7. Кравченко, Е. Г.; Аддитивные технологии в машиностроении : учебное пособие.; Комсомольскийна-Амуре государственный университет, Комсомольск-на-Амуре; 2018; <http://www.iprbookshop.ru/102082.html>

8. Сухочев, Г. А.; Технология машиностроения. Аддитивные технологии в подготовке производства наукоемких изделий : учебное пособие.; Воронежский государственный технический университет, ЭБС АСВ, Воронеж; 2020; <http://www.iprbookshop.ru/108200.html>

11. ИНФОРМАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ

1. Научная электронная библиотека elibrary.ru : информ.-аналит. портал / ООО Научная электронная библиотека. – Москва : ООО Науч. электрон. б-ка, сор. 2000–2022. – URL: <https://elibrary.ru> (дата обращения: 01.01.2023). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

2. Электронный каталог Научной библиотеки Донецкого государственного университета. – Донецк : НБ ДонГУ, 1999– . – URL: <http://catalog.donnu.education> (дата обращения: 01.01.2023). – Текст : электронный;

3. Учебники и другие книги по математике URL: <http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/mathematics.htm> (дата обращения: 31.03.2023). – Режим доступа: свободный. – Текст : электронный

4. Интернет-библиотека Виталия Арнольда URL: <http://ilib.mccme.ru/> (дата обращения: 31.03.2023). – Режим доступа: свободный. – Текст : электронный;

5. Техническая библиотека URL: <http://techlibrary.ru/> (дата обращения: 31.03.2023). – Режим доступа: свободный. – Текст : электронный;

6. Научные журналы ФГБОУ ВО «ДонГУ» URL: <http://donnu.ru/science/journals> (дата обращения: 31.03.2023). – Режим доступа: свободный. – Текст : электронный.

12. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

1. Windows 7 PRO (корпоративная лицензия ДонГУ № 46484614)
2. Microsoft Office (корпоративная лицензия ДонГУ № 46472919)
3. Microsoft Visual Studio (лицензия программы Dream Spark для высших учебных заведений)
4. Антивирус Касперского, Adobe Acrobat Reader, xPDF (лицензии GPL, Apache, BSD для свободного программного обеспечения).