МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волгоградский государственный технический университет»

Факультет автоматизированных систем, транспорта и вооружений

УТВЕРЖДЕНО
Факультет автоматизированных систем, транспорта и вооружений
Декан Косов О.Д.
01.07.2022 г.

Аддитивные технологические процессы

рабочая программа дисциплины (модуля, практики)

Закреплена за кафедрой **Автоматизация производственных процессов**

Учебный план Направление 27.03.04 Управление в технических системах

Профиль **Аддитивное производство**

Квалификация **бакалавр**

Срок обучения **4 года**

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **4 ЗЕТ**

Виды контроля в семестрах: зачеты 6
курсовые работы 6

Семестр(Курс.Номер семестра на курсе)	**6(3.2)**		Итого	
	УП	ПП	УП	ПП
Лекции	32	32	32	32
Лабораторные	32	28	32	28
Итого ауд.	64	60	64	60
Контактная работа	64.25	60.25	64.25	60.25
Сам. работа	79.75	79.75	79.75	79.75
Часы на контроль	0	0	0	0
Практическая подготовка	0	0	0	0
Итого трудоемкость в часах	144	140	0	0

ЛИСТ ОДОБРЕНИЯ, СОГЛАСОВАНИЯ И АКТУАЛИЗАЦИИ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Разработчик(и) программы:

доцент Дроботов Алексей Владимирович ктн

Рецензент(ы):
(при наличии)

Рабочая программа дисциплины (модуля, практики)
Аддитивные технологические процессы

разработана в соответствии с ФГОС ВО:
Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 27.03.04 Управление в технических системах (приказ Минобрнауки России от 31.07.2020 г. № 871)

составлена на основании учебного плана:
Направление 27.03.04 Управление в технических системах

Профиль: Аддитивное производство

утвержденного учёным советом вуза от 31.08.2022 протокол № 1.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры
Автоматизация производственных процессов

30.06.2022 номер протокола 12 2022 г.
Зав. кафедрой Макаров Алексей Михайлович

СОГЛАСОВАНО:
Факультет автоматизированных систем, транспорта и вооружений
Председатель НМС факультета: Косов О.Д.

Протокол заседания НМС от
01.07.2022 г. № 10

Рабочая программа дисциплины (модуля, практики) актуализирована 31.08.2023

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ, ПРАКТИКИ). ВИД, ТИП ПРАКТИКИ, СПОСОБ И ФОРМА (ФОРМЫ) ЕЕ ПРОВЕДЕНИЯ.

Получение навыков трехмерного проектирования технических средств и быстрого производства прототипов изделий по их 3D модели

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ, ПРАКТИКИ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Цикл (раздел) ОП:	Б1.В
2.1	**Требования к предварительной подготовке обучающегося:**
2.1.1	Информатика
2.1.2	Информационная культура студента
2.1.3	Основы управления в технических системах
2.2	**Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:**
2.2.1	Информационно-измерительные системы
2.2.2	Производственная практика: Технологическая (производственно-технологическая) практика
2.2.3	Технологические процессы машиностроения
2.2.4	Проектирование автоматизированных систем

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ, ПРАКТИКИ)

ПК-2: Способен проектировать модели изделий, изготавливаемых методами аддитивных технологий

ПК-2.1: Знать: особенности аддитивных технологий по сравнению с традиционными методами формообразования изделий машиностроения; единую систему конструкторской документации; этапы проектирования изделий, изготовляемых аддитивными методами; методику применения систем автоматизированного проектирования при разработке конструкции изделий, изготовляемых аддитивными методами; методику выбора параметров аддитивных технологий

Результаты обучения: студент знает основы 3D проектирования

ПК-2.2: Уметь: анализировать документацию на проектирование изделия аддитивного производства; просматривать конструкторскую документацию и устанавливать необходимые размеры изделий, изготавливаемых методами аддитивных технологий, с использованием конструкторских систем автоматизированного проектирования; проектировать трехмерные модели изделий, изготавливаемых методами аддитивных технологий, с использованием конструкторских систем автоматизированного проектирования; выбирать металлические, керамические и полимерные материалы для изготовления изделий методами аддитивных производств; выполнять предварительные экономические расчеты затрат на применение метода аддитивных технологий для изготовления изделий при помощи вычислительной техники и прикладных программ

Результаты обучения: студент умеет выполнять проектно-расчетные работы с применение средств 3D проектирования в различных программных пакетах на основании нормативных документов, регламентирующих проектирование

ПК-2.3: Владеть: навыками проектирования конструкции изделия аддитивного производства; выбора исходных материалов для изготовления изделия методами аддитивных технологий в зависимости от заданных эксплуатационных свойств; выбора аддитивной технологии и источника энергии для формообразования изделия аддитивного производства; прогнозирования экономического эффекта от замены традиционных методов изготовления изделий аддитивными технологиями; определения технологических параметров нагрева и охлаждения обрабатываемого материала в процессе формообразования изделия аддитивного производства

Результаты обучения: студент владеет навыками составления технических заданий на проектирование технических средств автоматизации и выполнения проектно-расчетных работ на основе применения средств 3D проектирования и быстрого прототипирования

ПК-3: Способен осуществлять постановку на производство изделий, изготавливаемых методами аддитивных технологий

ПК-3.1: Знать: порядок преобразования файлов системы автоматизированного управления в файлы, обрабатываемые машиной аддитивного производства, при помощи вычислительной техники и программного обеспечения; порядок настройки технологического оборудования аддитивного производства для изготовления изделий; порядок разработки технологических инструкций по изготовлению изделий аддитивного производства; требования охраны труда, пожарной, промышленной, экологической и электробезопасности в аддитивном производстве

Результаты обучения: Студент знает порядок преобразования файлов пакетов 3D конструирования в управляющий код для аддитивных установок.

ПК-3.2: Уметь: преобразовывать файлы, сгенерированные системой автоматизированного проектирования при разработке конструкции изделия, в файлы, применяемые системой управления машиной аддитивного производства, с использованием вычислительной техники и прикладных программных средств; рагружать файл используемого формата на изделие в автоматизированную систему управления машиной аддитивного производства; производить в файле используемого формата при помощи вычислительных средств технологического оборудования аддитивного производства исправление размеров, позиционирование и ориентацию для изготовления изделия; настраивать при помощи системы автоматизированного управления технологическое оборудование аддитивного производства с учетом конструкции, материала и технологии изготовления изделия; анализировать результаты изготовления изделий аддитивного производства

Результаты обучения: Студент умеет проектировать изделия для последующего их производства на аддитивных установках с учетом особенностей аддитивного технологического процесса, готовить управляющий код для аддитивных установок, порядок работы с ними и технологию их обслуживания, анализировать результаты печати, выявлять проблемы и устранять их.

ПК-3.3: Владеть: навыками преобразования файлов на изделия в формат, используемый машиной аддитивного производства; переноса файла на изделие в технологическое оборудование аддитивного производства и его корректировка средствами системы управления аддитивными процессами; настройки технологического оборудования аддитивного производства для изготовления изделий; контроля результатов изготовления изделий на оборудовании аддитивного производства; корректировки технологических параметров в зависимости от выявленных отклонений от заданных свойств и структуры изделий аддитивного производства

Результаты обучения: Студент владеет навыками 3D сканирования, подготовки файлов для 3D печати и обращения с аддитивными установками.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ, ПРАКТИКИ)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Форма контроля
1	**Раздел 1. Обучение**			
1.1	3D проектирование /Тема/	6	0	
1.1.1	3D проектирование изделия и подготовка его к печати /Ср/	6	79.75	
1.1.2	Проектирование в пакетах 3D конструирования /Лек/	6	2	З
1.1.3	Проектирование сборочного изделия по натурному образцу /Лаб/	6	4	Ко
1.1.4	Анализ прочности изделий в пакете Inventor. /Лаб/	6	4	Ко
1.1.5	Анализ прочности изделий в пакете SolidWorks. /Лаб/	6	4	Ко
1.1.6	Подготовка изделий к SLS печати и использование SLS 3D принтера. /Лаб/	6	4	Ко
1.1.7	Анализ прочности изделий в пакетах 3D конструирования. /Лек/	6	4	З
1.2	Быстрое прототипирование /Тема/	6	0	
1.2.1	Классификация и стандартизация аддитивных технологий. /Лек/	6	4	З
1.2.2	Аддитивные технологии, формирующие изделие из порошкообразных материалов: лазерное спекание (SLM, DMLS, EBM, LaserCusing, SPLS), лазерное покрытие (DMD, LENS, DM, LMD, DLD, PFW, LDW, EBDM, EBF3), InkJet (ExOne, BinderJetting, fcubic), 3DP (CJP). /Лек/	6	2	З
1.2.3	Многоосевые аддитивные технологии. /Лек/	6	2	З
1.2.4	Аддитивные технологии, формирующие изделие из листовых материалов: LOM, UAM. Аддитивные технологии, формирующие изделие из жидкого полимера: SLA, DLP, SGC, PolyJet (MJM) и материалы для них. /Лек/	6	2	З
1.2.5	Аддитивные технологии, формирующие изделие путем направленной подачи расплавленного материала: FFF (FDM, PJP, EDP), MJS. /Лек/	6	2	З
1.2.6	Материалы для аддитивных технологий. /Лек/	6	2	З
1.2.7	G-код. Программные пакеты для подготовки объемной модели изделия к печати (слайсеры) – генерации G-кода. Возможности и особенности пактов: Slic3r, Cura, Simplify 3D. /Лек/	6	2	З
1.2.8	Проблемы, возникающие при 3D печати и способы их решения /Лек/	6	2	З
1.2.9	Подготовка модели к печати в пакете Cura /Лаб/	6	4	Ко
1.2.10	Быстрое прототипирование с помощью аддитивных технологий /Лаб/	6	4	Ко
1.2.11	Конструкция аддитивных установок. /Лек/	6	4	Ко
1.2.12	Обслуживание аддитивных устройств. /Лек/	6	4	Ко
1.2.13	3D сканирование изделий и обработка сканов. /Лаб/	6	4	Ко
2	**Раздел 2. Промежуточная аттестация**			
2.1	Зачет /Тема/	6	0	
2.1.1	Контактная работа с ППС /КоРа/	6	0.25	

Примечание. Формы контроля: Эк – экзамен, К- контрольная работа, Ко- контрольный опрос, Сз- семестровое задание, З-зачет, ОП-отчет по практике.

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Оценочные средства планируемых результатов обучения представлены в виде фондов оценочных средств (ФОС), разработанных в соответствии с локальным нормативным актом университета. ФОС может быть представлен в Приложении к рабочей программе.

Оценочные средства планируемых результатов обучения представлены в виде фондов оценочных средств (ФОС), разработанных в соответствии с локальным нормативным актом университета. ФОС представлен в Приложении к рабочей программе.
Комплект типовых контрольных заданий по оценочному средству «Расчетно-графическая работа» по вариантам представлен в файловом хранилище ВолгГТУ по адресу dump.vstu.ru.
Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков, опыта деятельности:
Целью выполнения расчетно-графической работы является углубление и закрепление теоретических знаний по теме «3D проектирование изделия и его подготовка к быстрому прототипированию». Расчетно-графическая работа предусматривает создание параметрической 3D модели сборочного изделия с заданием кинематических взаимосвязей в сборке и подготовке его производства с помощью аддитивных технологий. Работа предусматривает описание процесса проектирования, выбор технологии быстрого прототипирования, материалов, подготовку управляющего кода для 3D принтера, оценку времени и себестоимости производства. Объем работы составляет 10 .. 15 страниц формата А4.
Расчетно-графическая работа оценивается по 20-балльной шкале. Работа оценивается следующим образом: 20 баллов за правильно оформленную работу с правильно выстроенной параметрической моделью, отражающей все детали проектируемого объекта, правильной подготовкой управляющего кода для 3D принтера, точной оценкой расходов ресурсов на прототипирование, 16 баллов за хорошо оформленную работу с элементами параметризации с достаточной деталировкой компонентов и правильно созданной сборкой, адекватной подготовкой G-кода и близкой оценкой расходов ресурсов на прототипирование, 12 баллов за нормально оформленную работу без параметризации с невысокой деталировкой компонентов и частично правильной сборкой, приблизительной подготовкой G-кода, «неудовлетворительно» в случае несоблюдения требований оформления и рассмотрения менее половины требуемых вопросов.
Описание промежуточной аттестации по дисциплине
Зачет: форма проведения – устная, письменная или дистанционная, вид – собеседование или письменный ответ.
Примерный перечень вопросов к зачету:
1. 3D проектирование в Компас 3D: основные стадии проектирования, операции в эскизах, зависимости, объемные операции, типы файлов.
2. 3D проектирование в Autodesk Inventor: основные стадии проектирования, операции в эс-кизах, цвета линий, зависимости, объемные операции, сборки, чертежи, типы файлов.
3. 3D проектирование в SolidWorks: основные стадии проектирования, принципы проекти-рования «сверху вниз» и «снизу вверх», элементы эскиза, операции в эскизах, цвета ли-ний, зависимости, объемные операции, сборки, чертежи, типы файлов.
4. Субстрактивные и аддитивные производственные технологии, их особенности и отличия.
5. Процесс появления технологий быстрого прототипирования в 80-х годах, первые изобре-татели, технологии и компании.
6. Проект RepRap: принципы, история появления и развития, последователи.
7. Стандартизация аддитивных технологий. Терминология и классы аддитивных процессов по: методу формирования слоев; методу фиксации слоя; состоянию исходного материала.
8. Классификация аддитивных технологий от организации ASTM International.
9. Технология выборочного лазерного спекания (SLS): появление, принцип работы, области применения.
10. Технология выборочного лазерного плавления (SLM): появление, принцип работы, обла-сти применения.
11. Технология электронно-лучевого плавления (EBM): появление, принцип работы, области применения.
12. Технология прямого лазерного спекания металлов (DMLS): появление, принцип работы, области применения.
13. Технология прямого лазерного напыления металлов (DMD): появление, принцип работы, области применения.
14. Порошки для 3D печати: дисперсность и методы получения.
15. Ink-Jet – технологии выборочного и направленного осаждения: появление, принцип рабо-ты, области применения.
16. Аддитивные технологии, формирующие изделие из листовых материалов (LOM, UAM): появление, принцип работы, области применения.
17. Подготовка 3D моделей к печати: принципы и инструменты для работы с моделью на ра-бочем столе.
18. Подготовка 3D моделей к печати: настройка высоты слоя, ширины линии, толщины сте-нок, рисунка верха/низа.
19. Подготовка 3D моделей к печати: чередующаяся стенка и направление заполнения, ком-пенсация пересечения стенок, горизонтальная компенсация.
20. Подготовка 3D моделей к печати: плотность заполнения, рисунки заполнения, перекрытие заполнения.
21. Подготовка 3D моделей к печати: ретракт, Z-hop, обход препятствий.
22. Подготовка 3D моделей к печати: скорость перемещения, охлаждение, порядок печати, спиральный внешний контур, защитный кожух.
23. Подготовка 3D моделей к печати: поддержки.
24. Подготовка 3D моделей к печати: адгезия.
25. Проблемы, возникающие при 3D печати и способы их устранения.
26. Материалы для FDM 3D печати. Характеристики и области применения. PLA, PCL, ABS, HIPS, SBS, ASA, HDPE,

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ, ПРАКТИКИ)

6.1. Рекомендуемая литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год.	Электронный адрес
Л.1	Сторчак Н. А., Гегучадзе В. И., Синьков А. В.	Моделирование трехмерных объектов в среде КОМПАС-3D: учеб. пособие	Волгоград: РПК "Политехник", 2006	
Л.2	Сторчак Н. А., Гегучадзе В. И., Синьков А. В.	Моделирование трехмерных объектов в среде КОМПАС-3D: учеб. пособие	Волгоград: РПК "Политехник", 2006	
Л.3	Федотова Н. В.	Конструирование поверхностей спецмашин с помощью 3D-моделирования: учеб. пособие	Волгоград: ВолгГТУ, 2011	
Л.4	Ханов Г. В., Безрукова Т. В.	3D-моделирование в инженерной графике: учеб. пособие	Волгоград: ВолгГТУ, 2015	
Л.5	Сторчак Н. А., Синьков А. В., Ильина Т. А.	Компьютерная графика в системе КОМПАС-3D. Лабораторный практикум: учеб. пособие	Волгоград: ВолгГТУ, 2014	
Л.6	Каблов В. Ф., Синьков А. В.	Аддитивные технологии в производстве полимерных изделий: учеб. пособие	Волгоград: ВПИ (филиал) ВолгГТУ, 2018	
Л.7	Синьков А. В., Тышкевич В. Н.	Технология 3D сканирования и 3D печати: учеб.-метод. пособие	Волжский: ВПИ (филиал) ВолгГТУ, 2019	

6.3 Перечень программного обеспечения

6.3.1.1	СДО "Moodle" - система дистанционного обучения
6.3.1.2	Операционная система Windows
6.3.1.3	Adobe Acrobat Reader DC - бесплатное решение для просмотра файлов PDF
6.3.1.4	Пакет для 3D проектирования Autodesk Inventor
6.3.1.5	Пакет для 3D проектирования SolidWorks
6.3.1.6	Пакет для 3D проектирования Компас 3D
6.3.1.7	Слайсер Ulimaker Cura
6.3.1.8	Табличный процессор OpenOffice Calc.
6.3.1.9	Бесплатная среда для 3D моделирования Blender

6.4 Перечень информационных справочных систем и электронных библиотечных систем (ЭБС)

6.3.2.1	Библиотека (НТБ), http://library.vstu.ru/sci-nci
6.3.2.2	Электронная информационно-образовательная среда университета, http://eos2.vstu.ru
6.3.2.3	ЭБС "Лань", https://e.lanbook.com
6.3.2.4	ЭБС "Book.ru", https://www.book.ru

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ, ПРАКТИКИ) /ОБОРУДОВАНИЕ

7.1	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, оснащенная мультимедийным оборудованием (проектором или монитором), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (учебная доска; учебная мебель по количеству обучающихся)
7.2	Лаборатория микропроцессорных средств автоматизации (персональные компьютеры - 10 шт.: процессор AMD A6 36501, материнская плата ASUS F1A55-M LX R2.0 Socket FM1, mATX, Ret., учебная мебель) или лаборатория робототехники.
7.3	Помещение для самостоятельной работы студента (учебная мебель по количеству обучающихся, учебная доска, компьютеры с доступом в Интернет, 3D принтер, 3D сканер)

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ, ПРАКТИКИ)

Организация образовательного процесса по данной дисциплине регламентируется учебным планом и расписанием учебных занятий. При формировании своей индивидуальной образовательной траектории обучающийся имеет право на перезачет дисциплины (переаттестации ее части), если она была освоена в процессе предшествующего обучения. Перезачёт (переаттестации ее части) освобождает обучающегося от необходимости повторного освоения дисциплины (полностью или частично).

Учебный процесс при преподавании курса основывается на использовании традиционных и информационных образовательных технологий. Традиционные образовательные технологии представлены лекциями. Информационные образовательные технологии реализуются путем активизации самостоятельной работы студентов в электронной информационной образовательной среде.

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов учебного плана. На первой лекции лектор информирует студентов о рекомендуемой литературе и электронных источниках информации по дисциплине, с указанием, какой учебник (учебное пособие) является базовым.
Лабораторные работы предполагают выполнение и отчет заданий по темам, рассмотренным на лекционных и закрепленных на практических занятиях. Каждому лабораторному занятию предшествует самостоятельная подготовка студента, включающая: ознакомление с содержанием лабораторной работы по методическим указаниям; проработку теоретической части по лекционному материалу и учебникам, рекомендованным в методических указаниях.
Самостоятельная работа студентов включает изучение законспектированного на лекционных занятиях материала, дополнение его с учетом рекомендованной по данной теме литературы, самостоятельную подготовку к лабораторным работам, самостоятельное выполнение и оформление заданий расчетно-графической работы.
Перечень методических указаний для освоения дисциплины представлен ниже:
1) 3D проектирование в среде Компас 3D : метод. указания по выполнению лабораторных работ / сост. : А. В. Дроботов, А. Ю. Горелова ; ВолгГТУ. – Волгоград, 2022. –32 с.
2) Автоматизированная подготовка моделей к 3D печати : метод. указания по выполнению лабораторных работ / сост. : А. В. Дроботов, А. Ю. Горелова ВолгГТУ. – Волгоград, 2022. –32 с.
3) Автоматизированное проектирование в среде SolidWorks : метод. указания по выполнению лабораторных работ / сост. : А. В. Дроботов, А. Ю. Горелова ; ВолгГТУ. – Волгоград, 2022. –32 с.
В течение семестра для студентов проводятся групповые текущие консультации по учебной дисциплине.
Методические рекомендации по обучению лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов
Профессорско-педагогический состав знакомится с психолого-физиологическими особенностями обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ), индивидуальными программами реабилитации инвалидов (при наличии). При необходимости осуществляется дополнительная поддержка преподавания тьюторами, психологами, социальными работниками, прошедшими подготовку ассистентами.
В соответствии с методическими рекомендациями Минобрнауки РФ (утв. 8 апреля 2014 г. N АК-44/05вн), в курсе предполагается использовать социально-активные и рефлексивные методы обучения, технологии социокультурной реабилитации с целью оказания помощи в установлении полноценных межличностных отношений с другими студентами, создании комфортного психологического климата в студенческой группе. Подбор и разработка учебных материалов производятся с учетом предоставления материала в различных формах: аудиальной, визуальной, с использованием специальных технических средств и информационных систем.
Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения (персонального и коллективного использования). Материально-техническое обеспечение предусматривает приспособление аудиторий к нуждам лиц с ОВЗ (при необходимости).
Форма проведения аттестации для студентов-инвалидов устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей. Для студентов с ОВЗ предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств. Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания.
При необходимости для обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.