

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
**Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Луганский государственный университет имени Владимира Даля»**

**Институт технологий и инженерной механики
Кафедра технологии машиностроения и инженерного консалтинга**

УТВЕРЖДАЮ

Директор института технологий и
инженерной механики

Могильная Е.П.

_____ 2023 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«АДДИТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В МАШИНОСТРОЕНИИ»

По направлению подготовки 15.04.05 Конструкторско-технологическое
обеспечение машиностроительных производств
Магистерская программа: «Технологическое проектирование
машиностроительного производства»

Луганск - 2023

Лист согласования РПУД

Рабочая программа учебной дисциплины «Аддитивные технологии в машиностроении» по направлению подготовки 15.04.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств. – 19 с.

Рабочая программа учебной дисциплины «Аддитивные технологии в машиностроении» составлена с учетом Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 15.04.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от «17» августа 2020 года № 1045.

СОСТАВИТЕЛЬ:

канд. техн. наук, доцент Волков И.В., ст.пр. Ефимов А.А.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры технологии машиностроения и инженерного консалтинга «14» 04 2023 года, протокол № 9

Заведующий кафедрой технологии машиностроения и инженерного консалтинга Витренко В.А.

Переутверждена: « » 20 г., протокол №

Рекомендована на заседании учебно-методической комиссии института технологий и инженерной механики «18» 09 2023 года, протокол № 3

Председатель учебно-методической комиссии института технологий и инженерной механики Ясуник С.Н.

Структура и содержание дисциплины

1. Цели и задачи дисциплины, ее место в учебном процессе

Цель изучения дисциплины – формирование комплекса знаний, умений и навыков в области применения технологий прототипирования для обеспечения эффективности процессов проектирования и изготовления изделий машиностроения.

Задачи: изучение процессов и технологий быстрого прототипирования, и их основных возможностей и областей применения, способов подготовки моделей для их реализации; формирования навыков разработки технологических процессов изготовления деталей и изделий с использованием методов быстрого прототипирования.

2. Место дисциплины в структуре ООП ВО.

Дисциплина «Аддитивные технологии в машиностроении» относится к дисциплинам формируемым участниками образовательного процесса. Необходимыми условиями для освоения дисциплины являются: знания в области геометрического моделирования объектов производства, CAD/CAM-систем, технологии машиностроения, управления оборудованием с ЧПУ.

Содержание дисциплины является логическим продолжением содержания дисциплин: «Технология машиностроения», «Компьютерное моделирование объектов производства», «Технологическая подготовка машиностроительных производств», «Основы CAD/CAM-систем» и служит для подготовки материалов итоговой ВКР.

3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов
ПК-6. Способен разрабатывать комплексные решения в области производств, использующих методы аддитивных технологий	ПК-6.1. Использует системы автоматизированного расчета и компьютерного моделирования разрабатываемых комплексных решений в области аддитивных производств.	знать: методы разработки технических заданий на создание новых эффективных технологий изготовления машиностроительных изделий, производств различного служебного назначения, средства и системы их инструментального, метрологического, диагностического и управленческого обеспечения; средства модернизации и автоматизации действующих в машиностроении производственных и технологических процессов и производств; методы разработки и внедрения эффективных технологий изготовления машиностроительных изделий;
	ПК-6.2. Организует разработку технологических процессов оборудования аддитивных производств, интегрированных в производственный процесс изготовления изделий.	уметь: разрабатывать технические задания на создание новых эффективных технологий изготовления машиностроительных изделий; разрабатывать и внедрять эффективные технологии изготовления машиностроительных изделий; участвовать в модернизации и автоматизации действующих и проектировании новых машиностроительных производств различного назначения, средств и систем их оснащения; выбирать и эффективно

		использовать материалы, оборудование, инструменты, технологическую оснастку; использовать алгоритмы и программы выбора и расчета параметров технологических процессов, технических и эксплуатационных характеристик машиностроительных производств; использовать средства для реализации производственных и технологических процессов изготовления машиностроительной продукции;
		владеть: способностью разрабатывать технические задания на создание новых эффективных технологий изготовления машиностроительных изделий, производств различного служебного назначения, средства и системы их инструментального, метрологического, диагностического и управленческого обеспечения; способностью на модернизацию и автоматизацию действующих в машиностроении производственных и технологических процессов и производств; способностью разрабатывать и внедрять эффективные технологии изготовления машиностроительных изделий; способностью участвовать в модернизации и автоматизации действующих и проектировании новых машиностроительных производств различного назначения, средств и систем их оснащения; навыками использования алгоритмов и программ выбора и расчета параметров технологических процессов, технических и эксплуатационных характеристик машиностроительных производств;

4. Структура и содержание дисциплины

4.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Объем часов (зач. ед.)	
	Очная форма	Заочная форма
Общая учебная нагрузка (всего)	3 семестр - 180 4 семестр - 108	
Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего) в том числе:	3 семестр - 60 4 семестр - 50	
Лекции	3 семестр - 30 4 семестр - 20	
Семинарские занятия	-	
Практические занятия	3 семестр - 30 4 семестр - 30	
Лабораторные работы	-	
Курсовая работа (курсовой проект)	-	
Другие формы и методы организации образовательного процесса	-	
Самостоятельная работа студента (всего)	3 семестр - 120 4 семестр - 58	
Форма аттестации	3 семестр - экзамен	

4.2. Содержание разделов дисциплины

3 Семестр

Тема 1. Понятие аддитивного производства. История развития. Характеристика рынка АФ - технологий.

Тема 2. Принципы формообразования изделий. Быстрое прототипирование или аддитивное производство. Основные термины, используемые для обозначения аддитивных технологий.

Тема 3. Типовой процесс аддитивного производства. Основные термины, используемые для обозначения аддитивных технологий. Назначение изделия аддитивного производства.

Тема 4. Подготовка аддитивного производства. Подготовка САD-модели. Спецификация интерфейса STL.

Тема 5. Подготовка данных. Генерация STL данных. Обработка STL данных. Геометрии и топология.

Тема 6. Расположение детали и поддерживающие структуры. Факторы, влияющие на ориентацию детали. Функции поддержки детали Конструкции поддерживающих структур

Тема 7. Создание послойной модели и организация контуров сечений. Разрезка с одинаковой толщиной слоя. Адаптивная разрезка модели.

Тема 8. Генерация траектории движения инструмента. Зависимость траектории движения инструмента от типа аддитивного процесса. Растровое сканирование. Периметрическое сканирование. Построчное сканирование.

Тема 9. Процессы аддитивного производства на основе жидких материалов. Процесс стереолитографии. Аддитивные процессы, основанные на использовании маски. Процессы, основанные на впрыске жидкого материала. Процесс на основе быстрой заморозки. Процесс на основе быстрой заморозки. Процесс на основе интерференции лазерных лучей. Процесс на основе голографической интерференции. Процесс на основе использования электрочувствительной жидкости (электроосаждение).

Тема 10. Аддитивные процессы на основе расплавов Баллистическое

осаждение частиц. Моделирование методом наплавления. Производство наращиванием формы. Трехмерная сварка.

Тема 11. Материалы для аддитивных процессов. Фотополимерные материалы.

4 Семестр

Тема 1. Процессы на основе порошковых материалов. Осаждение из газовой фазы. Объединение порошка связующим материалом. Процесс лазерного формообразования. Отверждение многофазной струи. Электронно-лучевая плавка.

Тема 2. Аддитивные процессы на основе сплошных материалов, Изготовление объектов с использованием ламинирования. Селективно-наращиваемое наслоение. Процесс ультразвукового объединения. Автоматизированное производство ламинированных конструкционных материалов

Тема 3. Материалы для аддитивных процессов. Порошковые материалы. Порошкообразные пластики. Термопластичные материалы.

Тема 4. Машины и оборудование для производства металлических изделий. Группа *SLS*-машин. Оборудование работающее по технологии *DMD*.

Тема 5. Материалы для производства изделий из металла. Материалы для «металлических» АМ-машин. Методы получения металлических порошков.

4.3. Лекции

Семестр 3

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Понятие аддитивного производства	2	
2	Принципы формообразования изделий	2	
3	Типовой процесс аддитивного производства	2	
4	Подготовка аддитивного производства	2	
5	Подготовка данных	2	
6	Расположение детали и поддерживающие структуры	2	
7	Создание послойной модели и организация контуров сечений	2	
8	Генерация траектории движения инструмента	2	
9	Процессы аддитивного производства на основе жидких материалов	6	
10	Аддитивные процессы на основе расплавов	6	
11	Материалы для аддитивных процессов	2	

Итого:	30	
---------------	-----------	--

Семестр 4

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Процессы на основе порошковых материалов	6	
2	Аддитивные технологии на использовании сплошных материалов	4	
3	Материалы для аддитивных процессов	2	
4	Машины и оборудование для производства металлических изделий	4	
5	Материалы для производства изделий из металла	4	
Итого:		20	

4.4. Практические занятия

Семестр 3

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Проведения анализа конструкции изделий, изучение возможности изготовления методами прототипирования;	3	
2	Построение моделей в Solidworks.	3	
3	Построение геометрических фигур в T-Flex.	4	
4	Построение и последовательное изготовление типовых деталей по технологии быстрого прототипирования.	4	
5	Подготовка трехмерных моделей деталей в формате *.stl для прототипирования.	4	
6	Разработка управляющих программ (УП).	4	
7	Расчет усадки изделия изготовленного методом быстрого прототипирования.	4	
8	Разработка технологии изготовления деталей на основе процесса быстрого прототипирования.	4	
Итого:		30	

Семестр 4

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Анализ и разработка технологии изготовления изделий из порошков.	4	
2	Анализ и разработка технологии изготовления изделий из полимеров.	4	
3	Анализ и разработка технологии изготовления изделий из композиционных материалов.	4	

4	Анализ и разработка технологии изготовления изделий из резины, стекла, керамики.	4	
5	Анализ и разработка технологии изготовления изделий с применением аддитивных технологий.	4	
6	Анализ и разработка технологии изготовления изделий с применением отделочно-зачистных абразивных методов.	4	
7	Анализ и разработка технологии обработки деталей с применением электрохимических методов.	3	
8	Анализ и разработка технологии обработки деталей с применением электрофизических методов.	3	
Итого:		30	

4.5. Лабораторные работы

Лабораторные работы учебным планом не предусмотрены.

4.6. Самостоятельная работа студентов

Семестр 3

№ п/п	Название темы	Вид СРС	Объем часов	
			Очная форма	Заочная форма
1	Понятие аддитивного производства	Поиск, анализ, структурирование и изучение информации по темам. Подготовка к экзамену	8	
2	Принципы формообразования изделий		8	
3	Типовой процесс аддитивного производства		8	
4	Подготовка аддитивного производства		10	
5	Подготовка данных		8	
6	Расположение детали и поддерживающие структуры		8	
7	Создание послойной модели и организация контуров сечений		8	
8	Генерация траектории движения инструмента		8	
9	Процессы аддитивного производства на основе жидких материалов		24	
10	Аддитивные процессы на основе расплавов		24	
11	Материалы для аддитивных процессов		6	
Итого:			120	

Семестр 4

№ п/п	Название темы	Вид СРС	Объем часов	
			Очная форма	Заочная форма
1	Процессы на основе порошковых материалов	Поиск, анализ, структурирование и изучение информации по темам. Подготовка к экзамену	18	
2	Аддитивные технологии на использовании сплошных материалов		14	
3	Материалы для аддитивных процессов		6	
4	Машины и оборудование для производства металлических изделий		10	
5	Материалы для производства изделий из металла		10	

4.7. Курсовые проекты. Учебным планом не предусмотрено выполнение курсового проекта.

5. Образовательные технологии

Для достижения планируемых результатов освоения дисциплины «Аддитивные технологии в машиностроении» используются следующие образовательные технологии:

- традиционные объяснительно-иллюстративные технологии, которые обеспечивают доступность учебного материала для большинства студентов, системность, отработанность организационных форм и привычных методов, относительно малые затраты времени;
- информационно-коммуникационная технология, в том числе визуализация, создание электронных учебных материалов;
- использование электронных образовательных ресурсов при подготовке к лекциям, практическим и лабораторным занятиям;
- технология проблемного обучения, в том числе в рамках разбора проблемных ситуаций;
- технология развивающего обучения, в том числе постановка и решение задач от менее сложных к более сложным, развивающих компетенции студентов.

В рамках перечисленных технологий основными методами обучения являются: работа в команде; самостоятельная работа; проблемное обучение.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины:

а) основная литература:

1. Воронцов Б.С., Бочарова И.А. Твердотельное компьютерное моделирование в системе КОМПАС-3D V7 Plus: Учебное пособие. – Луганск: Изд. ВНУ им. В.Даля, 2006. – 156 с. (Библиотека ВНУ им. В.Даля).
2. Прохоренко В.П. Solid Works. Практическое руководство. – М.: Бином-Пресс, 2004. – 448 с. (Кафедра ИЭП ВНУ им. В.Даля + электронный сборник литературы).
3. Тику Ш. Эффективная работа: Solid Works 2005. – СПб: Питер, 2006. – 816 с. (Электронный сборник учебной литературы)

б) дополнительная литература:

4. Ануриев В.И. Справочник конструктора–машиностроителя: В 3-х т. Т.1. – 8-е изд., перераб. и доп. Под ред. И.Н. Жестковой. – М.: Машиностроение, 2001 – 920 с. (Областная универсальная библиотека им. А. М. Горького + электронный сборник литературы).
5. Ануриев В.И. Справочник конструктора–машиностроителя: В 3-х т. Т. 2. – 8-е изд., перераб. и доп. Под ред. И.Н. Жестковой. – М.: Машиностроение, 2001 – 912 с. (Областная универсальная библиотека им. А. М. Горького + электронный сборник литературы).
6. Ануриев В.И. Справочник конструктора–машиностроителя: В 3-х т. Т. 3. – 8-е изд., перераб. и доп. Под ред. И.Н. Жестковой. – М.: Машиностроение,

2001 – 864 с. (Областная универсальная библиотека им. А. М. Горького + электронный сборник литературы).

7. Герасимов А.А. Самоучитель КОМПАС – 3D V8. СПб.: БХВ – Петербург, 2006. – 544 с. (Областная универсальная библиотека им. А. М. Горького).

8. Кудрявцев Е.М. КОМПАС–3D V8. Наиболее полное руководство. М.: ДМК Пресс, 2006. – 928 с. (Областная универсальная библиотека им. А. М. Горького)

9. Васильев В.Н. Maple8: Самоучитель. – М.: Вильямс, 2003. – 352 с. (Областная универсальная библиотека им. А. М. Горького + электронный сборник литературы).

10. Дьяченко В.Е. Изучаем MathCAD. – К.: ЮНИОР, 2003. – 496 с. (Областная универсальная библиотека им. А. М. Горького)

11. Петров М.Н. Компьютерная графика: Учебн. пособие для ВУЗОВ СПб. Питер, 2004. – 811 с. (Областная универсальная библиотека им. А. М. Горького).

12. Макаров Е.Г. Сопротивление материалов на базе MathCAD. - СПб: БХВ – Петербург, 2004. – 325 с. (Областная универсальная библиотека им. А. М. Горького).

13. Никулин А.Е. Компьютерная геометрия и алгоритмы машинной графики. – СПб.: БХВ – Петербург, 2005. – 576 с. (Областная универсальная библиотека им. А. М. Горького).

14. Ли К. САПР CAD/CAM/CAE. Учебн. пособие для ВУЗОВ СПб.: Питер, 2004. – 541 с. (Областная универсальная библиотека им. А. М. Горького).

15. Соколова Т. AutoCAD 2005 (+ CD). СПб.: Питер, 2005. – 448 с. (Областная универсальная библиотека им. А. М. Горького)

16. Алямовский А.А. SolidWorks/COSMOSWorks. Инженерный анализ методом конечных элементов. – М: ДМК Пресс, 2004. – 432с. (Электронный сборник учебной литературы).

г) интернет-ресурсы:

Министерство образования и науки Российской Федерации – <http://минобрнауки.рф/>

Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки – <http://obrnadzor.gov.ru/>

Министерство образования и науки Луганской Народной Республики – <https://minobr.su>

Народный совет Луганской Народной Республики – <https://nslnr.su>

Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования – <http://fgosvo.ru>

Федеральный портал «Российское образование» – <http://www.edu.ru/>

Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» – <http://window.edu.ru/>

Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов – <http://fcior.edu.ru/>

Электронные библиотечные системы и ресурсы

Электронно-библиотечная система «Консультант студента» –

<http://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>

Электронно-библиотечная система «StudMed.ru» – <https://www.studmed.ru>

Научная электронная библиотека Elibrary – Режим доступа: URL: <http://elibrary.ru/>

Справочная правовая система «Консультант Плюс» – Режим доступа: URL: <https://www.consultant.ru/sys/>

Информационный ресурс библиотеки образовательной организации

Научная библиотека имени А. Н. Коняева – <http://biblio.dahluniver.ru/>

7. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

Освоение дисциплины «Аддитивные технологии в машиностроении» предполагает использование академических аудиторий, соответствующих действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам.

Прочее: рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет.

Программное обеспечение:

Функциональное назначение	Бесплатное программное обеспечение	Ссылки
Офисный пакет	Libre Office 6.3.1	https://www.libreoffice.org/ https://ru.wikipedia.org/wiki/LibreOffice
Операционная система	UBUNTU 19.04	https://ubuntu.com/ https://ru.wikipedia.org/wiki/Ubuntu
Браузер	Firefox Mozilla	http://www.mozilla.org/ru/firefox/fx
Браузер	Opera	http://www.opera.com
Почтовый клиент	Mozilla Thunderbird	http://www.mozilla.org/ru/thunderbird
Файл-менеджер	Far Manager	http://www.farmanager.com/download.php
Архиватор	7Zip	http://www.7-zip.org/
Графический редактор	GIMP (GNU Image Manipulation Program)	http://www.gimp.org/ http://gimp.ru/viewpage.php?page_id=8 http://ru.wikipedia.org/wiki/GIMP
Редактор PDF	PDFCreator	http://www.pdfforge.org/pdfcreator
Аудиоплеер	VLC	http://www.videolan.org/vlc/

8. Оценочные средства по дисциплине

Паспорт

фонда оценочных средств по учебной дисциплине

«Аддитивные технологии в машиностроении»

Перечень компетенций (элементов компетенций), формируемых в результате освоения учебной дисциплины (модуля) или практики

№ п / п	Код контролируемой компетенции	Формулировка контролируемой компетенции	Контролируемые темы учебной дисциплины, практики	Этапы формирования (семестр изучения)
1	ПК-1.	ПК-1.1..	Тема Тема 2. Тема 3. Тема 4.	3,4

			Тема Тема 6. Тема 7. Тема 8.	
		ПК-1.2.	Тема 1. Тема 2. Тема 3. Тема 4. Тема 5. Тема 6 Тема 7 Тема 8.	

**Показатели и критерии оценивания компетенций,
описание шкал оценивания**

№ п / п	Код контролируемой компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов	Контролируемые темы учебной дисциплины	Наименование оценочного средства
1	ПК-6. Способен разрабатывать комплексные решения в области производств, использующих методы аддитивных технологий	ПК-6.1. Использует системы автоматизированного расчета и компьютерного моделирования разрабатываемых комплексных решений в области аддитивных производств.	знать: методы разработки технических заданий на создание новых эффективных технологий изготовления машиностроительных изделий, производств различного служебного назначения, средства и системы их инструментального, метрологического, диагностического и управленческого обеспечения; уметь: разрабатывать технические задания на создание новых эффективных технологий изготовления машиностроительных изделий; владеть: способностью разрабатывать технические задания на создание новых эффективных технологий изготовления машиностроительных изделий, производств различного служебного назначения, средства и системы их инструментального, метрологического, диагностического и управленческого обеспечения;	Тема 1. Тема 2. Тема 3. Тема 4. Тема 5. Тема 6. Тема 7. Тема 8.	Вопросы для комбинированного контроля усвоения теоретического материала (устно или письменно), контрольная работа, задания по практическим занятиям, экзамен.
		ПК-6.2.	знать: методы разработки технических заданий на	Тема 1.	Вопросы для

		<p>Организовывает разработку технологических процессов оборудования аддитивных производств, интегрированных в производственный процесс изготовления изделий.</p>	<p>создание новых эффективных технологий изготовления машиностроительных изделий, производств различного служебного назначения, средства и системы их инструментального, метрологического, диагностического и управленческого обеспечения; уметь: разрабатывать технические задания на создание новых эффективных технологий изготовления машиностроительных изделий; владеть: способностью разрабатывать технические задания на создание новых эффективных технологий изготовления машиностроительных изделий, производств различного служебного назначения, средства и системы их инструментального, метрологического, диагностического и управленческого обеспечения;</p>	<p>Тема 2. Тема 3. Тема 4. Тема 5. Тема 6. Тема 7. Тема 8.</p>	<p>комбинированного контроля усвоения теоретического материала (устно или письменно), контрольная работа, задания по практическим занятиям, экзамен.</p>
--	--	--	--	--	--

**Вопросы для комбинированного контроля усвоения
теоретического материала (устно или письменно):
3 семестр**

1. Основные понятия, термины и определения в области аддитивных технологий;
2. Принципы формообразования изделий;
3. Быстрое прототипирование или аддитивное производство;
4. Назначение изделия аддитивного производства;
5. Типовой процесс аддитивного производства;
6. Основные термины, используемые для обозначения аддитивных технологий;
7. Обобщенная последовательность процесса прототипирования.
8. Разработка концепции и конструкторской модели;
9. Спецификация интерфейса STL;
10. Генерация STL данных;
11. Обработка STL данных;
12. Ориентация детали и генерация поддерживающих структур;
13. Разрезка модели на слои и организация контуров сечений;
14. Генерация траектории движения инструмента;
15. Процессы и технологии аддитивного производства.

16. Процессы аддитивного производства на основе жидких материалов;
17. Процесс стереолитографии;
18. Аддитивные процессы, основанные на использовании маски;
19. Процессы, основанные на впрыске жидкого материала;ж
20. Процесс на основе быстрой заморозки;

4 семестр

1. Процесс на основе тепловой полимеризации жидкости;
2. Процесс на основе интерференции лазерных лучей;
3. Баллистическое осаждение частиц;
4. Моделирование методом наплавления;
5. Производство наращиванием формы;
6. Селективное лазерное спекание;
7. Объединение порошка связующим материалом;
8. Процесс лазерного формообразования;
9. Изготовление объектов с использованием ламинирования;
10. Селективно-наращиваемое наслоение;
11. Процесс ультразвукового объединения;
12. Материалы для аддитивных процессов.
13. Фотополимерные материалы;
14. Порошкообразные пластики;
15. Металлы;
16. Термопластичные материалы.
17. Выбор технологии быстрогопрототипирования
18. Методы отбора;
19. Подходы к определению целесообразности;
20. Управление и планирование производством.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству – *комбинированный контроль усвоения теоретического материала*

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
5	Ответ дан на высоком уровне (студент в полном объеме осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, владеет профильным понятийным (категориальным) аппаратом и т.п.)
4	Ответ дан на среднем уровне (студент в целом осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, допустив некоторые неточности и т.п.)
3	Ответ дан на низком уровне (студент допустил существенные неточности, изложил материал с ошибками, не владеет в достаточной степени профильным категориальным аппаратом и т.п.)
2	Ответ дан на неудовлетворительном уровне или не представлен (студент не готов, не выполнил задание и т.п.)

Задания по практическим занятиям:

3 семестр

Темы занятий:

- проведения анализа конструкции изделий, изучение возможности изготовления методами прототипирования;
- построение моделей в Solidworks
- построение геометрических фигур в T-Flex
- построение и последовательное изготовление типовых деталей по технологии быстрого прототипирования;
- подготовка трехмерных моделей деталей в формате *.stl для прототипирования;
- разработка управляющих программ (УП).
- расчет усадки изделия изготовленного методом быстрого прототипирования;
- разработка технологии изготовления деталей на основе процесса быстрого прототипирования;

4 семестр

Темы занятий:

Анализ и разработка технологии изготовления изделий из:

- порошков;
- полимеров;
- композиционных материалов;
- резины, стекла, керамика.

Анализ и разработка технологии изготовления изделий с применением:

- аддитивных технологий;
- отделочно-зачистных абразивных методов.

Анализ и разработка технологии обработки деталей с применением:

- электрохимических методов;
- электрофизических методов;

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству –
задания по практическим занятиям

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
5	Задание выполнено на высоком уровне (студент в полном объеме осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, владеет профильным понятийным (категориальным) аппаратом и т.п.)
4	Задание выполнено на среднем уровне (студент в целом осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, допустив некоторые неточности и т.п.)
3	Задание выполнено на низком уровне (студент допустил существенные неточности, изложил материал с ошибками, не владеет в достаточной степени профильным категориальным аппаратом и т.п.)
2	Задание выполнено на неудовлетворительном уровне или не представлен (студент не готов, не выполнил задание и т.п.)

Контрольная работа:

3 семестр

Спроектировать технологические процессы прогрессивных методов изготовления изделий машиностроения (изделие определяется преподавателем).

4 семестр

Спроектировать технологические процессы прогрессивных методов обработки деталей машин (чертеж детали выдается преподавателем).

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству – контрольная работа

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
5	Контрольная работа выполнена на высоком уровне (студент в полном объеме осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, владеет профильным понятийным (категориальным) аппаратом и т.п.). Оформлен в соответствии с требованиями, предъявляемыми к данному виду работ.
4	Контрольная работа выполнена на среднем уровне (студент в целом осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, допустив некоторые неточности и т.п.). В оформлении допущены некоторые неточности в соответствии с требованиями, предъявляемыми к данному виду работ.
3	Контрольная работа выполнена на низком уровне (студент допустил существенные неточности, изложил материал с ошибками, не владеет в достаточной степени профильным категориальным аппаратом и т.п.). В оформлении допущены ошибки в соответствии с требованиями, предъявляемыми к данному виду работ.
2	Контрольная работа выполнена на неудовлетворительном уровне или не представлен (студент не готов, не выполнил задание и т.п.)

Оценочные средства для промежуточной аттестации (экзамен)

Вопросы к экзамену:

3 семестр

1. Дайте определение понятия «быстрое прототипирование».
2. Дайте определение понятия «аддитивное производство».
3. Сформулируйте основной принцип технологии «аддитивное производство».
4. Перечислите основные области применения изделий, полученных с использованием технологий аддитивного производства.
5. В чем заключается основной принцип методов консервативного формообразования объектов?
6. В чем заключается основной принцип методов субтрактивного формообразования объектов?
7. В чем заключается основной принцип методов аддитивного формообразования объектов?
8. Чем объясняется появление и распространение аддитивных технологий в промышленности?

9. Что в настоящее время понимается под термином «Быстрое прототипирование»?
10. По какой причине наблюдается постепенный переход от термина «Быстрое прототипирование» к термину «Аддитивное производство»?
11. Что является ключевой особенностью работы процессов аддитивного производства?
12. Для каких целей в настоящее время используются изделия аддитивного производства?
13. Какие основные этапы включает в себя типовой процесс аддитивного производства?
14. Перечислите технологии, связанные с технологиями аддитивного производства.
15. Перечислите классификационные признаки аддитивных технологий.
16. Что собой представляет схема реализации CAD-моделей, основанная на твердотельной конструктивной геометрии?
17. Что собой представляет схема реализации CAD-моделей, основанная на контурном представлении?
18. В чем заключаются особенности представления геометрии моделей в формате STL?
19. Каким образом осуществляется экспорт геометрических моделей в формат STL в современных CAD-системах?
20. Каким образом осуществляется разрезка модели на слои одинаковой толщины при подготовке к построению аддитивными методами?
21. Каким образом осуществляется учет требований допуска при вычислении контуров сечений модели?
22. Какие этапы включает в себя процедура адаптивной разрезки модели на слои переменной толщины?
23. Каким образом производится генерация траекторий движения инструмента при использовании растрового сканирования?
24. В чем заключаются основные особенности процесса стереолитографии?
25. Что является достоинствами и недостатками процесса стереолитографии?

4 семестр

1. Что собой представляет схема построения изделий методом отверждения на твердой основе?
2. Что является основным отличием аддитивного процесса, основанного на использовании маски?
3. Что собой представляет аддитивный процесс на основе тепловой полимеризации жидкости?
4. Что собой представляет аддитивный процесс на основе интерференции лазерных лучей?
5. Каким образом реализуется аддитивный процесс на основе использования электропроводящей жидкости?
6. В чем заключаются особенности построения изделий путем баллистического осаждения частиц?
7. Что является достоинствами и недостатками технологии баллистического

осаждения частиц?

8. На каких принципах основано моделирование методом наплавления?
9. В каких практических областях применяются изделия, моделируемые методом наплавления?
10. На чем основано производство объектов наращиванием формы (ShapeDepositionManufacturing)?
11. В чем заключаются основные особенности процесса селективного лазерного спекания?
12. В чем заключаются особенности процесса трехмерной печати (3DP)?
13. Что является уникальной особенностью технологии трехмерной печати
14. Что собой представляет аддитивный процесс изготовления объектов с использованием ламинирования (LaminatedObjectManufacturing)?
15. В чем заключаются особенности процесса селективно-наращиваемого наслоения (SelectiveDepositionLamination)?
16. На чем основано построение объектов методом ультразвукового объединения (UltrasonicConsolidation)?
17. Что собой представляет технология ультразвукового аддитивного производства (UltrasonicAdditiveManufacturing)?
18. Какие принципы положены в основу автоматизированного производства ламинированных конструкционных материалов (ComputerAidedManufacturingofLaminatedEngineeringMaterials)?
19. Опишите процесс аддитивного производства, на основе применения расплавленного материала.
20. Опишите процесс аддитивного производства на основе применения твердых листовых материалов.
21. Опишите процесс аддитивного производства на основе применения металлов.
22. Перечислите гибридные системы, применяемые в аддитивном производстве.
23. Какова общая последовательность процесса аддитивного производства?
24. Укажите основные этапы аддитивного производства.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству – экзамен

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
отлично (5)	Студент глубоко и в полном объеме владеет программным материалом. Грамотно, исчерпывающе и логично его излагает в устной или письменной форме. При этом знает рекомендованную литературу, проявляет творческий подход в ответах на вопросы и правильно обосновывает принятые решения, хорошо владеет умениями и навыками при выполнении практических задач.
хорошо (4)	Студент знает программный материал, грамотно и по сути излагает его в устной или письменной форме, допуская незначительные неточности в утверждениях, трактовках, определениях и категориях или незначительное количество ошибок. При этом владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических задач.

удовлетворительно (3)	Студент знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно чёткие формулировки, непоследовательность в ответах, излагаемых в устной или письменной форме. При этом недостаточно владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. Допускает до 30% ошибок в излагаемых ответах.
неудовлетворительно (2)	Студент не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки в доказательствах, в трактовке понятий и категорий, проявляет низкую культуру знаний, не владеет основными умениями и навыками при выполнении практических задач. Студент отказывается от ответов на дополнительные вопросы

Лист изменений и дополнений

№ п/п	Виды дополнений и изменений	Дата и номер протокола заседания кафедры (кафедр), на котором были рассмотрены и одобрены изменения и дополнения	Подпись (с расшифровкой) заведующего кафедрой (заведующих кафедрами)