

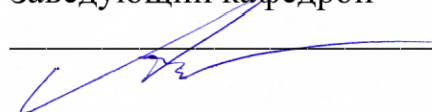
МИНОБРНАУКИ РОССИИ

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

Политехнический институт
Кафедра «Машиностроение и материаловедение»

Утверждено на заседании кафедры
«МиМ»
«30» января 2023 г., протокол № 6

Заведующий кафедрой

 А.В. Анцев

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
«Аддитивные технологии в машиностроении»

**основной профессиональной образовательной программы
высшего образования – программы бакалавриата**

по направлению подготовки
15.03.01 Машиностроение

с направленностью (профилем)
Цифровые технологии аддитивного и литейного производства

Форма обучения: очная, заочная

Идентификационный номер образовательной программы: 150301-05-23

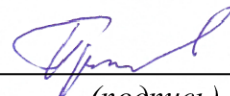
Тула 2023 год

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ
рабочей программы дисциплины (модуля)

Разработчик:

Протопопов Е.А., ст. преподаватель, к.т.н.

(ФИО, должность, ученая степень, ученое звание)



(подпись)

1 Цель и задачи освоения дисциплины (модуля)

Целью освоения дисциплины (модуля) является формирование у студентов способность решать профессиональные задачи с применением знаний, умений и навыков из области использования аддитивных технологий для производства новых изделий из металлов и сплавов.

Задачами освоения дисциплины (модуля) являются: изучение терминологии и классификации аддитивных технологий; особенностей применения аддитивных технологий в машиностроении; конструкции и правил эксплуатации оборудования для 3D-печати; применения материалов для 3D-печати; организации машиностроительного производства на основе аддитивных технологий.

2 Место дисциплины (модуля) в структуре основной профессиональной образовательной программы

Дисциплина (модуль) относится к обязательной части основной профессиональной образовательной программы.

Дисциплина (модуль) изучается в 5 и 6 семестрах.

3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы (формируемыми компетенциями) и индикаторами их достижения, установленными в общей характеристике основной профессиональной образовательной программы, приведён ниже.

В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен:

Знать:

- 1) свойства материалов, применяемых в машиностроении (код компетенции – ОПК-8, код индикатора – ОПК-8.1);
- 2) преимущества и недостатки аддитивных технологий по сравнению с традиционными методами формообразования сложных изделий машиностроения (код компетенции – ОПК-12, код индикатора – ОПК-12.1).

Уметь:

- 1) оценивать затраты на производство изделий машиностроения (код компетенции – ОПК-8, код индикатора – ОПК-8.2);
- 2) выбирать способ формообразования матрицы сложного изделия методами аддитивных технологий (код компетенции – ОПК-12, код индикатора – ОПК-12.2).

Владеть:

- 1) навыками анализа затрат на обеспечение деятельности производственных подразделений (код компетенции – ОПК-8, код индикатора – ОПК-8.3);
- 2) навыками определения технологических параметров нагрева и охлаждения обрабатываемого материала в процессе формообразования сложного изделия аддитивного производства (код компетенции – ОПК-12, код индикатора – ОПК-12.3).

Полные наименования компетенций и индикаторов их достижения представлены в общей характеристике основной профессиональной образовательной программы.

4 Объем и содержание дисциплины (модуля)

4.1 Объем дисциплины (модуля), объем контактной и самостоятельной работы обучающегося при освоении дисциплины (модуля), формы промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

Номер семестра	Формы промежуточной аттестации	Общий объем в зачетных единицах	Общий объем в академических часах	Объем контактной работы в академических часах						Объем самостоятельной работы в академических часах
				Лекционные занятия	Практические (семинарские) занятия	Лабораторные работы	Клинические практические занятия	Консультации	Промежуточная аттестация	
Очная форма обучения										
5	ДЗ	3	108	16	16	16	–	0	0,25	59,75
6	ЗЧ	2	72	16	16	0	–	0	0,1	39,9
Итого	–	5	180	32	32	16	–	0	0,35	99,65
Заочная форма обучения										
6	ДЗ	3	108	2	4	2	–	0	0,25	99,75
7	ЗЧ	2	72	2	6	0	–	0	0,1	63,9
Итого	–	5	180	4	10	2	–	0	0,35	163,65

Условные сокращения: Э – экзамен, ЗЧ – зачет, ДЗ – дифференцированный зачет (зачет с оценкой), КП – защита курсового проекта, КР – защита курсовой работы.

4.2 Содержание лекционных занятий

Очная форма обучения

№ п/п	Темы лекционных занятий
<i>5 семестр</i>	
1	Исторические предпосылки появления аддитивных технологий, терминология.
2	Классификация методов аддитивных технологий. Примеры применения
3	Особенности применения аддитивных технологий в машиностроении
4	Точность и качество поверхности при выращивании изделий
<i>6 семестр</i>	
5	Способы создания цифровой 3D-модели
6	Оборудование для 3D-печати
7	Классификация конструкционных и сырьевых материалов, применяемых в аддитивном производстве. Материалы для аддитивных машин для изготовления деталей из металла.
8	Аддитивные технологии и порошковая металлургия.

Заочная форма обучения

№ п/п	Темы лекционных занятий
<i>5 семестр</i>	
1	Установочная лекция
<i>6 семестр</i>	
2	Установочная лекция

4.3 Содержание практических (семинарских) занятий

Очная форма обучения

№ п/п	Темы практических (семинарских) занятий
<i>5 семестр</i>	
1	Векторы и тензоры
2	Вязкоупругие деформации
3	Изучение дефектов 3D-печати, возникающих при использовании термопластичных материалов
4	Характеристика и выбор материала для 3D-печати. Разработка технического предложения на выполнение опытно-конструкторской или научно-исследовательской работы
<i>6 семестр</i>	
5	Выбор параметров режимов аддитивной технологии наплавки с помощью программного обеспечения «MagSim»
6	Разработка управляющей программы для установки аддитивного производства
7	Составления технического задания на выполнение опытно-конструкторских или научно-исследовательских работ
8	Разработка рабочей документации для 3D-печати. Подготовка 3D-модели для печати

Заочная форма обучения

№ п/п	Темы практических (семинарских) занятий
<i>5 семестр</i>	
1	Изучение дефектов 3D-печати, возникающих при использовании термопластичных материалов
<i>6 семестр</i>	
2	Выбор параметров режимов аддитивной технологии наплавки с помощью программного обеспечения «MagSim»
3	Разработка управляющей программы для установки аддитивного производства

4.4 Содержание лабораторных работ

Очная форма обучения

№ п/п	Наименования лабораторных работ
<i>5 семестр</i>	
1	Проектирование технологических процессов изготовления деталей на основе технологий аддитивного производства
2	Технологии быстрого прототипирования

№ п/п	Наименования лабораторных работ
3	Изучение конструктивных особенностей, технологических возможностей и принципа работы установки аддитивного производства
4	Создание электронной модели изделия

Заочная форма обучения

№ п/п	Наименования лабораторных работ
<i>5 семестр</i>	
1	Технологии быстрого прототипирования

4.5 Содержание клинических практических занятий

Занятия указанного типа не предусмотрены основной профессиональной образовательной программой.

4.6 Содержание самостоятельной работы обучающегося

Очная форма обучения

№ п/п	Виды и формы самостоятельной работы
<i>5 семестр</i>	
1	Подготовка к лабораторным работам
2	Подготовка к практическим (семинарским) занятиям
3	Самостоятельное изучение тем:
	Машины и оборудование для выращивания металлических изделий. Аддитивные технологии и быстрое прототипирование.
4	Подготовка к промежуточной аттестации и ее прохождение
<i>6 семестр</i>	
1	Подготовка к практическим (семинарским) занятиям
2	Самостоятельное изучение тем:
	Аддитивные технологии в литейном производстве. Компьютерная томография для измерений и неразрушающего контроля литых и металлопорошковых изделий.
3	Подготовка к промежуточной аттестации и ее прохождение

Заочная форма обучения

№ п/п	Виды и формы самостоятельной работы
<i>5 семестр</i>	
1	Выполнение контрольно-курсовой работы
2	Подготовка к лабораторным работам
3	Подготовка к практическим (семинарским) занятиям
4	Самостоятельное изучение тем:
	Машины и оборудование для выращивания металлических изделий. Аддитивные технологии и быстрое прототипирование.
5	Подготовка к промежуточной аттестации и ее прохождение
<i>6 семестр</i>	
1	Выполнение контрольно-курсовой работы
2	Подготовка к практическим (семинарским) занятиям
3	Самостоятельное изучение тем:

№ п/п	Виды и формы самостоятельной работы
	Аддитивные технологии в литейном производстве. Компьютерная томография для измерений и неразрушающего контроля литых и металлопорошковых изделий.
4	Подготовка к промежуточной аттестации и ее прохождение

5 Система формирования оценки результатов обучения по дисциплине (модулю) в рамках текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося

Очная форма обучения

Мероприятия текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося			Максимальное количество баллов
5 семестр			
Текущий контроль успеваемости	Первый рубежный контроль	Оцениваемая учебная деятельность обучающегося:	
		Посещение лекционных занятий	5
		Работа на практических (семинарских) занятиях	5
		Выполнение лабораторной работы № 1	5
		Выполнение лабораторной работы № 2	5
		Контрольные мероприятия	10
		Итого	30
	Второй рубежный контроль	Оцениваемая учебная деятельность обучающегося:	
		Посещение лекционных занятий	5
		Работа на практических (семинарских) занятиях	5
		Выполнение лабораторной работы № 3	5
		Выполнение лабораторной работы № 4	5
		Контрольные мероприятия	10
		Итого	30
Промежуточная аттестация	Дифференцированный зачет		40 (100*)
6 семестр			
Текущий контроль успеваемости	Первый рубежный контроль	Оцениваемая учебная деятельность обучающегося:	
		Посещение лекционных занятий	5
		Работа на практических (семинарских) занятиях	15
		Контрольные мероприятия	10
		Итого	30
	Второй рубежный контроль	Оцениваемая учебная деятельность обучающегося:	
		Посещение лекционных занятий	5
		Работа на практических (семинарских) занятиях	15
		Подготовка реферата	10
		Итого	30

Мероприятия текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося		Максимальное количество баллов
Промежуточная аттестация	Зачет	40 (100*)

* В случае отказа обучающегося от результатов текущего контроля успеваемости

Заочная форма обучения

Мероприятия текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося		Максимальное количество баллов
<i>5 семестр</i>		
Текущий контроль успеваемости	Оцениваемая учебная деятельность обучающегося:	
	Посещение лекционных занятий	10
	Работа на практических (семинарских) занятиях	15
	Выполнение лабораторной работы № 1	15
	Выполнение контрольно-курсовой работы	20
	Итого	60
Промежуточная аттестация	Дифференцированный зачет	40 (100*)
<i>6 семестр</i>		
Текущий контроль успеваемости	Оцениваемая учебная деятельность обучающегося:	
	Посещение лекционных занятий	20
	Работа на практических (семинарских) занятиях	20
	Выполнение контрольно-курсовой работы	20
	Итого	60
Промежуточная аттестация	Зачет	40 (100*)

* В случае отказа обучающегося от результатов текущего контроля успеваемости

Шкала соответствия оценок в стобалльной и академической системах оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)

Система оценивания результатов обучения	Оценки			
Стобалльная система оценивания	0 – 39	40 – 60	61 – 80	81 – 100
Академическая система оценивания (экзамен, дифференцированный зачет, защита курсового проекта, защита курсовой работы)	Неудовлетворительно	Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Академическая система оценивания (зачет)	Не зачтено	Зачтено		

6 Описание материально-технической базы (включая оборудование и технические средства обучения), необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю) требуется аудитория, оборудованная доской для написания мелом, оснащенная компьютером, осна-

ценная видеопроектором, настенным экраном, ноутбуком, а также специализированным оборудованием.

7 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

7.1 Основная литература

1. Кравченко Е.Г. Аддитивные технологии в машиностроении : учебное пособие / Кравченко Е.Г., Верецагина А.С., Верецагин В.Ю.. — Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2021. — 139 с. — ISBN 978-5-4497-1012-3. — Текст : электронный // IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/105704.html>. — Режим доступа: для авторизир. пользователей. - DOI: <https://doi.org/10.23682/105704>.

2. Материалы и аддитивные технологии. Современные материалы для аддитивных технологий : учебное пособие / А.А. Попович [и др.]. — Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, 2021. — 204 с. — ISBN 978-5-7422-7090-4. — Текст : электронный // IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/116134.html>. — Режим доступа: для авторизир. пользователей.

7.2 Дополнительная литература

1. Антонова В.С. Новейшие достижения аддитивных технологий : учебное пособие / Антонова В.С., Осовская И.И.. — Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна, 2019. — 60 с. — Текст : электронный // IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/102536.html>. — Режим доступа: для авторизир. пользователей. - DOI: <https://doi.org/10.23682/102536>.

2. Лазерные аддитивные технологии в машиностроении : учебное пособие / А.Г. Григорьянц [и др.]. — Москва : Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2018. — 280 с. — ISBN 978-5-7038-4976-7. — Текст : электронный // IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/110757.html>. — Режим доступа: для авторизир. пользователей.

3. Наплавка деталей металлургического оборудования : учебное пособие / Ю.А. Харламов [и др.]. — Липецк : Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2022. — 198 с. — ISBN 978-5-00175-084-0. — Текст : электронный // IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/123530.html>. — Режим доступа: для авторизир. пользователей.

4. Кулик, В. И. Аддитивные технологии в производстве изделий авиационной и ракетно-космической техники [Электронный ресурс] : учебное пособие / Кулик В. И., Нилов А. С. Санкт-Петербург : БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова, 2018. 160 с.

5. Технологии, материалы и оборудование аддитивных производств / Преображенская Е. В., Боровик Т. Н., Баранова Н. С. Ч. 1: Технологии, материалы и оборудование аддитивных производств. Часть 1 : Учебное пособие. Ч. 1 / Преображенская Е. В., Боровик Т. Н., Баранова Н. С. Москва : РТУ МИРЭА, 2021. 173 с. ISBN 978-5-7339-1397-1.

6. Технологии, материалы и оборудование аддитивных производств / Преображенская Е. В., Зуев В. В., Мышечкин А. А. Ч. 2: Технологии, материалы и оборудование аддитивных производств. Часть 2 : Учебное пособие. Ч. 2 / Преображенская Е. В., Зуев В. В., Мышечкин А. А. Москва : РТУ МИРЭА, 2021. 164 с. ISBN 978-5-7339-1398-8.

7. Технологии аддитивного производства: научный журнал. – Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.

8. Сварочное производство : научно-технический и производственный журнал — М.: Машиностроение— ISSN 0491-6441.

9. Сварка и диагностика : журнал для сварщиков, организаторов и руководителей сварочного производства / Нац.ассоциация контроля и сварки .— М.: ООО «НАКС Медиа» — ISSN 2071-5234.

10. Заготовительные производства в машиностроении : кузнечно-штамповочное, литейное и другие производства : ежемесячный научно-технический журнал : журнал / Академия Проблем Качества Российской Федерации — М. : Машиностроение, — ISSN 1684-1107.

8 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

1. <https://tsutula.bibliotech.ru> – электронный читальный зал "БИБЛИОТЕХ": учебники авторов ТулГУ по всем дисциплинам.

2. <http://www.iprbookshop.ru> – ЭБС IPRBooks универсальная базовая коллекция изданий.

3. <http://biblio-online.ru> – ЭБС Biblio-online.ru (ЭБС Издательства «Юрайт»).

4. <http://elibrary.ru> – НЭБ eLibrary – библиотека электронной периодики.

5. <http://cyberleninka.ru> – НЭБ КиберЛенинка научная электронная библиотека открытого доступа.

6. <http://window.edu.ru> – единое окно доступа к образовательным ресурсам: портал.

7. <http://gostexpert.ru> – Гост Эксперт. Единая база ГОСТов РФ.

8. <http://www.tehlit.ru> – ТехЛит.ру. Техническая литература.

9. <http://www2.viniti.ru> – Реферативный журнал ВИНТИ в электронной форме.

10. <http://www.ndt.ru> – Сервер неразрушающего контроля в России.

9 Перечень информационных технологий, необходимых для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

9.1 Перечень необходимого ежегодно обновляемого лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства

1. Пакет офисных приложений «МойОфис».

2. Проигрыватель Windows Media.

3. САПР КОМПАС-3D.

9.2 Перечень необходимых современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы не требуются.