

**Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
"Ивановский государственный политехнический университет"**

УТВЕРЖДАЮ

Директор института _____

_____ 2026 г.

Лазерные и аддитивные технологии в машиностроении

рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой	МиРЭ (Мехатроники и радиоэлектроники)		
Учебный план	23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства		
Специализация	Подъемно-транспортные, строительные, дорожные средства и оборудование		
Квалификация	инженер		
Форма обучения	очная		
Общая трудоемкость	2 ЗЕТ		
Часов по учебному плану	64	Виды контроля в семестрах: зачет, 9 семестр	
в том числе:			
аудиторные занятия	30		
самостоятельная работа	34		

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр	9		Итого	
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	16	16	16	16
Лабораторные	14	14	14	14
Итого ауд.	30	30	30	30
Контактная работа	30	30	30	30
Сам. работа	34	34	34	34
Часы на контроль				
Итого	64	64	64	64

Программу составил(и):

Пирогов Д.А., доцент, _____

Рецензент(ы):

Тувин А.А., профессор, _____

Рабочая программа дисциплины

Лазерные и аддитивные технологии в машиностроении

Разработана в соответствии с ФГОС ВО

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - специалитет по специальности 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства. Утвержден приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 11 августа 2020 г. N 935

составлена на основании учебного плана

23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства

утвержденного ученым советом вуза от 26.03.2026 протокол №6

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

МиРЭ (Мехатроники и радиоэлектроники)

Зав. кафедрой Р.Р. Алёшин _____

Согласовано

Зав. выпускающей кафедрой МиРЭ Алёшин Р.Р. _____

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Цели:	формирование у обучающихся комплекса знаний и практических навыков, необходимых для эффективного использования перспективных технологий современного аддитивного производства при разработке механических компонентов мехатронных и робототехнических систем в рамках решения проектных задач профессиональной деятельности.
Задачи:	☐ ознакомление с теоретическими основами аддитивного производства и историей развития существующих аддитивных технологий, достоинствами и недостатками аддитивных технологий в сравнении с традиционными методами формообразования изделий, областями применения аддитивных технологий в современной технике; ☐ изучение особенностей реализации наиболее распространенных технологических процессов аддитивного производства; базовых принципов работы технологического оборудования аддитивного производства, функциональных возможностей программно-математического обеспечения аддитивного производства, основных этапов аддитивного производства механических компонентов мехатронных и робототехнических систем; ☐ освоение конкретной технологии аддитивного производства (FDM) применительно к решению проектных задач профессиональной деятельности, и соответствующего программного обеспечения этой технологии; ☐ приобретение навыков аддитивного производства механических компонентов мехатронных и робототехнических систем с использованием высокотехнологичного оборудования и различного программного обеспечения аддитивных технологических процессов.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Цикл (раздел) ОП:	Б1.В.05
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:
	Для изучения дисциплины студент должен обладать базовыми знаниями, умениями и навыками, полученными при изучении учебных дисциплин Цифровые технологии и искусственный интеллект, Математика, Физика, Химия, Материаловедение, Раз дел 1. Системы автоматизированного проектирования.
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:
	Эксплуатационные материалы; и может иметь связь с базовым разделом выпускной квалификационной работы.

3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ИНДИКАТОРЫ ИХ ДОСТИЖЕНИЯ

ПК-4:Способен осуществлять разработку предложений по совершенствованию машиностроительного производства наземных транспортно-технологических средств, их технологического оборудования и комплексов на их базе	
ПК-4.1.	Оценка эффективности процесса изготовления и ремонта продукции машиностроения
ПК-4.2.	Формирование предложений по управлению качеством машиностроительной продукции
ПК-4.3.	Формирование предложений по оптимизации производственных процессов изготовления продукции машиностроения
ПК-4.4.	Консультирование сотрудников организации по инжинирингу машиностроительных производств
ПК-5:Способен конструировать производственные процессы и рабочие операции при изготовлении, модернизации и ремонте наземных транспортно-технологических средств и их технологического оборудования	
ПК-5.1.	Разработка предложений по оптимизации производственного процесса и операций
ПК-5.2.	Анализ технологических операций на соответствие требованиям технологической документации
ПК-5.3.	Подготовка предложений по совершенствованию организации процесса производства продукта
В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен:	
Знать:	- методики аддитивного производства, применяемые для проведения научно-исследовательских и опытноконструкторских работ в области проектирования и эксплуатации мехатронных систем; - функциональные возможности современных автоматизированных систем поддержки аддитивного производства механических компонентов мехатронных систем; - назначение и область применения существующих типов аддитивных установок и используемые в них материалы;
Уметь:	- обрабатывать научно-техническую информацию, связанную с аддитивным производством механических компонентов мехатронных и робототехнических систем; - выполнять технологическую подготовку аддитивного производства на основе моделирования отдельных элементов мехатронных систем с использованием современных автоматизированных систем; - проводить выбор материалов и аддитивных технологий изготовления изделий в зависимости от требований к выпускаемым изделиям с учетом экономической и ресурсоэффективной составляющей;
Владеть:	- навыками проектирования механических компонентов мехатронных и робототехнических систем с использованием современных аддитивных технологий; - методами сопровождение жизненного цикла и реновации наземных транспортно-технологических средств и их технологического оборудования; - навыками применения современных автоматизированных систем для построения моделей компонентов мехатронных систем, адаптированных для их аддитивного производства; - навыками разработки 3D моделей изделий, разделения их на слои, создания G кода;

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)			
Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Примечание
Раздел 1. Основы аддитивных технологий (АТ). Тема 1. Введение. Определение. Правило «Слой за слоем». Тема 2. О быстром прототипировании. Куда движется рынок АТ. Тема 3. Классификация аддитивных технологий. Преимущества и недостатки АТ. Применение АТ. Тема 4. АТ для визуальных макетов и индивидуального производства. Тема 5. Применение АТ на конкретных примерах. Тема 6. Другие примеры и нестандартные материалы. Мифы об АТ.			
/Лек/	9	4	
/СР/	9	10	
Раздел 2. Fused deposition modeling (FDM) Тема 1. Экструзионная технология печати (FDM). Ограничения FDM-технологии. Тема 2. Точность печати. Гладкость (шероховатость). Тема 3. Необходимость в поддержках и сложность их удаления. Тема 4. Расслаивание (деломинация) и усадка. Минимальная толщина стенки. Тема 5. Слайсеры.			
/Лек/	9	2	
/Лаб/	9	4	
/СР/	9	4	
Раздел 3. Методы, технологии и материалы аддитивного производства. Тема 1. «Твердые» аддитивные технологии. Тема 2. «Жидкие» аддитивные технологии Тема 3. «Порошковые» аддитивные технологии Тема 4. Гибридные технологии. Тема 5. Конструкционные материалы, применяемые в аддитивных технологиях; Тема 6. Влияние аддитивных технологий в промышленности. Тема 7. Аддитивные технологии в мире.			
/Лек/	9	4	
/Лаб/	9	4	
/СР/	9	8	
Раздел 4. Подготовка к печати и постобработка. Тема 1. CAD&CAM системы. STL-формат. G-Code.Софт. Тема 2. Постобработка.			
/Лек/	9	2	
/Лаб/	9	4	
/СР/	9	8	
Раздел 5. Оборудование аддитивного производства Тема 1. Машины Bed Deposition Тема 2. Машины Direct Deposition Тема 3. SLA принтер своими руками, принтеры личного пользования.			
/Лек/	9	4	
/Лаб/	9	2	
/СР/	9	4	
/За/	9	0	

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
В рамках внутренней системы оценки качества подготовки для текущего контроля и промежуточной аттестации в университете применяется балльно-рейтинговая система оценки знаний обучающихся (очной формы обучения). Учебный процесс при преподавании курса основывается на использовании традиционных, инновационных и информационных образовательных технологий. Использование традиционных технологий обеспечивает ориентирование обучающегося в потоке информации, связанной с различными подходами к определению сущности, содержания, методов, форм развития и саморазвития личности; самоопределение в выборе оптимального пути и способов личностно-профессионального развития; обогащению обучающихся знаниями, навыками и умениями; систематизацию знаний, полученных обучающимися в процессе аудиторной и самостоятельной работы. При реализации образовательной программы в университете применяются электронное обучение и дистанционные образовательные технологии. Для проведения аудиторной и внеаудиторной контактной работы используются технологии видеоконференцсвязи. Для проведения всех видов занятий используется электронная информационно-образовательная среда вуза. При изучении дисциплины «Лазерные и аддитивные технологии в машиностроении» предусмотрены лекции и практические занятия. При чтении лекций, в том числе, используется объяснительно-иллюстративный метод изложения информации, презентации и тд. При проведении практических занятий используются активные и интерактивные методы обучения, занятия проводятся в диалоговой форме, используется демократический стиль взаимодействия преподавателя

и студентов. Обязательным элементом обучения является активная работа на семинарских занятиях, авторские доклады*электронные презентации, имеющие творческо-исследовательскую направленность.

Обучающимся предоставляется выбор индивидуальных заданий их тематики и характера выполнения:

- Информационный (сообщения с презентацией по избранной из заданного списка теме).
- Аналитико-исследовательские проекты (сопоставительный или проблемный анализ по избранной из заданного списка теме).

Обязательным элементом практических занятий является работа с наглядными пособиями и раздаточными материалами.

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА

Для стимулирования систематической аудиторной и самостоятельной работы обучающихся в течение семестра и получения объективной итоговой оценки при оценивании результатов освоения дисциплины (текущей и промежуточной аттестации) применяется балльно-рейтинговая система, в которой для каждого вида работ (посещаемость занятий, готовность к занятию, работа на занятии, выполнение индивидуальных работ) в течение семестра назначается количество баллов, в которое оценивается их отличное, хорошее и удовлетворительное выполнение. В качестве оценочных средств на протяжении семестра используются: контрольная работа, реферат и зачет. В течение семестра студенты должны заработать от 20 до 50 баллов, за итоговое испытание (зачет) – от 1 до 50 баллов. Рейтинговые баллы, полученные в семестре и на зачете, складываются и определяют итоговую оценку: от 51 до 100 баллов – «зачтено», менее 51 балла – «не зачтено».

Перечень примерных вопросов к зачету

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. Перечислите общие этапы процессов аддитивного производства.
6. Укажите особенности подготовки трехмерных моделей для аддитивного производства.
7. Перечислите основные параметры, влияющие на представление трехмерной модели в «STL» - формате.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

7.1. Рекомендуемая литература

7.1.1 Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие, назначение, ссылка	Издательство, год
Л1.1	Кравченко Е.Г., Верещагина А.С., Верещагин В.Ю.	Аддитивные технологии в машиностроении : учебное пособие. - 140 с.,	Комсомольск-на-Амуре : КНАГУ, 2018,
Л1.2	Каменев С.В.	Технологии аддитивного производства : учебное пособие - 144 с.,	Оренбург : ОГУ, 2017,
Л1.3	Тарасова Т.В.	Аддитивное производство : учебное пособие. – 196 с.,	Москва : ИНФРА-М, 2021,
Л1.4	Сычев М.М.	Аддитивные технологии : учебное пособие. - 35 с. ,	Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра теоретических основ материаловедения. - Санкт-Петербург, 2018,

7.1.2 Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие, назначение, ссылка	Издательство, год
Л2.1	Горунов А.И.	Аддитивные технологии и материалы : учебное пособие. – 56 с.,	Казань : КНИТУ-КАИ, 2019,
Л2.2	Валетов В.А.	Аддитивные технологии (состояние и перспективы) : Учебное пособие. – 63 с.,	СПб. : Университет ИТМО, 2015,
Л2.3	Грибовский А. А., Щеколдин А.И.	Аддитивные технологии и быстрое производство в приборостроении : учебное пособие.– 48 с.,	СПб. : Университет ИТМО, 2018,
Л2.4	Антонова В.С., Осовская И.И.	Аддитивные технологии : учебное пособие. - 30 с. ,	ВШТЭ СПбГУПТД. СПб., 2017,

7.2. Электронные учебные издания и электронные образовательные ресурсы

E-learning Портал электронного образования ИВГПУ: <https://moodle.ivgpu.ru/>

7.3. Информационное обеспечение дисциплины

7.3.1 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства

	Microsoft Windows, Microsoft Office; Программные продукты: КОМПАС-3DV15, Solid-Works, APMWinmachine, T-FLEX, с демонстрационными и академическими лицензиями; Свободно распространяемое ПО: система электронного обучения Moodle, Yandex, GoogleChrome, Opera, SMath Studio.
--	--

7.3.2 Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

- 7.3.2.1 ЭБС "Университетская Библиотека Онлайн", <https://biblioclub.ru>

7.3.2.2	Электронная библиотека ИВГПУ, https://lib.ivgpu.ru/
7.3.2.3	ЭБС издательства "Лань", https://e.lanbook.com/

8. МТО (ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ОБУЧЕНИЯ)

Кафедра «Мехатроники и радиоэлектроники» располагает материально-технической базой, обеспечивающей проведение всех видов учебных занятий, предусмотренных программой специалитета по направлению подготовки:

- аудитория для проведения занятий, предусматривающих использование компьютерной техники с возможностью выхода в "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета;
- лаборатория механики, лаборатория ТММ, лаборатория метрологии, лаборатория сопротивления материалов;
- библиотека технической документации по оборудованию прядильного, ткацкого и швейного производств;
- аудитория для самостоятельной работы обучающихся оснащенная компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета;
- мультимедийная техника.

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Лекции являются одним из важнейших этапов изучения дисциплины и систематизации знаний. Они используются при подготовке к зачету, практическим занятиям, выполнении домашних контрольных работ.

Практические занятия по дисциплине требуют предварительного знакомства с теоретическим материалом и проводятся в целях закрепления курса и охватывают все основные разделы. На занятие необходимо иметь лекционный теоретический материал, справочные материалы, канцелярские принадлежности и калькулятор.

Учебным планом по дисциплине предусмотрена самостоятельная внеаудиторная работа обучающихся. Применительно к читаемому лекционному курсу она заключается в повторении и более глубоком изучении освещаемых на лекциях проблем и вопросов. Однако одних конспектов лекций будет недостаточно ни для развития определенных умений и навыков, ни для работы на практических занятиях, ни для успешной сдачи зачета. Кроме того, курс содержит ряд разделов, не рассматриваемых на аудиторных занятиях и рассчитанных на самостоятельное освоение. Поэтому при подготовке необходимо, активно использовать как основную учебную, так и дополнительную литературу, предлагаемую преподавателем. Применительно к практическим занятиям самостоятельная работа состоит в изучении теоретического материала курса и подготовке к практическим занятиям. В данном случае основными способами самоподготовки студентов также являются: работа с учебником и учебными пособиями, словарями, справочниками, электронными источниками, изучение и конспектирование научных (монографий, статей, сообщений).

Обучающийся, пропустивший занятия, обязан в указанные преподавателем сроки ликвидировать текущие задолженности. Предлагаются следующие формы отработки пропущенных занятий: написание реферата, решение тестовых заданий, составление конспекта, индивидуальная беседа с преподавателем. Форме отработки назначается преподавателем в зависимости от объема и сложности темы пропущенного занятия.

10. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ООП ВО ДЛЯ ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ И ИНВАЛИДОВ

Преподавание дисциплины должно учитывать особенности познавательной деятельности и личностной особенности обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) и инвалидов (по возможности на лекциях, семинарах, лабораторных работах и т.д.). Учет особенностей обучающихся с инвалидностью в полной мере проявляется на предусмотренных для таких обучающихся индивидуальных консультациях по дисциплине.

Необходимо во время преподавания в общей группе учитывать реальные возможности лиц с ОВЗ и инвалидов. Коррекция методики преподавания для данной группы лиц возможна на индивидуальных занятиях. Преподаватель должен учитывать физиологические особенности обучаемого и разработать рекомендации и приемы выполнения поставленной задачи индивидуально. Возможен подбор индивидуального задания с коррекцией уровня сложности выполняемого задания.

Специальные условия для получения образования обучающимися с ограниченными возможностями здоровья условия обучения, воспитания и развития таких обучающихся, включающие в себя использование специальных образовательных программ и методов обучения и воспитания, специальных учебников, учебных пособий и дидактических материалов, специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования, предоставление услуг ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь, проведение групповых и индивидуальных коррекционных занятий, обеспечение доступа в здания организаций, осуществляющих образовательную деятельность, и другие условия, без которых невозможно или затруднено освоение образовательных программ обучающимися с ограниченными возможностями здоровья.

При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья электронное обучение и дистанционные образовательные технологии должны предусматривать возможность приема-передачи информации в доступных для них формах.

Необходимо учитывать тот факт, что обучающиеся не всегда имеют физическую возможность посещать занятия. Поэтому целесообразно разрабатывать дистанционную информационную поддержку процесса обучения. Таким средством могут являться обучающие компьютерные фильмы по данной дисциплине, презентации, которые обучающийся может просматривать дома в комфортной среде и без лимита времени.

Обучающиеся из числа лиц с ОВЗ и инвалидов обеспечиваются печатными и (или) электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

При проведении занятий в компьютерных лабораториях целесообразно использовать проектор для наиболее удобного размещения обучающегося с ОВЗ при изложении материала занятия.