

**МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ**  
**УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**  
**«РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»**  
**(РУТ (МИИТ))**



Рабочая программа дисциплины (модуля),  
как компонент образовательной программы  
специализированного высшего образования  
по направлению подготовки  
23.04.02 Наземные транспортно-технологические  
комплексы,  
утвержденной первым проректором РУТ (МИИТ)  
Тимониным В.С.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**Аддитивные технологии получения деталей транспортно-  
технологических комплексов**

Направление подготовки: 23.04.02 Наземные транспортно-  
технологические комплексы

Направленность (профиль): Сервис транспортно-технологических  
комплексов

Форма обучения: Очно-заочная

Рабочая программа дисциплины (модуля) в виде  
электронного документа выгружена из единой  
корпоративной информационной системы управления  
университетом и соответствует оригиналу

Простая электронная подпись, выданная РУТ (МИИТ)  
ID подписи: 87771  
Подписал: заведующий кафедрой Куликов Михаил Юрьевич  
Дата: 01.06.2026

## 1. Общие сведения о дисциплине (модуле).

Целью дисциплины формирование у магистров знаний, умений и навыков в области организации производственного процесса с применением аддитивных технологий и производство конкурентоспособной машиностроительной продукции.

Задачи дисциплины:

- изучение достижений науки и техники в области аддитивных технологий производства и ремонта транспортно-технологических машин, моделирования технологических процессов, технологической подготовки производства;
- освоение прогрессивных приемов и эффективных методов производства и ремонта подвижного состава на основе аддитивных технологий

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю).

Перечень формируемых результатов освоения образовательной программы (компетенций) в результате обучения по дисциплине (модулю):

**ПК-4** - Способен к разработке технологических процессов, выбору материалов и оборудования при ремонте и техническом обслуживании подвижного состава.

Обучение по дисциплине (модулю) предполагает, что по его результатам обучающийся будет:

### **Знать:**

- основные принципы формирования методами аддитивных технологий;
- условия работы и динамику эксплуатации наземных транспортно-технологических машин и технологического оборудования.

### **Уметь:**

- проводить анализ целесообразности применения аддитивных технологий
- проводить проверку средств измерений, применяемых при анализе поверхностных свойств деталей и инструментов.

### **Владеть:**

- навыками применения аддитивных технологий при производстве конкурентоспособной машиностроительной продукции;

- навыками применения средств измерения поверхностных свойств и их проверки при производстве (инженерии поверхностей) и эксплуатации наземных транспортно-технологических машин и технологического оборудования.

### 3. Объем дисциплины (модуля).

#### 3.1. Общая трудоемкость дисциплины (модуля).

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 8 з.е. (288 академических часа(ов)).

3.2. Объем дисциплины (модуля) в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении учебных занятий:

Тип учебных занятий	Количество часов		
	Всего	Семестр	
		№3	№4
Контактная работа при проведении учебных занятий (всего):	96	32	64
В том числе:			
Занятия лекционного типа	32	16	16
Занятия семинарского типа	64	16	48

3.3. Объем дисциплины (модуля) в форме самостоятельной работы обучающихся, а также в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении промежуточной аттестации составляет 192 академических часа (ов).

3.4. При обучении по индивидуальному учебному плану, в том числе при ускоренном обучении, объем дисциплины (модуля) может быть реализован полностью в форме самостоятельной работы обучающихся, а также в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении промежуточной аттестации.

### 4. Содержание дисциплины (модуля).

#### 4.1. Занятия лекционного типа.

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
1	<p>Лекция 1 «Основные понятия об аддитивных технологиях»</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Основные особенности аддитивных технологий;</li> <li>- Основные преимущества аддитивных технологий по сравнению с традиционными технологиями формообразования;</li> <li>- Что такое поддерживающие конструкции и их применения.</li> </ul>
2	<p>Лекция 2 «Классификация аддитивных технологий»</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Классификация технологий по принципу отверждения основного материала;</li> <li>- Классификация технологий по исходному агрегатному состоянию применяемого материала.</li> </ul>
3	<p>Лекция 3 «Основные принципы технологии избирательного лазерного спекание (SLS - Selective Laser Sintering)»</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Принципы работы технологии SLS;</li> <li>- Основные плюсы и минусы технологии SLS;</li> <li>- Применение технологии SLS.</li> </ul>
4	<p>Лекция 4 «Основные принципы технологии прямого нанесения металла (DMD - Direct Metal Deposition)»</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Принципы работы технологии DMD;</li> <li>- Основные плюсы и минусы технологии DMD;</li> <li>- Применение технологии DMD.</li> </ul>
5	<p>Лекция 5 «Основные принципы технологии моделирования оплавлением (FDM - Fused Deposition Modeling)»</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Принципы работы технологии FDM;</li> <li>- Основные плюсы и минусы технологии FDM;</li> <li>- Применение технологии FDM.</li> </ul>
6	<p>Лекция 6 «Основные принципы технологии многоструйного воспроизведения (MJM - Multi Jet Modeling)»</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Принципы работы технологии MJM;</li> <li>- Основные плюсы и минусы технологии MJM;</li> <li>- Применение технологии MJM.</li> </ul>
7	<p>Лекция 7 «Основные принципы технологии лазерной стереолитографии (SLA - Stereo Lithographics Apparatus)»</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Принципы работы технологии SLA;</li> <li>- Основные плюсы и минусы технологии SLA;</li> <li>- Применение технологии SLA.</li> </ul>
8	<p>Лекция 8 «Основные принципы технологии трехмерной наплавки (3DW - Three Dimensional Welding)»</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Принципы работы технологии 3DW;</li> <li>- Основные плюсы и минусы технологии 3DW;</li> <li>- Применение технологии 3DW.</li> </ul>

#### 4.2. Занятия семинарского типа.

## Практические занятия

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
1	<p>Практическая работа 1. Разработка параметрической 3D-модели по индивидуальному заданию.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- изучение САД-системы;</li> <li>- основные методы параметрического проектирования.</li> </ul>
2	<p>Практическая работа 2. Разработка параметрической 3D-модели по индивидуальному заданию.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- построение габаритной модели.</li> </ul>
3	<p>Практическая работа 3. Создание контрольных карт измерения.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- выбор базовых поверхностей для измерения;</li> <li>- построение контрольных карт измерений;</li> <li>- выбор мерительного инструмента.</li> </ul>
4	<p>Практическая работа 4. Подготовка 3D-модели к печати.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- понятие триангуляции;</li> <li>- метод компиляции.</li> </ul>
5	<p>Практическая работа 5. Подготовка 3D-модели к печати.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- расстановка поддерживающих конструкций;</li> <li>- выбор режимов печати;</li> <li>- нарезка 3D-модели на слои.</li> <li>- компиляция в G-код.</li> </ul>
6	<p>Практическая работа 6. Подготовка 3D-принтера к печати.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- изучение основных узлов принтера;</li> <li>- изучение системы управления принтера;</li> <li>- заправка материала перед печатью.</li> </ul>
7	<p>Практическая работа 7. Печать на 3D-принтере</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- настройка режимов печати;</li> <li>- печать изделия на 3D-принтере.</li> </ul>
8	<p>Практическая работа 8. Изучение методов контроля свойств поверхностных слоев деталей полученных методами аддитивных технологий.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- измерение шероховатости поверхности;</li> <li>- контроль качества.</li> </ul>
9	<p>Практическая работа 9. Основные положения при выборе метода получения и материала детали.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные понятия об аддитивных технологиях;</li> <li>- основные методы формообразования методами аддитивных технологий;</li> <li>- материалы применяемые в аддитивных технологиях.</li> </ul>
10	<p>Практическая работа 10. Проектирование трехмерной модели для изготовления методами аддитивных технологий.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p>

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
	- что такое параметрическая модель; - что такое триангуляция и ее применение в аддитивных технологиях; - проектирование модели.
11	Практическая работа 11. Нарезка параметрической модели при помощи слайсера CURA Рассматриваемые вопросы: - основы работы слайсера CURA; - основные настраиваемые параметры печати.
12	Практическая работа 12. Расчет режимов наплавки при изготовлении деталей методами технологии FDM. Рассматриваемые вопросы: - основы технологии FDM; - расчет режимов наплавки.
13	Практическая работа 13 Анализ влияния параметров печати на качество поверхностного слоя. Рассматриваемые вопросы: - понятие качество поверхностного слоя; - влияние скорости и толщины слоя на качество.
14	Практическая работа 14. Изучение основ растановки поддержек. Рассматриваемые вопросы: - изучение видов поддержек; - анализ модели на предмет появления во время печати прогибов и появление провисание модели; - добавление и удаление поддержек в параметрической модели.
15	Практическая работа 15. Изучение типовых дефектов при 3D-печати изделий Рассматриваемые вопросы: - изучение понятия дефекта бочкообразности; - изучение понятия дефекта седлообразности; - изучения понятий пор и газовых раковин.
16	Практическая работа 16. Измерение шероховатости поверхности напечатанных изделий. Рассматриваемые вопросы: - изучение видов мерительного инструмента; - изучение понятия шероховатости; - методика проведения измерений.

#### 4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

№ п/п	Вид самостоятельной работы
1	Самостоятельная подготовка к лабораторным работам. Работа с пособиями (1-5)
2	Выполнение курсовой работы.
3	Подготовка к промежуточной аттестации.
4	Подготовка к текущему контролю.

#### 4.4. Примерный перечень тем курсовых работ

1. Создание технологического процесса изготовления детали типа корпус с применением технологии лазерной стереолитографии (SLA - Stereo Lithographics Apparatus).

2. Создание технологического процесса изготовления детали типа корпус с применением технологии избирательного лазерного спекание (SLS - Selective Laser Sintering).

3. Создание технологического процесса изготовления детали типа корпус с применением технологии трехмерной наплавки (3DW - Three Dimensional Welding).

4. Создание технологического процесса изготовления детали типа корпус с применением технологии изготовление с использованием баллистики частиц (BPM - Ballistic Particle Manufacturing).

5. Создание технологического процесса изготовления детали типа корпус с применением технологии прямого нанесения металла (DMD - Direct Metal Deposition).

6. Создание технологического процесса изготовления детали типа корпус с применением технологии моделирования оплавлением (FDM - Fused Deposition Modeling).

7. Создание технологического процесса изготовления детали типа корпус с применением технологии осаждения из газовой фазы (GPD - Gas Phase Deposition).

8. Создание технологического процесса изготовления детали типа корпус с применением технологии формирования с помощью лазерной инженерной сети (LENS - Laser Engineering Net Shaping).

9. Создание технологического процесса изготовления детали типа корпус с применением технологии многоструйного воспроизведения (MJM - Multi Jet Modeling).

10. Создание технологического процесса изготовления детали типа корпус с применением технологии отверждение плотного основания (SGC - Solid Ground Curing).

11. Создание технологического процесса изготовления детали типа тела вращения с применением технологии лазерной стереолитографии (SLA - Stereo Lithographics Apparatus).

12. Создание технологического процесса изготовления детали типа тела вращения с применением технологии избирательного лазерного спекание (SLS - Selective Laser Sintering).

13. Создание технологического процесса изготовления детали типа тела вращения с применением технологии трехмерной наплавки (3DW - Three Dimensional Welding).

14. Создание технологического процесса изготовления детали типа тела вращения с применением технологии изготовление с использованием баллистики частиц (BPM - Ballistic Particle Manufacturing).

15. Создание технологического процесса изготовления детали типа тела вращения с применением технологии прямого нанесения металла (DMD - Direct Metal Deposition).

16. Создание технологического процесса изготовления детали типа тела вращения с применением технологии моделирования оплавлением (FDM - Fused Deposition Modeling).

17. Создание технологического процесса изготовления детали типа тела вращения с применением технологии осаждения из газовой фазы (GPD - Gas Phase Deposition).

18. Создание технологического процесса изготовления детали типа тела вращения с применением технологии формирования с помощью лазерной инженерной сети (LENS - Laser Engineering Net Shaping).

19. Создание технологического процесса изготовления детали типа тела вращения с применением технологии многоструйного воспроизведения (MJM - Multi Jet Modeling).

20. Создание технологического процесса изготовления детали типа тела вращения с применением технологии отверждение плотного основания (SGC - Solid Ground Curing).

5. Перечень изданий, которые рекомендуется использовать при освоении дисциплины (модуля).

№ п/п	Библиографическое описание	Место доступа
1	Полимерные аддитивные технологии Ляпков А. А., Троян А. А. Учебное пособие "Лань", 120 стр., ISBN 978-5-8114-8708-0 , 2022	<a href="https://e.lanbook.com/book/200318">https://e.lanbook.com/book/200318</a> (дата обращения: 01.09.2022). Текст: электронный.
2	Аддитивные технологии в машиностроении Кравченко Е. Г., Верещагина А. С., Верещагин В. Ю. Учебное пособие Комсомольский-на-Амуре государственный университет, 140 стр., ISBN 978-5-7765-1350-3 , 2018	<a href="https://e.lanbook.com/book/151709">https://e.lanbook.com/book/151709</a> (дата обращения: 01.09.2022). Текст: электронный.
3	Технологические процессы в машиностроении. Л. Н. Самойлова, Г. Ю. Юрьева, А. В. Гирн. Учебное пособие Санкт-Петербург : Лань. — 156 с. — ISBN 978-5-8114-1112-2. , 2022	<a href="https://e.lanbook.com/book/209933">https://e.lanbook.com/book/209933</a> (дата обращения: 04.02.2026). Текст : электронный

4	Технологии наукоемких машиностроительных производств Должиков В. П. Учебное пособие Издательство "Лань", 304 стр., ISBN 978-5-8114-2393-4 , 2022	<a href="https://e.lanbook.com/book/212423">https://e.lanbook.com/book/212423</a> (дата обращения: 01.09.2022). Текст: электронный.
5	Аддитивные технологии в производстве изделий авиационной и ракетно-космической техники Кулик В.И., Нилов А.С Учебное пособие Балтийский государственный технический университет «Военмех» имени Д.Ф. Устинова, 160 стр., УДК 621-024.41:629.7(075.8) , 2018	<a href="https://e.lanbook.com/book/122070">https://e.lanbook.com/book/122070</a> (дата обращения: 01.09.2022). Текст: электронный

6. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, которые могут использоваться при освоении дисциплины (модуля).

1 <http://library.miit.ru/> - электронно-библиотечная система Научно-технической библиотеки МИИТ.

2 <http://www.library.ru/> - информационно-справочный портал Проект Российской государственной библиотеки.

3 <https://lanbook.com> - электронных библиотек издательство «Лань».

7. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства, необходимого для освоения дисциплины (модуля).

Компьютеры на рабочих местах в компьютерном классе должны быть обеспечены стандартными программными продуктами Microsoft.

8. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю).

Компьютерный класс (учебная аудитория) для проведения групповых занятий (лекционных, практических и/или лабораторных)

9. Форма промежуточной аттестации:

Зачет в 3 семестре.

Курсовая работа в 4 семестре.

Экзамен в 4 семестре.

10. Оценочные материалы.

Оценочные материалы, применяемые при проведении промежуточной аттестации, разрабатываются в соответствии с локальным нормативным актом РУТ (МИИТ).

Авторы:

доцент, к.н. кафедры «Транспортное  
машиностроение, сертификация и  
управление инновациями»

М.А. Ларионов

Согласовано:

Заведующий кафедрой ТТМиРПС  
Председатель учебно-методической  
комиссии

М.Ю. Куликов

С.В. Володин