

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



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

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**Новые технологии формообразования деталей транспортно-  
технологических комплексов**

Направление подготовки: 23.04.02 Наземные транспортно-  
технологические комплексы

Направленность (профиль): Сервис транспортно-технологических  
комплексов

Форма обучения: Очная

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: 01.06.2023

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

Целью дисциплины является изучение методов повышения показателей качества изделий, изготовленных с применением новых технологий формообразования.

Задачи дисциплины:

- изучение основных прогрессивных методов получения деталей транспортной техники с применением новых технологий формообразования.
- изучение закономерностей влияния различных факторов 3d печати на качество деталей транспортно-технологического комплекса, полученных методами новых прогрессивных технологий формообразования.

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

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

**ПК-2** - Способен к участию в процессах разработки технологической документации, выбора инновационных материалов и оборудования при производстве, ремонте и сервисном обслуживании наземных транспортно-технологических комплексов;

**ПК-3** - Способен к моделированию технологических процессов производства, ремонта и сервисного обслуживания наземных транспортно-технологических комплексов с применением цифровых технологий.

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

**Знать:**

- основные генеративные технологии, применяемые при производстве деталей транспортно-технологических комплексов;

**Уметь:**

- проводить расчет режимов 3d печати;
- проводить проверку деталей, полученных методами новых технологий формообразования с применением специальных средств измерений.

**Владеть:**

- навыками проведения 3d печати деталей;
- навыками контроля деталей, полученных методами новых технологий формообразования с применением специальных средств измерений.

## 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):	112	48	64
В том числе:			
Занятия лекционного типа	16	16	0
Занятия семинарского типа	96	32	64

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 176 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	Лекция 1 «Основные понятия об аддитивных технологиях» Рассматриваемые вопросы: - Основные особенности аддитивных технологий;

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	<p>- Основные преимущества аддитивных технологий по сравнению с традиционными технологиями формообразования;</p> <p>- Что такое поддерживающие конструкции и их применения.</p> <p>Лекция 2 «Классификация аддитивных технологий» 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> <p>Лекция 3 «Основные принципы технологии избирательного лазерного спекание (SLS - Selective Laser Sintering)» 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> <p>Лекция 4 «Основные принципы технологии прямого нанесения металла (DMD - Direct Metal Deposition)» 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> <p>Лекция 5 «Основные принципы технологии моделирования оплавлением (FDM - Fused Deposition Modeling)» 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> <p>Лекция 6 «Основные принципы технологии многоструйного воспроизведения (MJM - Multi Jet Modeling)» 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> <p>Лекция 7 «Основные принципы технологии лазерной стереолитографии (SLA - Stereo Lithographics Apparatus)» 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> <p>Лекция 8 «Основные принципы технологии трехмерной наплавки (3DW - Three Dimensional Welding)» 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.

## Лабораторные работы

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
1	<p>Лабораторная работа 1. Основные положения при выборе метода получения и материала детали. Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- основные понятия об аддитивных технологиях;</li><li>- основные методы формообразования в аддитивных технологиях;</li><li>- материалы применяемые в аддитивных технологиях.</li></ul> <p>Лабораторная работа 2. Проектирование трехмерной модели для изготовления методами аддитивных технологий Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- что такое параметрическая модель;</li><li>- что такое триангуляция и ее применение в аддитивных технологиях;</li><li>- проектирование модели.</li></ul> <p>Лабораторная работа 3. Нарезка параметрической модели при помощи слайсера CURA. Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- основы работы слайсера CURA;</li><li>- основные настраиваемые параметры печати.</li></ul> <p>Лабораторная работа 4. Расчет режимов наплавки при изготовлении деталей методами технологии FDM Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- основы технологии FDM;</li><li>- расчет режимов наплавки.</li></ul> <p>Лабораторная работа 5 Анализ влияния параметров печати на качество поверхностного слоя. Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- понятие качества поверхностного слоя;</li><li>- влияние скорости и толщины слоя на качество.</li></ul> <p>Лабораторная работа 6. Изучение основ растановки поддержек. Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- изучение видов поддержек;</li><li>- анализ модели, на предмет появления во время печати прогибов и провисаний;</li><li>- добавление и удаление поддержек в параметрической модели.</li></ul> <p>Лабораторная работа 7. Изучение типовых дефектов при 3D-печати изделий. Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- изучение понятия дефекта бочкообразности;</li><li>- изучение понятия дефекта седлообразности;</li><li>- изучения понятий пор и газовых раковин.</li></ul> <p>Лабораторная работа 8. Измерение шероховатости поверхности напечатанных изделий. Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- изучение видов мерительного инструмента;</li><li>- изучение понятия шероховатости;</li><li>- методика проведения измерений.</li></ul>

## Практические занятия

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
1	<p>Практическая работа 1. Разработка параметрической 3D-модели по индивидуальному заданию. Рассматриваемые вопросы: -изучение САD-системы; -основные методы параметрического проектирования.</p> <p>Практическая работа 2. Разработка параметрической 3D-модели по индивидуальному заданию. Рассматриваемые вопросы: - построение габаритной модели.</p> <p>Практическая работа 3. Создание контрольных карт измерения. Рассматриваемые вопросы: - выбор базовых поверхностей для измерения; - построение контрольных карт измерений; - выбор мерительного инструмента.</p> <p>Практическая работа 4. Подготовка 3D-модели к печати. Рассматриваемые вопросы: - понятие триангуляции; - метод компиляции.</p> <p>Практическая работа 5. Подготовка 3D-модели к печати. Рассматриваемые вопросы: - расстановка поддерживающих конструкций; - выбор режимов печати; - нарезка 3D-модели на слои. - компиляция в G-код.</p> <p>Практическая работа 6. Подготовка 3D-принтера к печати. Рассматриваемые вопросы: - изучение основных узлов принтера; - изучение системы управления принтера; - заправка материала перед печатью.</p> <p>Практическая работа 7. Печать на 3D-принтере. Рассматриваемые вопросы: - настройка режимов печати; - печать изделия на 3D-принтере.</p> <p>Практическая работа 8. Изучение методов контроля свойств поверхностных слоев деталей полученных методами аддитивных технологий. Рассматриваемые вопросы: - измерение шероховатости поверхности; - контроль качества.</p>

#### 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	<a href="https://e.lanbook.com/book/208985">https://e.lanbook.com/book/208985</a>



	Черепяхин А. А., Кузнецов В. Учебное пособие Издательство "Лань" (СПО), 184 стр., ISBN 978-5-8114-4303-1 , 2022	(дата обращения: 01.09.2022). 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 <http://tehmasmiit.wmsite.ru/> - информационно-справочный портал кафедры ТТМиРПС

4 <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, 4 семестрах.

Курсовая работа в 4 семестре.

## 10. Оценочные материалы.

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

Авторы:

М.А. Ларионов

Согласовано:

Заведующий кафедрой ТТМиРПС

М.Ю. Куликов

Председатель учебно-методической  
комиссии

С.В. Володин