

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)

**Аддитивные технологии получения 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: 01.06.2024

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-5 - 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 | 48 | 48 |
| В том числе: | | | |
| Занятия лекционного типа | 24 | 16 | 8 |
| Занятия семинарского типа | 72 | 32 | 40 |

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» Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Основные особенности аддитивных технологий; - Основные преимущества аддитивных технологий по сравнению с традиционными технологиями формообразования; - Что такое поддерживающие конструкции и их применения. <p>Лекция 2 «Классификация аддитивных технологий» Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Классификация технологий по принципу отверждения основного материала; - Классификация технологий по исходному агрегатному состоянию применяемого материала. <p>Лекция 3 «Основные принципы технологии избирательного лазерного спекание (SLS - Selective Laser Sintering)» Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Принципы работы технологии SLS; - Основные плюсы и минусы технологии SLS; - Применение технологии SLS. <p>Лекция 4 «Основные принципы технологии прямого нанесения металла (DMD - Direct Metal Deposition)» Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Принципы работы технологии DMD; - Основные плюсы и минусы технологии DMD; - Применение технологии DMD. <p>Лекция 5 «Основные принципы технологии моделирования оплавлением (FDM - Fused Deposition Modeling)» Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Принципы работы технологии FDM; - Основные плюсы и минусы технологии FDM; - Применение технологии FDM. <p>Лекция 6 «Основные принципы технологии многоструйного воспроизведения (MJM - Multi Jet Modeling)» Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Принципы работы технологии MJM; - Основные плюсы и минусы технологии MJM; - Применение технологии MJM. <p>Лекция 7 «Основные принципы технологии лазерной стереолитографии (SLA - Stereo Lithographics Apparatus)» Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Принципы работы технологии SLA; - Основные плюсы и минусы технологии SLA; - Применение технологии SLA. <p>Лекция 8 «Основные принципы технологии трехмерной наплавки (3DW - Three Dimensional Welding)» Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Принципы работы технологии 3DW; - Основные плюсы и минусы технологии 3DW; |

| № п/п | Тематика лекционных занятий / краткое содержание |
|----------|--|
| | - Применение технологии 3DW. |

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"> - основные понятия об аддитивных технологиях; - основные методы формообразования методами аддитивных технологий; - материалы применяемые в аддитивных технологиях. <p>Лабораторная работа 2. Проектирование трехмерной модели для изготовления методами аддитивных технологий. Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - что такое параметрическая модель; - что такое триангуляция и ее применение в аддитивных технологиях; - проектирование модели. <p>Лабораторная работа 3. Нарезка параметрической модели при помощи слайсера CURA Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основы работы слайсера CURA; - основные настраиваемые параметры печати. <p>Лабораторная работа 4. Расчет режимов наплавки при изготовлении деталей методами технологии FDM. Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основы технологии FDM; - расчет режимов наплавки. <p>Лабораторная работа 5 Анализ влияния параметров печати на качество поверхностного слоя. Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - понятие качество поверхностного слоя; - влияние скорости и толщины слоя на качество. <p>Лабораторная работа 6. Изучение основ растановки поддержек. Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - изучение видов поддержек; - анализ модели на предмет появления во время печати прогибов и появление провисание модели; - добавление и удаление поддержек в параметрической модели. <p>Лабораторная работа 7. Изучение типовых дефектов при 3D-печати изделий Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - изучение понятия дефекта бочкообразности; - изучение понятия дефекта седлообразности; - изучения понятий пор и газовых раковин. <p>Лабораторная работа 8. Измерение шероховатости поверхности напечатанных изделий.</p> |

| № п/п | Наименование лабораторных работ / краткое содержание |
|----------|---|
| | <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - изучение видов мерительного инструмента; - изучение понятия шероховатости; - методика проведения измерений. |

Практические занятия

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

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 | https://e.lanbook.com/book/200318 (дата обращения: 01.09.2022). |

| | | |
|---|---|---|
| | 978-5-8114-8708-0 , 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 | https://e.lanbook.com/book/151709 (дата обращения: 01.09.2022). Текст: электронный. |
| 3 | Технологические процессы в машиностроении Черепяхин А. А., Кузнецов В. Учебное пособие Издательство "Лань" (СПО), 184 стр., ISBN 978-5- 8114-4303-1 , 2022 | https://e.lanbook.com/book/208985 (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 | https://e.lanbook.com/book/212423 (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 | https://e.lanbook.com/book/122070 (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