

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Томский государственный университет
систем управления и радиоэлектроники

Г.Н. Нариманова, Р.К. Нариманов, Е.А. Ефременков, О.В. Килина

**АДДИТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ.
СОЗДАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО УЗЛА В САПР КОМПАС 3D**

Методические указания для проведения лабораторных занятий и по
организации самостоятельной работы студентов

Томск
2023

УДК 621.01
ББК 334
Н 28

Рецензент:

Антипин М. А., доцент каф. управления инновациями ТУСУР,
канд. физ.-мат. наук

**Нариманова Гуфана Нурлабековна, Нариманов Ринат Казбекович,
Ефременков Егор Алексеевич, Килина Ольга Владимировна.**

Н28 Аддитивные технологии. Создание технологического узла в САПР Компас 3D: Методические указания для проведения лабораторных занятий и по организации самостоятельной работы студентов/ Г.Н. Нариманова, Р. К. Нариманов, Е.А. Ефременков, О.В. Килина. – Томск: Томск. гос. ун-т систем упр. и радиоэлектроники, 2023. – 9 с.

Методические указания для проведения лабораторных занятий и по организации самостоятельной работы студентов по дисциплине «Аддитивные технологии» разработаны для студентов инженерных и технических специальностей. Они содержат необходимые разъяснения по форме организации и выполнению лабораторных и самостоятельной работы обучающихся и ориентированы на достижение результатов образовательной деятельности в соответствии с ФГОС 3++ по направлениям инженерного и технического профилей.

Одобрено на заседании кафедры УИ, протокол № 4 от 23.11.2023г.

УДК 621.01
ББК 334

© Нариманова Г.Н., Нариманов Р.К.,
Ефременков Е.А., Килина О.В. 2023

© Томск.гос. ун-т систем упр. и
радиоэлектроники, 2023

Оглавление

Введение	4
1 Прием результатов выполнения лабораторных заданий.....	5
2 Задания к лабораторным занятиям.....	6
3 Тестовые задания	7
4 Вопросы к промежуточной аттестации.....	8
Заключение	9
Список рекомендуемой литературы	9

Введение

Дисциплина «Аддитивные технологии» играет важную роль в развитии готовности обучающихся к различным видам деятельности. Изучение дисциплины способствует формированию у обучающихся знаний, умений и навыков, связанных с проектированием и созданием в среде САПР деталей, полученных с использованием аддитивных технологий, усвоению знаний связанных с подбором материалов деталей и оборудования для аддитивного производства деталей. Сформированные в рамках курса компетенции позволяют обосновывать принятие технического решения при разработке проекта, выбирать технические средства и технологии, в том числе с учетом экологических последствий их применения.

Перед началом занятий студенты должны изучить инструкцию по охране труда. Преподаватель должен убедиться в знании инструкции, задавая студенту вопросы по ее содержанию, после чего сделать соответствующую запись в журнале охраны труда.

Во время проведения лабораторных занятий в аудитории студентам запрещается передавать друг другу файлы и другие материалы, являющиеся результатом выполнения заданий.

Студент имеет право просить консультации у преподавателя, если он в текущий момент не распределяет задания, не принимает выполненные работы и не консультирует другого студента.

Преподаватель, давая консультацию студенту, указывает раздел технической документации или методической литературы, в которой имеется ответ на вопрос студента. Если необходимые сведения в документации и литературе отсутствуют, то преподаватель должен дать устные пояснения или продемонстрировать практические действия, приводящие к требуемому результату, с последующим повторением студентом.

Консультации, выдача лабораторных заданий и прием результатов выполнения осуществляется только во время аудиторных занятий. Задания выполняются последовательно. Правильное выполнение некоторых заданий возможно только, если студент корректно выполнил предыдущие задания. Поэтому приступать к следующему заданию студент может, только сдав преподавателю результат выполнения предыдущего.

Самостоятельная работа студентов является неотъемлемым элементом изучения дисциплины «Аддитивные технологии».

Самостоятельная работа студентов предполагает изучение теоретического материала по актуальным вопросам дисциплины и подготовку документации по выполненным работам в процессе прохождения практических и лабораторных занятий. Рекомендуется самостоятельное изучение доступной учебной и научной литературы, нормативно-технических документов, законодательства РФ.

Самостоятельно изученные теоретические материалы обсуждаются на практических занятиях и входят в вопросы к зачету.

В процессе самостоятельной работы студенты:

- осваивают материал, предложенный им на практических занятиях с привлечением указанной преподавателем литературы,
- готовятся к практическим занятиям в соответствии с индивидуальными и/или групповыми заданиями,
- готовят отчеты по результатам выполненных лабораторных работ,
- ведут подготовку к промежуточной аттестации по данному курсу.

Целями самостоятельной работы студентов являются:

- формирование навыков самостоятельной образовательной деятельности;
- выявления и устранения студентами пробелов в знаниях, необходимых для изучения данного курса;
- осознания роли и места изучаемой дисциплины в образовательной программе, по которой обучаются студенты.

Самостоятельная работа студентов должна быть обеспечена необходимыми учебными и методическими материалами:

- основной и дополнительной литературой;
- демонстрационными материалами, представленными во время лекционных и практических занятий, лабораторных работ;
- методическими указаниями по проведению практических занятий;
- методическими указаниями по проведению лабораторных работ;
- перечнем вопросов, выносимых на зачет.

1 Прием результатов выполнения лабораторных заданий

Результаты выполнения лабораторных заданий демонстрируются преподавателю. Во время приема выполненной работы преподаватель вправе:

- требовать у студента демонстрации выполненного задания в виде файлов, текстов, таблиц, мнемосхем, рисунков, в том числе, по возможности и необходимости, в бумажном письменном или распечатанном виде, либо в электронном виде (при размещении результатов выполнения заданий в системе Moodle);

- требовать у студента пояснений, относящихся к способам реализации задания.

Задание считается выполненным и принимается преподавателем только в том случае, если получены все результаты, предусмотренные заданием. Если какие-то результаты, предусмотренные заданием, не получены или неверны, то задание подлежит доработке.

Студент должен работать внимательно и аккуратно. Подлежат обязательному исправлению замеченные преподавателем недочеты:

- несоответствие выполненной 3D модели заданию;
- небрежное оформление рисунков, графиков, структур, схем;
- неточности в описаниях, структурах, схемах.

Результаты выполнения заданий сохраняются студентом в электронном виде (файлы), а также, если возможно и удобно, в бумажном формате, до получения дифференцированного зачета по данной дисциплине.

До начала экзаменационной сессии студент должен сдать результаты выполнения всех лабораторных заданий, предусмотренных настоящими указаниями. В противном случае студенты к сдаче зачета не допускаются.

2 Задания к лабораторным занятиям

При подготовке к лабораторным занятиям необходимо пользоваться методическими указаниями по их проведению.

В ходе подготовки необходимо:

1. Познакомиться с темой следующего лабораторного занятия.
2. Изучить материалы, представленные в электронном курсе «Аддитивные технологии» на платформе Moodle, и прочитать рекомендованные разделы учебного пособия.
3. Изучить требования к предоставлению отчетов по лабораторным работам и выполнить оформление согласно представленным требованиям.

Тема занятия 1 – Знакомство с элементом робототехнической системы - рукой робота. Знакомство с конструированием 3D-моделей изделий в системе КОМПАС-3D на примере построения кофуха руки робота.

Цель занятия: познакомиться с САПР КОМПАС-3D и основными методами построения твердотельных моделей в этой среде проектирования.

Теоретический материал для этого занятия представлен в материалах. ПО КОМПАС-3D с официального сайта: [//kompas.ru/kompas-3d/download/](http://kompas.ru/kompas-3d/download/) и в электронном курсе по дисциплине «Аддитивные технологии» в системе MOODLE.

Тема занятия 2 – Построение детали подвижного узла - "Ось".

Цель занятия: получение навыков построения 3D-модели изделий в системе КОМПАС-3D для последующего получения их методами аддитивных технологий на примере построения детали подвижного узла - "Ось".

Теоретический материал для этого занятия представлен в материалах. ПО КОМПАС-3D с официального сайта: [//kompas.ru/kompas-3d/download/](http://kompas.ru/kompas-3d/download/) и в электронном курсе по дисциплине «Аддитивные технологии» в системе MOODLE.

Тема занятия 3 – Построение детали подвижного узла – «Платформа».

Цель занятия: получение навыков построения 3D-модели изделий в системе КОМПАС-3D для последующего получения их методами аддитивных технологий на примере построения детали подвижного узла - "Платформа".

Теоретический материал для этого занятия представлен в материалах. ПО КОМПАС-3D с официального сайта: [//kompas.ru/kompas-3d/download/](http://kompas.ru/kompas-3d/download/) и в электронном курсе по дисциплине «Аддитивные технологии» в системе MOODLE.

Тема занятия 4 – Построение детали подвижного узла – «Тяга».

Цель занятия: получение навыков построения 3D-модели изделий в системе КОМПАС-3D для последующего получения их методами аддитивных технологий на примере построения детали подвижного узла - "Тяга".

Теоретический материал для этого занятия представлен в материалах. ПО КОМПАС-3D с официального сайта: [//kompas.ru/kompas-3d/download/](http://kompas.ru/kompas-3d/download/) и в электронном курсе по дисциплине «Аддитивные технологии» в системе MOODLE.

Тема занятия 5 – Построение детали подвижного узла - "Опора".

Цель занятия: получение навыков построения 3D-модели изделий в системе КОМПАС-3D для последующего получения их методами аддитивных технологий на примере построения детали подвижного узла - "Опора".

Теоретический материал для этого занятия представлен в материалах. ПО КОМПАС-3D с официального сайта: [//kompas.ru/kompas-3d/download/](http://kompas.ru/kompas-3d/download/) и в электронном курсе по дисциплине «Аддитивные технологии» в системе MOODLE.

Тема занятия 6 – Изучение операции «Сборка подвижного узла - Рука робота».

Цель занятия: получение навыков построения 3D-модели изделий в системе КОМПАС-3D для последующего создания их методами аддитивных технологий на примере сборки подвижного узла - "Рука робота".

Теоретический материал для этого занятия представлен в материалах. ПО КОМПАС-3D с официального сайта: [//kompas.ru/kompas-3d/download/](http://kompas.ru/kompas-3d/download/) и в электронном курсе по дисциплине «Аддитивные технологии» в системе MOODLE.

3 Тестовые задания

Данный раздел содержит примерные тестовые задания, которые предлагаются обучающимся в рамках электронного курса «Аддитивные технологии», реализованного на платформе Moodle, для контроля усвоения теоретического материала по темам курса.

Тестовое задание 1 (пример):

1. Для SLA печати используется
 - а) жидкий фотополимер
 - б) песок
 - в) проволока
2. Воздействие на материал в DLP методе производится
 - а) Светодиодами
 - б) Лазерным излучением
 - в) пучком частиц из электромагнитной пушки
3. Термин RM относится к
 - а) быстрому производству готовых изделий
 - б) быстрому производству макетов деталей
 - в) переносу данных в аддитивном производстве
4. Сколько этапов насчитывает аддитивное производство
 - а) 5
 - б) 8
 - в) 13

Тестовое задание 2 (пример):

1. Соотнесите название технологии и материала используемого в ней:

	Название теории		Автор теории
1	SLA	а	Полимерная нить
2	FDM	б	Жидкий фотополимер
3	SLS	в	Полимерные гранулы

2. Соотнесите название технологии и способа воздействия на материал используемый в ней:

	Название категории		Описание категории
1	SLA	а	Нагрев сопла эжектора
2	INK-JET	б	Лазерный луч
3	FDM	в	Связующий состав

3. Соотнесите категорию классификации технологии по ее выполнению:

	Название категории		Содержание категории
1	SLA	а	«выдавливание материала» или послойное нанесение расплавленного строительного материала через экструдер;
2	FDM	б	«разбрызгивание связующего» или послойное струйное нанесение связующего материала;
3	INK-JET	в	«фотополимеризация в ванне» или послойное отверждение фотополимерных смол;

4 Вопросы к промежуточной аттестации

1. Способы классификации аддитивных технологий
2. Основные типы АТ
3. Источники стандартизации АТ
4. Сравнение типов Bed Deposition и Direct Deposition
5. Виды АТ типа SLA
6. Виды АТ типа FDM
7. Особенности технологий типа FDM
8. Особенности технологий типа SLA
9. Особенности технологий типа SLS
10. Особенности технологий типа LOM
11. Особенность АТ как энерго- и ресурсосберегающих технологий
10. Особенности технологий типа EBM
11. Основы ресурсосберегающих принципов АТ
12. Принципы выбора АТ для предприятия
13. Принципы обоснования принятия технического решения при разработке проекта с применением аддитивных технологий
14. Принципы выбора технических средств и аддитивных технологий с учетом экологических последствий их применения
15. Экологические последствия применения аддитивных технологий
16. Методы создания и корректировки компьютерных моделей
17. Теоретические основы производства изделий методом послойного синтеза
18. Машины и оборудование для выращивания металлических изделий
19. Эксплуатация аддитивных установок
20. Методы финишной обработки и контроля качества готовых изделий.

Заключение

Выполнение методических указаний к лабораторным занятиям и по организации самостоятельной работы по дисциплине «Аддитивные технологии» направлена на овладение обучающимися навыками создания и корректировки 3D-модели деталей и 3D-сборок средствами компьютерного проектирования САД-модели изделий, развитие их умения использовать современные технологии проектирования изделий в цифровом производстве с учетом требований экологической безопасности и обеспечением их знаниями, позволяющими уверенно ориентироваться в вопросах аддитивных технологий, их классификации, принципах действия и особенности эксплуатации современного научного и технологического оборудования аддитивного производства.

Список рекомендуемой литературы

1. Гутгарц, Р. Д. Проектирование автоматизированных систем обработки информации и управления [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов / Р. Д. Гутгарц — Москва: Издательство Юрайт, 2020. — 304 с. — Режим доступа: <http://biblio-online.ru/bcode/455707> (дата обращения: 20.11.2023).
2. Горунов, А. И. Аддитивные технологии и материалы [Электронный ресурс]: учебное пособие / А. И. Горунов. — Казань: КНИТУ-КАИ, 2019. — 56 с. — ISBN 978-5-7579-2360-4. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/144008> (дата обращения: 20.11.2023).
3. Преображенская, Е. В. Технологии, материалы и оборудование аддитивных производств: учебное пособие / Е. В. Преображенская, В. В. Зуев, А. А. Мышечкин. — Москва: РТУ МИРЭА, 2021 — Часть 2 — 2021. — 164 с. — ISBN 978-5-7339-1398-8. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/182471> (дата обращения: 20.11.2023).
4. Зиновьев, Д. В. Основы проектирования в КОМПАС-3D v17. Практическое руководство по освоению программы КОМПАС-3D v17 в кратчайшие сроки [Электронный ресурс]: руководство / Д. В. Зиновьев; под редакцией М. И. Азанова. — 2-е изд. — Москва: ДМК Пресс, 2019. — 232 с. — ISBN 978-5-97060-679-7. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/112931> (дата обращения: 20.11.2023).