На правах рукописи

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

высшего образования

«Оренбургский государственный университет»

Кафедра летательных аппаратов

Е.М. Езерская

ПРАКТИКА

конструкторская, научно-исследовательская работа, ознакомительная, преддипломная, технологическая (проектно-технологическая), проектно-конструкторская

Методические указания к прохождению всех видов практик

Уровень высшего образования

БАКАЛАВРИАТ

Направления подготовки

*24.03.04 Авиастроение, 24.03.01 Ракетные комплексы и космонавтика*

(код и наименование направления подготовки)

*Самолето- и вертолетостроение, Ракетостроение*

(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Квалификация

*Бакалавр*

Форма обучения

*Очная*

Оренбург

2022

УДК 620.179.1

ББК 34.42я73

Е42

Рецензент – заместитель главного технолог АО «ПО «Стрела» М.А. Мамаев

Е42 **Езерская, Е.М.**

**ПРАКТИКА**: конструкторская, научно-исследовательская работа, ознакомительная, преддипломная, технологическая (проектно-технологическая), проектно-конструкторская: методические указания к прохождению всех видов практик для студентов очной формы обучения по направлениям подготовки 24.03.04 Авиастроение, 24.03.01 Ракетные комплексы и космонавтика / Е.М. Езерская; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург: ОГУ, 2022. – 17 с.

Методические указания разработаны на кафедре летательных аппаратов. В них приведены перечень, содержание и рекомендации по организации прохождения студентами направлений подготовки 24.03.04 Авиастроение, 24.03.01 Ракетные комплексы и космонавтика всех видов практик и сбору материалов для выполнения выпускной квалификационной работы (ВКР).

УДК 620.179.1

ББК 34.42я73

Рассмотрены и одобрены

на заседании кафедры

летательных аппаратов.

Протокол № 7 от 04.02.2022 г.

© Езерская Е.М., 2022

© ОГУ, 2022

**ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

Методические указания разработаны на основании федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) по направлениям подготовки:

- 24.03.04 Авиастроение, профиль «Самолето- и вертолетостроение», утверждённого приказом Министерства образования и науки Российской Федерации;

- 24.03.01 Ракетные комплексы и космонавтика, профиль «Ракетостроение», утверждённого приказом Министерства образования и науки Российской Федерации.

**Объектами профессиональной деятельности будущих выпускников, освоивших программы бакалавриата, являются:**

- 24.03.04 Авиастроение – авиационные летательные аппараты, системы оборудования данных летательных аппаратов и технологические процессы их производства;

- 24.03.01 Ракетные комплексы и космонавтика – баллистические, крылатые и подводные ракеты, интеллектуальные аэрогидродинамические системы и их комплексы; ракет-носителей, многоразовые транспортные системы; пилотируемые и беспилотные космические аппараты, микро- и нано-спутники, орбитальные станции, воздушно-космические самолеты, спускаемые аппараты; системы противовоздушной, противоракетной и противокосмической обороны; системы авиационно-ракетного и тактического ракетного вооружения; системы обеспечения жизни и деятельности экипажей при работе как внутри космических ЛА и орбитальных станций, так и при работе в открытом космосе, системы аварийной защиты и спасения; оборудование и системы стартовых и технических комплексов ракет, ракет-носителей, космических аппаратов и разгонных блоков; технологии изготовления объектов ракетно-космической техники и технологической оснастки.

**Виды профессиональной деятельности, к которым готовятся выпускники, освоившие программу бакалавриата:**

- 24.03.04 Авиастроение – проектно-конструкторский; производственно-технологический; экспериментально-исследовательский.

- 24.03.01 Ракетные комплексы и космонавтика – научно-исследовательский; проектно-конструкторский; производственно-технологический.

Состав, последовательность и продолжительность практик приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Состав, последовательность и продолжительность практик

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Наименование практики | Семестр | Зачётные единицы / (часы) |
| 24.03.04 Авиастроение | | |
| Учебная, ознакомительная практика | 2 | 6 (216) |
| Производственная, технологическая (проектно-технологическая) практика | 4 | 4 (144) |
| Производственная, конструкторская практика | 6 | 3 (108) |
| Производственная, научно-исследовательская работа | 8 | 3 (108) |
| Производственная, преддипломная практика | 8 | 4 (144) |
| 24.03.01 Ракетные комплексы и космонавтика | | |
| Учебная, ознакомительная практика | 2 | 6 (216) |
| Производственная, проектно-конструкторская практика | 4 | 3 (108) |
| Производственная, технологическая практика | 6 | 3 (108) |
| Производственная, научно-исследовательская работа | 8 | 3 (108) |
| Производственная, преддипломная практика | 8 | 5 (180) |

**1 Учебная, ознакомительная практика**

- приобретение студентом практических навыков и компетенций необходимых для осуществления научно-исследовательской деятельности в области автоматизированного проектирования и производства авиационной техники;

- закрепление и углубление теоретической подготовки по обработке и анализу результатов испытаний и экспериментальных исследований;

- приобретение практических навыков представления итогов проделанной работы в виде отчетов, рефератов, статей;

- развитие у студентов личностных качеств, способствующих их творческой активности и самостоятельности при проведении научно-исследовательских работ, практическое освоение методов проведения научных исследований;

- приобретение опыта самостоятельной профессиональной деятельности при выборе и освоении проблемно-ориентированных методов исследования, современного научно-исследовательского и испытательного оборудования и приборов.

Задачи:

- сбор, обработка, анализ и систематизация научно-технической и патентной информации по автоматизации производства летательных аппаратов в соответствии с темой выпускной квалификационной работой;

- выбор методик и средств решения задач научных исследований;

- разработка рабочих планов и программ проведения научных исследований и технических разработок, подготовка заданий для исполнителей;

- разработка методики и организация проведения научно-исследовательских, экспериментальных и испытательных работ, анализ их результатов;

- освоение экспериментального, испытательного, измерительного и исследовательского оборудования;

- освоение и применение методов планирования экспериментов, статистической обработки и анализа результатов экспериментов;

- разработка физических и математических моделей технологических процессов, применяемых при комплексной автоматизации производства ЛА;

- подготовка научно-технических отчетов, обзоров, публикаций по результатам выполненных исследований;

- практическое ознакомление с правилами оформления результатов научных исследований, оформление отчёта, подготовка научных статей, тезисов докладов.

**Содержание практики**

№ 1 Постановка цели

Определение целей и задач ознакомительной практики. Формирование темы ознакомительной практики. Аналитический обзор проблем комплексной автоматизации в производстве авиационной техники по выбранному направлению исследования. Сбор статистической информации для обоснования необходимости выполнения ознакомительной практики.

№ 2 Теоретическая части исследования

Освоение специализированного программного обеспечения. Компьютерное моделирование и вычислительные эксперименты.

№ 3 Экспериментальные исследования

Анализ и сопоставление полученных результатов. Уточнение теоретических положений. Формулировка выводов по работе. Разработка рекомендаций по внедрению результатов работы.

Практика проводится в форме ознакомительной практики с элементами конструкторско-технологической практики.

Основными базами практики студентов являются:

- АО «ПО «Стрела»;

- Филиал ВПК «НПО машиностроения» - КБ «Орион»;

- ГНЦ ФГУП «Центр Келдыша»;

- ФГУП «ФЦДТ «Союз»;

- ФГУП «ЦЭНКИ» - КЦ «Южный»;

- ООО «НИК»;

- АО «ГосМКБ «Радуга» имени А.Я. Березняка»;

- кафедра летательных аппаратов и другие кафедры Аэрокосмического института ОГУ.

Содержание практики составляет исследование следующих вопросов:

- место практики, наименование цеха, организационная структура цеха;

- вид работы, выполняемой студентом в период практики;

- технологическое оборудование, изученное в период практики;

- инструменты и технологическая оснастка, применяемая в цехе;

- конструкционные материалы, применяемые для изготовления изделий;

- меры безопасности труда при работе на производственном оборудовании, требования к спецодежде и индивидуальным средствам защиты.

Практика проводится в производственных цехах предприятия на рабочих местах, которые определяет представитель предприятия по согласованию с руководителем практики от университета. Основные сведения о производстве и структуре предприятия обучающиеся получают на лекциях и экскурсиях, проводимых специалистами предприятия, при изучении конструкторской и технологической документации, в процессе консультаций с руководителем практики от предприятия. Приобретение умений и навыков по одной из рабочих профессий и изучение основных технических и технологических вопросов осуществляется при выполнении производственных заданий.

Примерная тематика лекций, проводимых в период практики:

1. Организационная структура предприятия и общая схема производства деталей, узлов и агрегатов ЛА.

2. Современные технологические процессы и оборудование производства ЛА.

3. Основные направления инженерной деятельности в области проектирования и производства ЛА.

4. История и трудовые традиции предприятия

Примерная тематика и места экскурсий, проводимых в период учебной практики:

1. Современное технологическое оборудование механической обработки (механические цеха)

2. Технологии литья (литейный цех).

3. Технологии обработки давлением (кузнечный цех).

4. Технологии сборки в производстве летательных аппаратов (сборочный цех).

По окончании практики обучающий представляет руководителю практики от университета:

– индивидуальное задание на практику;

– рабочий график (план) проведения практики;

– дневник практики;

– письменный отчет, содержащий сведения о конкретно выполненной обучающимся работе в период практики.

Отчет по практике включает описание всех выполненных исследований. Содержание отчета должно быть согласовано с руководителем практики. Содержание отчета объемом от 15 до 20 страниц компьютерного текста с приложениями, в соответствии с индивидуальным заданием на практику. Все документы должны быть оформлены в соответствии с действующим стандартом СТО 02069024.101-2015 «Работы студенческие». Графический материал располагается в тексте, но допускается и отдельное его представление в виде приложений.

**2 Производственная, проектно-конструкторская практика**

Цель (цели) практики:

- приобретение студентом практических навыков и компетенций необходимых для осуществ-ления проектно-конструкторской деятельности в области автоматизированного проектирования и производства ракетно-космической техники;

- закрепление и углубление теоретической подготовки по обработке и анализу результатов испытаний и экспериментальных исследований;

- приобретение практических навыков представления итогов проделанной работы в виде отчетов, рефератов, статей;

- развитие у студентов личностных качеств, способствующих их творческой активности и са-мостоятельности при проведении научно-исследовательских работ;

- приобретение опыта самостоятельной профессиональной деятельности при выборе и освоении проблемно-ориентированных методов исследования, современного научно-исследовательского и испытательного оборудования и приборов.

Задачи:

- сбор, обработка, анализ и систематизация научно-технической и патентной информации по автоматизации производства ЛА в соответствии с темой ВКР;

- выбор методик и средств решения задач научных исследований;

- разработка рабочих планов и программ проведения научных исследований и технических разработок, подготовка заданий для исполнителей;

- разработка методики и организация проведения научно-исследовательских, эксперименталь-ных и испытательных работ, анализ их результатов;

- освоение экспериментального, испытательного, измерительного и исследовательского обо-рудования;

- освоение и применение методов планирования экспериментов, статистической обработки и анализа результатов экспериментов;

- практическое ознакомление с правилами оформления результатов научных исследований, оформление отчёта, подготовка научных статей, тезисов докладов.

**Содержание практики**

№ 1 Постановка цели

Определение целей и задач практики. Формирование темы практики. Аналитический обзор проблем комплексной автоматизации в производстве ракетно-космической техники по выбранному направлению исследования. Сбор статистической информации для обоснования необходимости выполнения практики. Выбор методов исследования.

№ 2 Теоретическая части исследования

Освоение специализированного программного обеспечения. Компьютерное моделирование и вычислительные эксперименты по исследованию объекта.

№ 3 Экспериментальные исследования

Анализ и сопоставление полученных результатов. Уточнение теоретических положений. Формулировка выводов по работе. Разработка рекомендаций по внедрению результатов работы.

Содержание практики определяется руководителем и предполагает осуществление следую-щих видов работ:

- осуществление научно-исследовательских работ в рамках научной темы кафедры (сбор, ана-лиз научно-теоретического материала, сбор эмпирических данных, интерпретация эксперименталь-ных и эмпирических данных);

- участие в решение научно-исследовательских работ, выполняемых кафедрой в рамках дого-воров с образовательными учреждениями, исследовательскими коллективами;

- осуществление самостоятельного исследования по актуальной проблеме в рамках ВКР;

- ведение библиографической работы с привлечением современных информационных и ком-муникационных технологий;

- участие в конференциях различного уровня с докладами;

- представлять итоги проделанной работы в виде отчетов, рефератов, статей, оформленных в соответствии с имеющимися требованиями, с привлечением современных средств редактирования и печати.

На практику составляется план работы. Основное содержание практики отражается в индивидуальном плане. Задачи и содержание практики должны быть сформулированы одновременно с заполнением содержания образовательной части программы индивидуального плана.

Местом проведения практики являются учебные и научные лаборатории и компьютерные классы кафедр Аэрокосмического института ОГУ, а также производственные подразделения базовых предприятий. На выполнение практики каждому обучающемуся разрабатывается график и индивидуальный план. В индивидуальный план практики включаются следующие виды и этапы деятельности обучающегося:

- изучение специальной литературы и научно-технической информации, анализ достижений отечественной и зарубежной науки и техники в области ракетно-космической, проектирования и производства ЛА;

- участие в проведении научных исследований или выполнении технических разработок;

- составление отчетов по выполняемым исследованиям;

- подготовка докладов и выступлений на конференциях.

Основными базами практики обучающихся являются:

- АО «ПО «Стрела»;

- Филиал ВПК «НПО машиностроения» - КБ «Орион»;

- ГНЦ ФГУП «Центр Келдыша»;

- ФГУП «ФЦДТ «Союз»;

- ФГУП «ЦЭНКИ» - КЦ «Южный»;

- ООО «НИК»;

- АО «ГосМКБ «Радуга» имени А.Я. Березняка»;

- кафедра летательных аппаратов и другие кафедры Аэрокосмического института ОГУ.

По окончании практики обучающий представляет руководителю практики от университета:

– индивидуальное задание на практику;

– рабочий график (план) проведения практики;

– дневник практики;

– письменный отчет, содержащий сведения о конкретно выполненной обучающимся работе в период практики.

Отчет по практике включает описание всех выполненных исследований. Содержание отчета должно быть согласовано с руководителем практики. Содержание отчета объемом от 15 до 20 страниц компьютерного текста с приложениями, в соответствии с индивидуальным заданием на практику. Все документы должны быть оформлены в соответствии с действующим стандартом СТО 02069024.101-2015 «Работы студенческие». Графический материал располагается в тексте, но допускается и отдельное его представление в виде приложений.

**3 Производственная, технологическая практика**

Цель (цели) практики:

- закрепление и расширение теоретических знаний, полученных обучающимися при изучении дисциплин технологического циклов, а также приобретение практических навыков самостоятельной работы на рабочих местах;

- изучение системы технологической подготовки производства в ракетостроении, технологических процессов изготовления деталей, сборки узлов и агрегатов, монтажа элементов бортовых систем, применяемого технологического оборудования, конструкции технологической оснастки, инструментов и приспособлений, систем автоматизации производства

Задачи:

- изучение конструктивных особенностей выпускаемых ЛА и других изделий;

- приобретение практических навыков оценки технологичности конструкций;

- ознакомление с работой конструкторского отдела предприятия и задачами конструкторского сопровождения производства;

- изучение системы технологической подготовки производства, методов разработки техноло-гических процессов изготовления деталей и сборки ЛА;

- ознакомление с используемыми на предприятии интегрированными системами автоматизи-рованного проектирования;

- изучение организационной структуры и производственной деятельности подразделения, в котором проходит практика, опыта его работы;

- изучение применяемого в производстве прогрессивного технологического оборудования, стендов, стапелей и оснастки;

- приобретение знаний и навыков работы на инженерно-технической должности, изучение состава конструкторской и технологической документации;

- ознакомление с системой обеспечения безопасности жизнедеятельности и защиты окружаю-щей среды в условиях промышленного предприятия;

- ознакомление с основными показателями экономической эффективности производства.

**Содержание практики**

№ 1 Подготовительный этап

Инструктаж по технике безопасности. Производственный инструктаж

№ 2 Экспериментально-исследовательский этап

Выполнение научно-исследовательских заданий. Выполнение производственных заданий

№ 3 Обработка и анализ полученной информации

Обработка и систематизация фактического и литературного материала. Подготовка отчета по практике.

Содержание практики составляет исследование следующих вопросов:

1 Конструктивно-технологическая характеристика изученного агрегата, отсека, узла или части ЛА.

2 Технологические процессы производства заготовок деталей, применяемое оборудование.

3 Технологические процессы производства деталей, входящих в состав изученного изделия.

4 Технологическое оборудование, используемое для производства деталей и сборки изделия.

5 Технологическая оснастка, приспособления, и инструменты, используемые в производстве.

6 Мероприятия по обеспечению качества и надежности при производстве изделия.

7 Мероприятия по безопасности труда на предприятии.

8 Предложения по совершенствованию технологии производства изделия.

По окончании технологической практики обучающийся должен:

- знать производственную структуру сборочных, агрегатно-сборочных и механосборочных цехов и основные организационные системы производства ЛА;

- уметь разрабатывать технологические процессы механической обработки типовых деталей корпуса ЛА (шпангоута, панели, каркаса, обечайки и т.п.), производить анализ технологичности деталей и узлов, анализировать комплект технологического оснащения для производства узла или агрегата ЛА, выбирать методы обеспечения взаимозаменяемости деталей при сборке ЛА, разрабатывать организационно-технические мероприятия по повышению производительности труда, качества продукции и улучшению условий труда на рабочем месте, работать на одном из видов технологического оборудования и производить его наладку, обслуживать рабочее место;

- иметь представление о прогрессивных направлениях развития конструкций ЛА, технологий, производственного оборудования, организации производства и технологических методах обеспечения заданного качества и надежности изделий.

Технологическая практика проводится в производственных отделах и цехах предприятия. В период практики обучающийся должен выполнять обязанности инженерно-технического работника под руководством опытного специалиста.

В качестве индивидуального задания обучающийся подробно изучает конструкцию одного из агрегатов ЛА, технологический процесс сборки или изготовления узла, агрегата, применяемое технологическое оборудование и оснастку. Объект изучения выбирается с помощью руководителя практики от предприятия или самостоятельно. Для изучения следует выбирать отсеки фюзеляжа ЛА, узлы и агрегаты НП, оперения, СУ, агрегаты системы управления, шасси и применяемые для их производства технологические процессы с учетом того, что подобные объекты могут быть предложены обучающемуся для совершенствования и модернизации при выполнении ВКР.

Руководитель практики от предприятия оказывает помощь обучающемуся в подборе технической документации и литературы для выполнения индивидуального задания, в организации экскурсий в смежные отделы и цеха предприятия.

Руководитель практики от университета проводит консультации с обучающимися по выбору объектов изучения и содержанию отчета, контролирует график выполнения программы практики, оказывает методическую помощь в подготовке отчета и доклада по результатам практики.

В период практики отделом технического обучения предприятия организуются лекции ведущих специалистов по проблемам и перспективам развития производства ЛА.

Примерная тематика и места экскурсий.

1 Сборочное производство.

2 Испытательный цех.

3 Отдел подготовки управляющих программ и вычислительный центр.

4 Центральная заводская лаборатория.

5 Механический цех.

6 Участки электрохимической, электроэрозионной, лазерной обработки.

7 Лаборатория сварки и сварочные производственные участки.

Основными базами практики обучающих являются:

- АО «ПО «Стрела»;

- Филиал ВПК «НПО машиностроения» - КБ «Орион»;

- ГНЦ ФГУП «Центр Келдыша»;

- ФГУП «ФЦДТ «Союз»;

- ФГУП «ЦЭНКИ» - КЦ «Южный»;

- ООО «НИК»;

- АО «ГосМКБ «Радуга» имени А.Я. Березняка»;

- кафедра летательных аппаратов и другие кафедры Аэрокосмического института ОГУ.

По окончании практики обучающий представляет руководителю практики от университета:

– индивидуальное задание на практику;

– рабочий график (план) проведения практики;

– дневник практики;

– письменный отчет, содержащий сведения о конкретно выполненной обучающимся работе в период практики.

Отчет по практике включает описание всех выполненных исследований. Содержание отчета должно быть согласовано с руководителем практики. Содержание отчета объемом от 15 до 20 страниц компьютерного текста с приложениями, в соответствии с индивидуальным заданием на практику. Все документы должны быть оформлены в соответствии с действующим стандартом СТО 02069024.101-2015 «Работы студенческие». Графический материал располагается в тексте, но допускается и отдельное его представление в виде приложений.

**4 Производственная, преддипломная практика**

Цель (цели) практики:

- приобретение студентом практических навыков и компетенций, необходимых для осуществления производственной деятельности в области производства авиационной техники;

- приобретение практических навыков представления итогов проделанной работы в виде отчетов, рефератов;

- развитие у студентов личностных качеств, способствующих их творческой активности и са-мостоятельности при проведении научно-производственных и научно-исследовательских работ.

- приобретение опыта самостоятельной профессиональной деятельности при выборе и освое-нии проблемно-ориентированных методов исследования, современного научно-исследовательского и испытательного оборудования и приборов.

Задачи:

- изучение и анализ научно-технической и патентной информации по производству ЛА в соответствии с темой ВКР;

- практическое освоение методов проведения научно-исследовательских, научно-производственных, экспериментальных и испытательных работ;

- изучение правил эксплуатации экспериментального, испытательного, измерительного и ис-следовательского оборудования;

- практическое применение методов планирования экспериментов, статистической обработки и анализа результатов экспериментов;

- изучение и разработка физических и математических моделей технологических процессов, применяемых при комплексной автоматизации производства ЛА;

- практическое ознакомление с правилами оформления результатов научных исследований, оформление отчёта, подготовка научных статей, тезисов докладов.

**Содержание практики**

№ 1 Подготовительный этап

Оформление документов, инструктаж по технике безопасности. Производственный инструктаж

№ 2 Научно-исследовательский этап

Выполнение научно-исследовательских заданий. Поиск и сбор материала

№ 3 Обработка и анализ полученной информации

Обработка и систематизация фактического и литературного материала

№ 4 Заключительный

Подготовка отчета по преддипломной практике (технологический раздел ВКР).

При направлении на преддипломную практику обучающемуся выдается задание на ВКР, в котором приводится содержание расчетно-пояснительной записки и перечень графических материалов.

В соответствии с темой ВКР обучающейся должен изучить следующие вопросы:

1 Современный уровень и тенденции развития ЛА, аналогичных по назначению разрабатыва-емому в ВКР.

2 Применяемые на предприятии методы и средства проектирования ЛА и технологической подготовки производства.

3 Прогрессивные технологии в производстве ЛА.

4 Организационная структура производственных подразделений предприятия: цехов, участ-ков, отделов.

5 Планировка производственных цехов предприятия

6 Направления повышения производительности и качества в производстве ЛА применительно к заданию на ВКР.

7 Экономические показатели производства.

8 Мероприятия по обеспечению безопасности труда и пожарной безопасности на предприя-тии.

В процессе прохождения практики должны применяться следующие научно-исследовательские и научно-производственные технологии: наблюдение, беседа, сбор, первичная обработка, систематизация и анализ материалов, описание полученного на практике опыта в отчете по практике. Технологии критического мышления, исследовательского обучения; коллективно-мыслительной деятельности; экспертная технология. В ходе практики постоянно осуществляется са-мостоятельная познавательная деятельность студентов как интерактивная образовательная техноло-гия.

Преддипломная практика проводится с индивидуальным распределением обучающихся по подразделениям предприятия в соответствии с темой ВКР. Для контроля прохождения преддиплом-ной практики и оказания методической помощи каждому обучающемуся назначается руководитель практики от предприятия.

Содержание преддипломной практики определяется заданием на ВКР, профилем деятельности подразделения, в котором проходит практика, требованиями к ВКР по направлению подготовки 24.03.04 Авиастроение.

В период преддипломной практики обучающиеся изучают и осваивают организацию работы проектно-конструкторского или технологического отдела; распределение работ по отдельным груп-пам и исполнителям, степень их ответственности за выполняемую работу, существующие нормы выработки; изучают вопросы оформления, проверки, регистрации, размножения технологической и проектной документации, внесения изменений в разработанную документацию; организацию хране-ния документации в архиве (библиотеке предприятия); получают навыки пользования справочника-ми, ГОСТами, нормалями и другими материалами, необходимыми в производственном процессе от-дела (цеха, предприятия).

Для подготовки к выполнению ВКР в течение преддипломной практики обучающиеся с по-мощью руководителя подбирают, изучают и систематизируют информационно-технические матери-алы, конструкторские и технологические документы, соответствующие содержанию задания на ВКР:

- сборочные чертежи узла, агрегата, отсека ЛА, разрабатываемого в конструкторской части ВКР;

- рабочий чертеж детали конструкции ЛА;

- чертежи технологической оснастки, стапеля, приспособления, испытательного стенда, ис-пользуемых в производстве выбранного изделия;

- комплект документов на технологический процесс сборки изделия, или обработки детали, а также директивные и типовые технологические процессы;

- экономические показатели: стоимость материалов, комплектующих, энергии, тарифы зара-ботной платы, расценки и нормы выполнения технологических операций, нормы накладных расхо-дов и др.;

- планировка производственного участка.

В результате изучения и анализа указанных материалов обучающейся намечает пути совершенствования конструкции изделия и технологических процессов, которые будут реализованы в ВКР.

По окончании практики обучающий представляет руководителю практики от университета:

– индивидуальное задание на практику;

– рабочий график (план) проведения практики;

– дневник практики;

– письменный отчет, содержащий сведения о конкретно выполненной обучающимся работе в период практики.

Отчет по практике включает описание всех выполненных исследований. Содержание отчета должно быть согласовано с руководителем практики. Содержание отчета объемом от 15 до 20 страниц компьютерного текста с приложениями, в соответствии с индивидуальным заданием на практику. Все документы должны быть оформлены в соответствии с действующим стандартом СТО 02069024.101-2015 «Работы студенческие». Графический материал располагается в тексте, но допускается и отдельное его представление в виде приложений.

**5 Производственная, научно-исследовательская работа**

Цель (цели) практики:

- приобретение студентом практических навыков и компетенций необходимых для осуществления научно-исследовательской деятельности в области автоматизированного проектирования и производства авиационной техники;

- закрепление и углубление теоретической подготовки по обработке и анализу результатов испытаний и экспериментальных исследований;

- приобретение практических навыков представления итогов проделанной работы в виде отчетов, рефератов, статей;

- развитие у студентов личностных качеств, способствующих их творческой активности и самостоятельности при проведении научно-исследовательских работ, практическое освоение методов проведения научных исследований;

- приобретение опыта самостоятельной профессиональной деятельности при выборе и освоении проблемно-ориентированных методов исследования, современного научно-исследовательского и испытательного оборудования и приборов.

Задачи:

- сбор, обработка, анализ и систематизация научно-технической и патентной информации по автоматизации производства летательных аппаратов в соответствии с темой выпускной квалификационной работой;

- выбор методик и средств решения задач научных исследований;

- разработка рабочих планов и программ проведения научных исследований и технических разработок, подготовка заданий для исполнителей;

- разработка методики и организация проведения научно-исследовательских, экспериментальных и испытательных работ, анализ их результатов;

- освоение экспериментального, испытательного, измерительного и исследовательского оборудования;

- освоение и применение методов планирования экспериментов, статистической обработки и анализа результатов экспериментов;

- разработка физических и математических моделей технологических процессов, применяемых при комплексной автоматизации производства ЛА;

- подготовка научно-технических отчетов, обзоров, публикаций по результатам выполненных исследований;

- практическое ознакомление с правилами оформления результатов научных исследований, оформление отчёта, подготовка научных статей, тезисов докладов.

**Содержание практики**

№ 1 Постановка цели

Определение целей и задач научно-исследовательской работы. Формирование темы научно-исследовательской работы. Аналитический обзор проблем комплексной автоматизации в производстве авиационной техники по выбранному направлению исследования. Сбор статистической информации для обоснования необходимости выполнения научно-исследовательской работы. Выбор методов исследования. Подготовка заявок на научное оборудование, приборы и специализированное программное обеспечение. Разработка программы исследования.

№ 2 Теоретическая части исследования

Разработка математических моделей и алгоритмов. Освоение специализированного программного обеспечения. Компьютерное моделирование и вычислительные эксперименты по исследованию объекта. Расчет экономической эффективности от внедрения результатов научно-исследовательской работы в производство.

№ 3 Экспериментальные исследования

Анализ и сопоставление полученных результатов. Уточнение теоретических положений. Формулировка выводов по работе. Разработка рекомендаций по внедрению результатов работы.

Научно-исследовательская работа выполняется обучающимся под руководством руководителя научно-исследовательской работы, который должен иметь учебную степень и (или) ученое звание и активно заниматься научной деятельностью. Руководитель обязан обеспечить организацию работы, ее качественную научную и методическую постановку, а также знание и соблюдение обучающим требований охраны труда и техники безопасности. Ответственность за качество организации научно-исследовательской работы несет руководитель научно-исследовательской работы. Содержание научно-исследовательской работы определяется руководителем и предполагает осуществление следующих видов работ:

- осуществление научно-исследовательских работ в рамках научной темы кафедры (сбор, анализ научно-теоретического материала, сбор эмпирических данных, интерпретация экспериментальных и эмпирических данных);

- участие в решение научно-исследовательских работ, выполняемых кафедрой в рамках договоров с образовательными учреждениями, исследовательскими коллективами;

- осуществление самостоятельного исследования по актуальной проблеме в рамках ВКР;

- ведение библиографической работы с привлечением современных информационных и коммуникационных технологий;

- подготовка статей и тезисов докладов к публикации;

- участие в конкурсах научно-исследовательских работ;

- участие в конференциях различного уровня с докладами;

- представлять итоги проделанной работы в виде отчетов, рефератов, статей, оформленных в соответствии с имеющимися требованиями, с привлечением современных средств редактирования и печати.

На научно-исследовательскую работу составляется план работы. Основное содержание научно-исследовательской работы отражается в индивидуальном плане. Задачи и содержание научно-исследовательской работы должны быть сформулированы одновременно с заполнением содержания образовательной части программы индивидуального плана.

Местом проведения научно-исследовательской работы являются учебные и научные лаборатории и компьютерные классы кафедр Аэрокосмического института ОГУ, а также производственные подразделения базовых предприятий, заинтересованных во внедрении результатов научно-исследовательской работы.

На выполнение научно-исследовательской работы каждому обучающемуся разрабатывается график и индивидуальный план, разделы которого соответствуют тематике ВКР. В индивидуальный план научно-исследовательской работы включаются следующие виды и этапы деятельности обучающегося:

- изучение специальной литературы и научно-технической информации, анализ достижений отечественной и зарубежной науки и техники в области авиастроения, проектирования и производства ЛА;

- участие в проведении научных исследований или выполнении технических разработок;

- осуществление сбора, обработки, анализа и систематизации научно-технической информации по теме ВКР;

- участие в стендовых и промышленных испытаниях опытных образцов проектируемых изделий и технологических процессов;

- составление отчетов по выполняемым исследованиям;

- подготовка докладов и выступлений на конференциях.

По окончании практики обучающий представляет руководителю практики от университета:

– индивидуальное задание на практику;

– рабочий график (план) проведения практики;

– дневник практики;

– письменный отчет, содержащий сведения о конкретно выполненной обучающимся работе в период практики.

Отчет по практике включает описание всех выполненных исследований. Содержание отчета должно быть согласовано с руководителем практики. Содержание отчета объемом от 15 до 20 страниц компьютерного текста с приложениями, в соответствии с индивидуальным заданием на практику. Все документы должны быть оформлены в соответствии с действующим стандартом СТО 02069024.101-2015 «Работы студенческие». Графический материал располагается в тексте, но допускается и отдельное его представление в виде приложений.

**6 Учебно-методическое и информационное обеспечение практик**

**6.1 Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет, необходимых для проведения практик**

1. Белов, С. В. Аэродинамика и динамика полета [электронный ресурс] учебное пособие / С. В. Белов, А. В. Гордиенко, В. Д. Проскурин; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург : ОГУ, 2014.

2. Припадчев, А.Д. Комплексный экономический анализ парка воздушных судов: учебное пособие / А.Д. Припадчев, Н.З. Султанов, Л.В. Припадчева. - Оренбург: ОГУ, 2012. - 131 с. - ISBN 978-5-93883-216-9.

3. Припадчев, А.Д. Методика экономической оценки пассажирских самолетов: учебное пособие / А.Д. Припадчев, Н.З. Султанов, Т.Н. Шаталова, О.А. Тихонова. - Оренбург: ГОУ ОГУ, 2009. - 127 с. - ISBN 978-5-7410-0876-8.

4. Припадчев, А.Д. Методы практической аэродинамики при автоматизированном проектировании системы несущих поверхностей летательного аппарата: учебное пособие / А.Д. Припадчев, А.А. Горбунов. - Оренбург: ОГУ, 2015. - 145 с. - ISBN 978-5-7410-1479-0.

5. Припадчев, А.Д. Основы программирования фрезерной обработки деталей на станках с ЧПУ в системе "Sinumerik": учебное пособие / А.Д. Припадчев, А.Н. Поляков, А.Н. Гончаров, А.И. Сердюк. - Оренбург: ОГУ, 2015. - 198 с. - ISBN 978-5-4417-0444-4.

6. Припадчев, А.Д. Технология выполнения паяных соединений: учебное пособие / А.Д. Припадчев, Н.З. Султанов, А.А. Горбунов. - Оренбург: ОГУ, 2015. - 133 с. - ISBN 978-5-7410-1478-3.

7. Припадчев, А.Д. Аэродинамика элементов летательных аппаратов: учебное пособие / А.Д. Припадчев, А.А. Горбунов. - Оренбург: ОГУ, 2016. - 111 с.

8. Припадчев, А.Д. Исследовательская деятельность в выпускных квалификационных работах: учебное пособие / А.Д. Припадчев, И.С. Быкова, В.Д. Проскурин, А.А. Горбунов. - Оренбург: ОГУ, 2016. - 176 с.

9. Припадчев, А.Д. Оценка стоимости научно-исследовательских работ в авиастроении: учебное пособие / А.Д. Припадчев, А.А. Горбунов. - Оренбург: ОГУ, 2016. - 130 с. - ISBN 978-5-7410-1653-4.

10. Белоновская, И. Д. Технологии бережливого производства в автоматизированном машино- и авиастроении [Текст] : учебное пособие / И. Д. Белоновская, Е. М. Езерская, А. И. Сердюк; М-во науки и высш. образования Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Оренбург : Университет, 2019. - 143 с. : ил.; 8,875 печ. л. - Библиогр. в конце разд. - ISBN 978-5-4417-0773-2.

11. Белоновская, И. Д. Прототипирование как педагогическая технология в целевом обучении студентов инженерно-технических направлений подготовки [Электронный ресурс] : методические указания для обучающихся по программам высшего образования по направлениям подготовки 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств и 24.03.04 Авиастроение / И. Д. Белоновская, Е. М. Езерская; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Оренбург : ОГУ. - 2017. - 33 с- Загл. с тит. экрана.

12. Белоновская, И. Д. Технологии командного взаимодействия в учебно-производственной деятельности студентов инженерно-технических направлений подготовки [Текст] : учебное пособие для обучающихся по образовательным программам высшего образования по направлениям подготовки 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств,15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств, 15.03.06 Мехатроника и робототехника, 24.03.04 Авиастроение / И. Д. Белоновская, А. И. Сердюк, Е. М. Езерская; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Оренбург : ОГУ, 2018. - 157 с. : ил.; 5,23 печ. л. - (Новые кадры для оборонно-промышленного комплекса). - Библиогр.: с. 141-149. - Прил.: с. 150-157. - ISBN 978-5-7410-1912-2.Содержание

13. Припадчев, А.Д. Сборочные процессы элементов летательных аппаратов: учебное пособие / А.Д. Припадчев, А.А. Горбунов; Оренбургский гос. ун-т. - Оренбург : ОГУ, 2017.

14. Припадчев А. Д., Горбунов А. А. Электронный курс лекций в презентациях "Технология сборки конструкций летательного аппарата", Регистрационный номер: 1460, зарегистрировано в УФЭР ОГУ, 2017.

15. Припадчев А. Д., Горбунов А. А. Электронный курс лекций в презентациях "Системный анализ сложных технических систем", Регистрационный номер: 1468, зарегистрировано в УФЭР ОГУ, 2017.

16. Припадчев, А.Д. AutoCopter 1.0 - автоматизированное проектирование мультикоптерной платформы. Свидетельство о гос. регистрации программы для ЭВМ № 2018611056 Российская Федерация; правообладатель Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. проф. образования "Оренбург. гос. ун-т".-№ 2017662395; заявл. 30.11.2017; зарегистрировано в реестре программ для ЭВМ 23.01.18.-1 с.

17. Припадчев, А.Д. Авиационные работы по внесению химических веществ на основе информационных технологий: монография / А.Д. Припадчев, А.А. Горбунов; Оренбургский гос. ун-т. - Оренбург: ОГУ, 2018.

18. Горбунов, А.А. Автоматизированный синтез проектных и конструкторских параметров крыла магистрального воздушного судна [Электронный ресурс]: монография / А. А. Горбунов, А. Д. Припадчев; М-во науки и высш. образования Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Оренбург: ОГУ. - 2018. - 195 с- Загл. с тит. экрана.

19. Горбунов, А.А. Аналитические методы расчета аэродинамических характеристик и коэффициентов летательного аппарата [Электронный ресурс]: электронный курс лекций / А.А. Горбунов, А.Д. Припадчев, Я.В. Кондров; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Оренбург: ОГУ. - 2018. - 4 с- Загл. с тит. экрана.

20. Характеристики прямоточных воздушно-реактивных двигателей [Электронный ресурс]: учебное пособие для обучающихся по образовательным программам высшего образования по направлениям подготовки 24.03.01 Ракетные комплексы и космонавтика и 24.03.04 Авиастроение / [Е.В. Осипов и др.]; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Оренбург: ОГУ. - 2018. - 128 с- Загл. с тит. экрана.

21. Припадчев, А. Д. Проектирование самолетов [Электронный ресурс] : компьютерный лабораторный практикум / А. Д. Припадчев, А. А. Горбунов, Я. В. Кондров; М-во науки и высш. образования Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Оренбург : ОГУ. - 2018. - 4 с- Загл. с тит. экрана.

22. Основы устройства летательных аппаратов [Электронный ресурс]: электронный курс лекций / А. Д. Припадчев [и др.]; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Оренбург : ОГУ. - 2018. - 4 с- Загл. с тит. экрана.

23. Припадчев, А. Д. Проектирование воздушных судов [Электронный ресурс] : электронный курс лекций / А. Д. Припадчев, А. А. Горбунов, Я. В. Кондров; М-во науки и высш. образования Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Оренбург : ОГУ. - 2018. - 4 с- Загл. с тит. экрана.

24. Горбунов, А.А. Аэродинамика управляющих поверхностей [Электронный ресурс] : электронный курс лекций / А. А. Горбунов, А. Д. Припадчев; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Оренбург : ОГУ. - 2017. - 4 с- Загл. с тит. экрана.

25. Горбунов, А.А. Аэродинамика управляющих поверхностей летательного аппарата [Электронный ресурс]: учебное пособие для студентов, обучающихся по программам высшего образования по направлениям подготовки 24.04.04 Авиастроение и 24.04.01 Ракетные комплексы и космонавтика / А. А. Горбунов, А. Д. Припадчев; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Оренбург: ОГУ. - 2017. - 96 с- Загл. с тит. Экрана

26. Горбунов, А. А. Динамика взлета и посадки летательного аппарата [Электронный ресурс] : учебное пособие для обучающихся по образовательной программе высшего образования по направлению подготовки 24.03.04 Авиастроение / А. А. Горбунов, А. Д. Припадчев; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Оренбург : ОГУ. - 2017. - 101 с- Загл. с тит. экрана.

27. Программа отображения курса лекций по конструкции скоростных ЛА и особенностям их прочностных расчетов [Электронный ресурс]: свидетельство о гос. регистрации программы для ЭВМ / Быкова И. С., Припадчев А. Д., Горбунов А. А.; правообладатель Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Оренбург. гос. ун-т".- № 2018612192заявл. 07.03.2018зарегистрировано в реестре программ для ЭВМ 23.04.2018. - 2018. - 1 с.

28. Программа отображения курса лекций по технической термодинамике [Электронный ресурс]: свидетельство о гос. регистрации программы для ЭВМ / Быкова И. С., Припадчев А. Д., Горбунов А. А.; правообладатель Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Оренбург. гос. ун-т".- № 2018612193заявл. 07.03.2018зарегистрировано в реестре программ для ЭВМ 23.04.2018. - 2018. - 1 с.

29. Горбунов, А.А. Аэродинамика управляющих поверхностей летательного аппарата [Текст]: учебное пособие для студентов, обучающихся по программам высшего образования по направлениям подготовки 24.04.04 Авиастроение и 24.04.01 Ракетные комплексы и космонавтика / А. А. Горбунов, А.Д. Припадчев; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Оренбург : ОГУ, 2018. - 96 с. : ил.; 2,93 печ. л. - (Новые кадры для оборонно-промышленного комплекса). - Библиогр.: с. 96-97. - ISBN 978-5-7410-1916-0.Содержание

30. Горбунов, А.А. Методы практической аэродинамики при автоматизированном проектировании системы несущих поверхностей летательного аппарата [Текст]: учебное пособие для студентов, обучающихся по программам высшего образования по направлению подготовки 24.04.01 Ракетные комплексы и космонавтика / А. А. Горбунов, А. Д. Припадчев; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Оренбург: ОГУ, 2018. - 145 с.: ил.; 3,85 печ. л. - (Новые кадры для оборонно-промышленного комплекса). - Библиогр.: с. 135-137. - Прил.: с. 138-145. - ISBN 978-5-7410-1941-2.Содержание

31. Горбунов, А. А. Системный анализ в авиационном кластере [Электронный ресурс] : электронный курс лекций / А. А. Горбунов, А. Д. Припадчев, Я. В. Кондров; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Оренбург : ОГУ. - 2018. - 4 с- Загл. с тит. экрана.

32. Горбунов, А. А. Технология сборки металлических и композиционных конструкций летательного аппарата [Электронный ресурс] : электронный курс лекций / А. А. Горбунов, А. Д. Припадчев, Я. В. Кондров; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Оренбург : ОГУ. - 2018. - 4 с- Загл. с тит. экрана.

33. Припадчев, А.Д. Программа отображения курса лекций по основам устройства летательного аппарата [Электронный ресурс]: свидетельство о гос. регистрации программы для ЭВМ / Припадчев А.Д., Горбунов А.А., Кондров Я.В.; правообладатель Федеральное гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Оренбург. гос. ун-т".- № 2018616218заявл. 15.06.2018зарегистрировано в реестре программ для ЭВМ 16.07.2018. - 2018. - 1 с.

34. Шатров, Я.Т. Обеспечение экологической безопасности ракетно-космической дея-тельности: учеб.-метод. пособие / Я. Т. Шатров. Виды и масштабы воздействия РКТ на окру-жающую среду. Нормативное и правовое обеспечение экологической безопасности. Трассы пусков и районы падения отделяющих частей ракет-носителей. Нейтрализация токсичных ракетных топлив. Проектно-конструкторские решения. - Королев : ЦНИИмаш, 2010, Ч.1 - 261 с.

35 Шатров, Я.Т. Обеспечение экологической безопасности ракетно-космической дея-тельности: учеб.-метод. пособие / Я. Т. Шатров. Экономические и производственные аспекты. Экологический мониторинг. Методические подходы, методики и результаты оценок экологической безопасности средств выведения. - Королев : ЦНИИмаш, 2010, Ч.2 - 222 с.

36. Шатров, Я.Т. Обеспечение экологической безопасности ракетно-космической дея-тельности: учеб.-метод. пособие / Я. Т. Шатров. Типовые примеры реализации отдельных практических задач. Общий перечень рекомендуемой литературы. Приложения. - Королев : ЦНИИ-маш, 2010,Ч.3 - 308 с.

37. Холодкова, А.Г. Технологическая оснастка: учеб. для студ. вузов. М.: Академия, 2008.- 366 с.

38. Тестоедов Н.А., Технология производства космических аппаратов. Учебник / Н.А. Тестоедов, М.М. Михнев, А.Е. Михеев и др. – Красноярск, сиб. Гос. Аэрокосмич. Ун-т, 2009. 325 с.

39. www.ingener.info – сайт по автоматизации машиностроительного производства.

40. www.rekord-eng.com – сайт ООО «Рекорд-инжиниринг». Разработка систем автоматизации технологических процессов производства.

41. Официальный сайт Министерства образования и науки РФ (http://mon.gov.ru/).

42. Официальный сайт Федеральной службы по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам (Роспатент) (http://www.rupto.ru/).

43. Официальный сайт Федерального государственного бюджетного учреждения «Федеральный Институт промышленной собственности» (http://www1.fips.ru).

44. Электронная библиотека Регионального портала образовательного сообщества Оренуржья (http://www.orenport.ru/).

45. Научная библиотека Оренбургского государственного университета (http://artlib.osu.ru).

46. Электронная научная библиотека (https://elibrary.ru).

47. http://bigor.bmstu.ru/?cnt/?doc=MPSU/base.cou - гиперссылочный учебник «Микропроцессорные системы управления в робототехнике и мехатронике» Организация-разработчик: Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана.

48. www.sapr.ru – Web – сервер журнала САПР и графика

49. www.книат.рф/ - сайт Открытого Акционерного Общества «Технопарк промышленных технологий «Инновационно-технологический центр «КНИАТ» (ОАО «КНИАТ») (ранее Казанский НИИ авиационной технологии)

50. www.niat.ru/ сайт ОАО «НИАТ» (Национальный институт авиационных технологий)

51. www.citforum.ru/ - портал аналитических и научных статей в области информационных технологий.

**6.2 Перечень информационных технологий, используемых при проведении практик, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

В процессе организации практики руководителем от выпускающей кафедры и руководителем от предприятия (организации) должны применяться современные информационные технологии:

1) мультимедийные технологии при проведении ознакомительных консультаций и инструктажа обучающихся;

2) дистанционная форма консультаций во время прохождения конкретных этапов практики и подготовки отчета, которая обеспечивается выходом в глобальную сеть Интернет, поисковыми системами, системами электронной почты;

3) компьютерные технологии и программные продукты:

- операционная система Microsoft Windows;

- Open Office/LibreOffice - свободный офисный пакет программ, включающий в себя тек-стовый и табличный редакторы, редактор презентаций и другие офисные приложения;

- система трехмерного моделирования КОМПАС-3D;

- средство для разработки программного обеспечения Visual Studio.