

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего  
образования  
"САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ"

Кафедра № 11

УТВЕРЖДАЮ

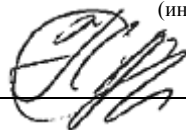
Руководитель направления

доц., к.т.н., доц.

(должность, уч. степень, звание)

Н.А. Овчинникова

(инициалы, фамилия)



(подпись)

« 22 » 06 2023 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ


«Системы автоматизированного проектирования базовых элементов АО»  
(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	25.05.02
Наименование направления подготовки/ специальности	Техническая эксплуатация и восстановление электросистем и пилотажно-навигационных комплексов боевых летательных аппаратов
Наименование направленности	Техническая эксплуатация и ремонт авиационных электросистем и пилотажно-навигационных комплексов
Форма обучения	очная

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

доц., к.т.н., доц.  
(должность, уч. степень, звание)

  
15.05.2023  
(подпись, дата)

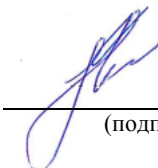
В.В.Перлюк  
(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 11

«\_15\_» \_\_05\_\_ 2023\_ г, протокол № \_\_9\_\_

Заведующий кафедрой № 11

д.т.н., доц.  
(уч. степень, звание)

  
15.05.2023  
(подпись, дата)

Н.Н. Майоров  
(инициалы, фамилия)

Ответственный за ОП ВО 25.05.02(02)


доц., к.т.н.  
(должность, уч. степень, звание)

  
15.05.2023  
(подпись, дата)

Н.А. Овчинникова  
(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №1 по методической работе

\_\_\_\_\_  
(должность, уч. степень, звание)

  
15.05.2023  
(подпись, дата)

В.Е. Таратун  
(инициалы, фамилия)

## Аннотация

Дисциплина «Системы автоматизированного проектирования базовых элементов АО» входит в образовательную программу высшего образования – программу специалитета по направлению подготовки/ специальности 25.05.02 «Техническая эксплуатация и восстановление электросистем и пилотажно-навигационных комплексов боевых летательных аппаратов » направленности «Техническая эксплуатация и ремонт авиационных электросистем и пилотажно-навигационных комплексов». Дисциплина реализуется кафедрой «№11».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ПК-2 «Способность разрабатывать материалы технического предложения, аванпроекта, эскизного проекта, макета летательного аппарата»

ПК-4 «Способность разрабатывать чертежи, схемы и электронные модели особо сложных систем комплексов и систем бортового оборудования авиационных комплексов»

ПК-5 «Способность контролировать соблюдение нормативно-технических, организационных и технологических требований к процессам технической эксплуатации, управлять качеством технического обслуживания и ремонта авиационных электросистем и пилотажно-навигационных комплексов»

ПК-7 «Способность координировать и контролировать методическое и организационное обеспечение испытаний авиационной техники»

ПК-8 «Способность координировать и контролировать техническое обеспечение проведения испытаний авиационной техники»

ПК-10 «Способность разрабатывать рабочие планы и программы проведения научных исследований, готовить задания для исполнителей, обрабатывать и анализировать полученные результаты»

ПК-11 «Способность выполнять подготовку научно-технических отчетов, обзоров, публикаций по результатам выполненных исследований»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с с формированием у студентов знаний об основах функционирования систем автоматизированного проектирования и навыков работы с системами автоматизации инженерной деятельности. Она должна дать представление об основах компьютерных технологий решения задач проектирования, об алгоритмах и особенностях программ (Labview, Autodesk Inventor, Ansys) и методов интеллектуального анализа данных Datamining по реализации рассматриваемых задач проектирования базовых элементов авиационного оборудования.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, лабораторные работы, практические занятия, самостоятельная работа обучающегося, консультации, курсовое проектирование.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация в форме дифференцированного зачета. Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

Язык обучения по дисциплине «русский».

# 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

## 1.1. Цели преподавания дисциплины

Целью изучения дисциплины «Системы автоматизированного проектирования базовых элементов АО» является: способствование освоению студентами знаний и умений расчета и проектирования деталей, элементов и устройств, основанных на различных физических принципах действия; выработке умений применять современные программные средства для разработки и редакции проектно-конструкторской и технологической документации, использовать знания основных методов искусственного интеллекта, уметь разрабатывать информационное и техническое обеспечение интеллектуальных систем обработки информации и управления, владеть элементами начертательной геометрии, инженерной графики, современными системами автоматизации компьютерного конструирования.

Основными задачами дисциплины является освоение студентами методов оценки ситуации и принятия решений в организационных и технических системах; владение навыками самостоятельной научно-исследовательской деятельности, требующими широкого образования в соответствующем направлении. Данная дисциплина позволяет привить студентам знания и умения, необходимые для обеспечения безотказной работы систем автоматизации, основные навыки работы с сложными аэрокосмическими системами.

Изучение данной дисциплины позволяет существенно повысить качество подготовки специалистов для последующей практической работы в области проектирования и эксплуатации сложных аэрокосмических технических систем.

1.2. Дисциплина входит в состав части, формируемой участниками образовательных отношений, образовательной программы высшего образования (далее – ОП ВО).

1.3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП ВО.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями или их частями. Компетенции и индикаторы их достижения приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень компетенций и индикаторов их достижения

Категория (группа) компетенции	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Профессиональные компетенции	ПК-2 Способность разрабатывать материалы технического предложения, аванпроекта, эскизного проекта, макета летательного аппарата	ПК-2.У.1 уметь разрабатывать схемы, общие компоновки и теоретические увязки отдельных элементов конструкций на основании эскизных проектов ПК-2.У.2 уметь разрабатывать макеты изделия и его составных частей ПК-2.У.3 уметь разрабатывать схемы, спецификации, ведомости и таблицы, пояснительные записки по системам бортового оборудования ПК-2.В.1 владеть навыками разработки исходных данных для проектирования комплекса бортового оборудования летательного аппарата
Профессиональные компетенции	ПК-4 Способность разрабатывать	ПК-4.У.1 уметь разрабатывать чертежи или электронные макеты изделия и его составных

	чертежи, схемы и электронные модели особо сложных систем комплексов и систем бортового оборудования авиационных комплексов	частей; разрабатывать чертежи сложных деталей по эскизным документам; создавать математические модели сложных схем ПК-4.В.1 владеть навыками проверки рабочих проектов и контроля чертежей по системам бортового оборудования
Профессиональные компетенции	ПК-5 Способность контролировать соблюдение нормативно-технических, организационных и технологических требований к процессам технической эксплуатации, управлять качеством технического обслуживания и ремонта авиационных электросистем и пилотажно-навигационных комплексов	ПК-5.3.2 знать нормативно-техническую документацию по проектированию, созданию и ремонту бортового оборудования летательных аппаратов
Профессиональные компетенции	ПК-7 Способность координировать и контролировать методическое и организационное обеспечение испытаний авиационной техники	ПК-7.3.1 знать конструктивные особенности и режимы работы испытываемой авиационной техники; методы исследований, проектирования и проведения экспериментальных работ при испытаниях ПК-7.У.1 уметь формировать заключение по результатам испытаний, предложения и рекомендации по конструктивной доработке авиационной техники, по корректировке программ и методик испытаний
Профессиональные компетенции	ПК-8 Способность координировать и контролировать техническое обеспечение проведения испытаний авиационной техники	ПК-8.3.1 знать назначение, состав, конструкцию, принцип работы, условия монтажа и особенности технической эксплуатации испытательных стендов и испытываемой авиационной техники;
Профессиональные компетенции	ПК-10 Способность разрабатывать рабочие планы и	ПК-10.3.1 знать основные технические характеристики экспериментальных установок ПК-10.В.1 владеть технологией обработки

	программы проведения научных исследований, готовить задания для исполнителей, обрабатывать и анализировать полученные результаты	информации с использованием вычислительной техники; навыками анализа результатов эксперимента
Профессиональные компетенции	ПК-11 Способность выполнять подготовку научно-технических отчетов, обзоров, публикаций по результатам выполненных исследований	ПК-11.У.1 уметь проводить сбор, обработку, анализ и систематизацию научно-технической информации по теме исследования

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина базируется на знаниях, ранее приобретенных обучающимися при изучении следующих дисциплин:

- Цифровые информационно- управляющие системы,
- Информационные технологии,
- Надежность и техническая диагностика,
- Основы теории вероятностей и математической статистики,
- Автоматика и управление,
- Автоматизация систем эксплуатации авиационной техники,
- Авиационные приборы и информационно- измерительные системы.

Знания, полученные при изучении материала данной дисциплины, имеют как самостоятельное значение, так и используются при изучении других дисциплин:

- Системы автоматического управления полетом,
- Авиационные тренажеры и виртуальные ОС.

## 3. Объем и трудоемкость дисциплины

Данные об общем объеме дисциплины, трудоемкости отдельных видов учебной работы по дисциплине (и распределение этой трудоемкости по семестрам) представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Объем и трудоемкость дисциплины

Вид учебной работы	Всего	Трудоемкость по семестрам
		№8
1	2	3
<b>Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)</b>	3/ 108	3/ 108
<b>Из них часов практической подготовки</b>	51	51

<b>Аудиторные занятия</b> , всего час.	68	68
в том числе:		
лекции (Л), (час)	17	17
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)	17	17
лабораторные работы (ЛР), (час)	17	17
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)	17	17
экзамен, (час)		
<b>Самостоятельная работа</b> , всего (час)	40	40
<b>Вид промежуточной аттестации:</b> зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.**)	Дифф. Зач.	Дифф. Зач.

Примечание: \*\* кандидатский экзамен

#### 4. Содержание дисциплины

4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий.

Разделы, темы дисциплины и их трудоемкость приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Разделы, темы дисциплины и их трудоемкость

Разделы, темы дисциплины	Лекции (час)	ПЗ (СЗ)	ЛР (час)	КП (час)	СРС (час)
<b>Семестр 8</b>					
Раздел 1. Введение. Принципы и задачи проектирования.	2	2	2	2	4
Раздел 2. Основы современных методов автоматизированного проектирования	4	4	4	4	6
Раздел 3. Интеграция средств автоматизации проектирования	3	3	3	3	6
Раздел 4. Направления разработки современных бортовых систем авионики с искусственным интеллектом	4	4	4	4	7
Раздел 5. Проблемы больших объемов данных при анализе комплексов авионики как сложных систем	2	2	2	2	7
Раздел 6 Средства отображения информации. Экспериментальные установки	2	2	2	2	10
Выполнение курсовой работы				17	
Итого: Итого в семестре:	17	17	17	17	40

Практическая подготовка заключается в непосредственном выполнении обучающимися определенных трудовых функций, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

4.2. Содержание разделов и тем лекционных занятий.

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 4.

Таблица 4 – Содержание разделов и тем лекционных занятий

Номер раздела	Название и содержание разделов и тем лекционных занятий
<p><b><u>Раздел 1.</u></b>  <b>Введение. Принципы и задачи проектирования</b></p>	<p>Основные понятия и определения: САПР, САПР ТП, КСАП, проектирование, объект проектирования, проект, описания объекта проектирования. Задачи автоматизации и актуальность проблемы автоматизированного проектирования технологических процессов. Классификация САПР: по применениям, по целевому назначению, по функциональным возможностям</p>
<p><b><u>Раздел 2.</u></b> Основы современных методов автоматизированного проектирования</p>	<p>Структура САПР. Системный подход в проектировании. Нисходящее, восходящее и смешанное проектирование. Структура процесса проектирования: иерархические уровни, аспекты описания, стадии проектирования. Проектные процедуры, операции, маршруты проектирования. Типовые проектные процедуры. Принципы автоматизированного проектирования. Составляющие комплекса средств автоматизации проектирования. Виды обеспечения САПР: техническое, программное, математическое, информационное, лингвистическое, организационное, методическое. Группы технического обеспечения САПР, классификация ЭВМ. Платформы ЭВМ, структура программного обеспечения. Моделирование в САПР, виды математического моделирования. Задачи математического обеспечения, оптимизация в проектировании. Формы хранения информации, файлы, базы данных. Виды баз данных, основы реляционных баз данных. Встроенные в САПР языки программирования. Методы описания технологической информации: способы кодирования, языки описания. Вычислительные сети САПР: требования, классификация, состав и структура.</p>
<p><b><u>Раздел 3.</u></b> Интеграция средств автоматизации проектирования</p>	<p>Состояние современного рынка САПР и перспективы развития. Интеграция CAD и CAM: интеграция и совместимость, обмен информацией, ассоциативность геометрической и технологической модели. Проблемы, возникающие при интеграции CAD и CAM. Системы управления проектами (PDM): задачи систем управления базами данных об изделии, функциональность PDM, преимущества внедрения PDM. Интегрированные системы управления предприятием (интегрированное компьютерное производство). Системы ERP, MRP. Структура ERP, важные компоненты ERP и принципы функционирования. Преимущества внедрения ERP и MRP, предпосылки для внедрения. CALS-технологии: определение, актуальность, структура. Основные стандарты CALS, предпосылки использования CALS. CALS и PLM. Обзор наиболее распространённых отечественных и зарубежных САПР, крупнейшие компании – производители САПР. Новые направления развития: виртуальная инженерия, перспективные платформы и технические средства.</p> <p>Место САПР в АСТПП. Технологическая подготовка производства: основные понятия и определения. Методы реализации технологической подготовки производства. Способы автоматизации ТПП, структура различных АСТПП.</p>



	<p>Современные подходы к автоматизации ТПП. Системы классов САПР и САМ. Методы автоматизированного проектирования технологических процессов. Автоматизированная подготовка управляющих программ для оборудования с ЧПУ.</p> <p>Технологии интеграции отдельных этапов жизненного цикла бортовых систем (технология Блокчейн).</p>
<p><b>Раздел 4.</b> <b>Направления разработки современных бортовых систем авионики с искусственным интеллектом</b></p>	<p>Современные тенденции развития бортовых систем авионики, их связь с дальнейшей интеллектуализацией, основанной на технологиях обработки знаний для автоматизации функций управления и поддержки действий экипажа как в нормальных, так и в нештатных ситуациях, возникающих в процессе полета. Интеллектуальная обработка измерительной и видеоинформации, непрерывное предоставление экипажу точного, достоверного и целостного образа окружающей обстановки независимо от погодных условий и времени суток.</p> <p>Автоматизация задач управления в сложных ситуациях, развитие бортового оборудования беспилотных летательных аппаратов, дополнение функций бортового оборудования дронов</p>
<p><b>Раздел 5. Проблемы больших объемов данных при анализе комплексов авионики как сложных систем</b></p>	<p>Самодиагностика бортового приборного оборудования воздушного судна. Обработка данных испытаний. Развитие интегрированной модульной авионики. Повышение ситуационной осведомленности пилота.</p>
<p><b>Раздел 6 Средства отображения информации. Экспериментальные установки</b></p>	<p>Основные детали устройств. Задачи расчёта, примеры устройств, определение и задачи расчёта приводов и позиционирующих устройств. Определение, примеры экспериментальных установок. Оптимизация человеко-машинного интерфейса в контуре пилот-воздушное судно. Создание испытательных стендов и тренажерного оборудования нового поколения.</p>

#### 4.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Практические занятия и их трудоемкость

п/п	Темы практических занятий	Формы практических занятий	Трудоемкость, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 8				
	Построение геометрических моделей при подготовке исходной информации в САПР компьютерного проектирования приборов и систем.	Выполнение практических занятий	4	3
	Подготовка исходной технологической информации в САПР компьютерного проектирования приборов и систем с использованием методов искусственного интеллекта	Выполнение практических занятий	4	4
	Разработка алгоритма выбора	Выполнение	4	5

	оптимальной схемы обработки элементов приборов	практических занятий		
	Разработка интеллектуальной базы данных для решения технологических задач	Выполнение практических занятий	5	6
Всего:			17	

#### 4.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 8			
1	Формализованное представление исходной информации в САПР элементов авиационного оборудования	2	1
2	Использование подсистем САПР для создания конструкторской документации	3	2
3	Прочностной анализ конструкций	4	2
4	Проектирование жизненного цикла изделия и вопросы ресурсоэффективности в САПР Dassault System SolidWorks	2	3
5	Разработка прикладного программного обеспечения для конкретных конструкторских задач	2	4
6	Поиск скрытых зависимостей в задачах прогноза и обнаружения неисправностей на основе технологии интеллектуального анализа больших данных BigData	4	5
Всего:		17	

#### 4.5. Курсовое проектирование/ выполнение курсовой работы

Цель курсовой работы:

Часов практической подготовки:

Примерные темы заданий на курсовую работу приведены в разделе 10 РПД.

#### 4.6. Самостоятельная работа обучающихся

Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

Вид самостоятельной работы	Всего, час	Семестр 8, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	10	10
Курсовое проектирование (КП, КР)	15	15
Расчетно-графические задания (РГЗ)	5	5

Выполнение реферата (Р)		
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	5	5
Домашнее задание (ДЗ)		
Контрольные работы заочников (КРЗ)		
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	5	5
Всего:	40	40

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)  
Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в п.п. 7-11.

6. Перечень печатных и электронных учебных изданий  
Перечень печатных и электронных учебных изданий приведен в таблице 8.  
Таблица 8– Перечень печатных и электронных учебных изданий

Шифр/ URL адрес	Библиографическая ссылка	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
<b>634.7 А 75</b>	А. А. Алямовский, Е. В. Одинцов, Н. Б. Пономарев, А. А. Собачкин. SolidWorks. Компьютерное моделирование в инженерной практике БХВ-Петербург, 2015	20
<b>462.9 Н75</b>	Норенков И.П. Основы автоматизированного проектирования: Учеб. для вузов. 2-е . М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана 2012	10
<b>010 К-7</b>	А. Капустин Искусственный интеллект в авиации/ Наука и инновации, №9, 2019, с.21-28	5
<b>037.5 П-17</b>	Ю.А.Пугачев Интеллектуальные бортовые системы перспективных летательных аппаратов. /Вопросы авионики №3 2020	5
<b>345.8 Р43</b>	Разевиг В.Д. Система схемотехнического моделирования Micro-Cap 7.- М.:СК Пресс,2017	20
<b>634.7 Н 75</b>	Носов В.В. Диагностика машин и оборудования : Учебное пособие 2012, 2-е изд. Испр и доп, «Лань», СПб, - 384 с.	20
<b>067-2 Ж-74</b>	С.Ю., Жерлов Е.А., Федун Б.Е. Интеллектуализация системообразующего ядра летательного аппарата. - XII Всероссийское совещание по проблемам управления, ИСПУ, М., -2014	8
<b>023.5 Г-6</b>	В.Ф.Грибков, Б.Е.Федунов Бортовая информационная интеллектуальная система “Ситуационная осведомленность экипажа” // в кн. Интеллектуальные системы управления, М., Машиностроение, 2010. с.108-116	5
<b>004.9 Н 92</b>	Носов В.В. Внедрение информационных технологий в процесс изучения технических дисциплин. / Современное машиностроение. Наука и образование: материалы 2-й международной научно-практической конференции. /–	25

	СПб.:Изд-во Политехн. ун-та, 2012. – 846 с. С. 108-116.	
<b>629.7 А75</b>	.Артоболевский И.И. Теория механизмов и машин. М.:Наука, 2005.638 с.	30
<b>5-279- 02155-5</b>	Измерения в промышленности: Справ. изд./ Под ред. П. Профоса. Пер. с нем.М.: Металлургия, 2008. 648 с.	30
<b>629.7 К75</b>	Конструирование приборов. В 2-х кн./ Под ред. В.Краузе: Пер. с нем. В.Н. Пальянова: Под ред. О.Ф. Тищенко. М.: Машиностроение, 2007.- 760 с.	25

7. Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины приведен в таблице 9.

Таблица 9 – Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

URL адрес	Наименование
<a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>	Единое окно доступа к образовательным ресурсам
<a href="http://www.raai.org">http://www.raai.org</a>	Российская ассоциация искусственного интеллекта
<a href="http://e.lanbook.com/view/book/1244">http://e.lanbook.com/view/book/1244</a>	Джонс М.Т. Программирование искусственного интеллекта в приложениях. [Электронный ресурс] СПб.- Издательство «ДМК Пресс», 2011, - 312 с.
<a href="http://www.clustan.com/">http://www.clustan.com/</a>	ClustanGraphics3, иерархический кластерный анализ "сверху вниз", поддерживаются мощные графические возможности, <a href="http://www.clustan.com">www.clustan.com</a> ;
<a href="http://www.alphaworks.ibm.com/tech/cviz">http://www.alphaworks.ibm.com/tech/cviz</a>	CViz Cluster Visualization, продукт для анализа наборов данных с большой размерностью, обеспечивает визуализацию наполнения кластеров объектами;

8. Перечень информационных технологий

8.1. Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10– Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

8.2. Перечень информационно-справочных систем,используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 11.

Таблица 11– Перечень информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование
-------	--------------

Не предусмотрено
------------------

### 9. Материально-техническая база

Состав материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине, представлен в таблице 12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории (при необходимости)
1	Лекционная аудитория	12-07
2	Мультимедийная лекционная аудитория	12-07
3	Специализированная лаборатория «Автоматизация научных исследований»	12-07

### 10. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

10.1. Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине приведен в таблице 13.

Таблица 13 – Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Вид промежуточной аттестации	Перечень оценочных средств
Дифференцированный зачёт	Список вопросов; Тесты
Выполнение курсовой работы	Экспертная оценка на основе требований к содержанию курсовой работы по дисциплине.

10.2. В качестве критериев оценки уровня сформированности (освоения) компетенций обучающимися применяется 5-балльная шкала оценки сформированности компетенций, которая приведена в таблице 14. В течение семестра может использоваться 100-балльная шкала модульно-рейтинговой системы Университета, правила использования которой, установлены соответствующим локальным нормативным актом ГУАП.

Таблица 14 – Критерии оценки уровня сформированности компетенций

Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
«отлично» «зачтено»	– обучающийся глубоко и всесторонне усвоил программный материал; – уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает; – опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления; – умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи; – делает выводы и обобщения; – свободно владеет системой специализированных понятий.
«хорошо» «зачтено»	– обучающийся твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы; – не допускает существенных неточностей; – увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления; – аргументирует научные положения;

Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>– делает выводы и обобщения;</li> <li>– владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>
«удовлетворительно» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы;</li> <li>– допускает несущественные ошибки и неточности;</li> <li>– испытывает затруднения в практическом применении знаний направления;</li> <li>– слабо аргументирует научные положения;</li> <li>– затрудняется в формулировании выводов и обобщений;</li> <li>– частично владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>
«неудовлетворительно» «не зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся не усвоил значительной части программного материала;</li> <li>– допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении;</li> <li>– испытывает трудности в практическом применении знаний;</li> <li>– не может аргументировать научные положения;</li> <li>– не формулирует выводов и обобщений.</li> </ul>

10.3. Типовые контрольные задания или иные материалы.

Вопросы (задачи) для экзамена представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Вопросы (задачи) для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена	Код индикатора
	Учебным планом не предусмотрено	

Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для зачета / дифф. зачета	Код индикатора
1.	Базовые подходы к автоматизированному проектированию.	ПК-2.У.1 ПК-2.У.2
2.	Понятие системы автоматизированного проектирования. Определение САПР.	ПК-2.У.3 ПК-2.В.1
3.	Классификация систем автоматизированного проектирования.	ПК-4.У.1 ПК-4.В.1
4.	Требования к САПР приборостроительного профиля.	ПК-5.3.2
5.	Современные САД-системы, их возможности при проектировании аэрокосмического приборостроения	ПК-7.3.1 ПК-7.У.1
6.	Использование систем автоматизированного проектирования на всех этапах проектирования.	ПК-8.3.1 ПК-10.3.1
7.	САПР, используемые в приборостроение. Обзор систем, возможности.	ПК-10.В.1 ПК-11.У.1
8.	Перспективы и направления развития.	
9.	Система КОМПАС. Возможности системы, интерфейс.	
10.	Система SolidWorks. Возможности системы, интерфейс.	
11.	Система SolidWorks. Параметрические возможности. Библиотеки элементов.	

12.	Создание и оформление чертежей в SolidWorks.
13.	Обмен данными между системами САПР.
14.	Система SolidWorks. Расчет массы, моментов инерции, координат центров масс в 3D-модели.
15.	Основы метода конечных элементов и его использование для прочностных расчетов.
16.	Виды конечных элементов, способы нанесения сетки. Виды анализа конструкций.
17.	Создание задачи в модуле Simulation Express DS SolidWorks. Типовой алгоритм расчета.
18.	Обзор основных CAE-систем. Возможности CAE-систем в проектировании.
19.	Проектирование жизненного цикла изделия и вопросы ресурсоэффективности, решаемые с использованием САПР.
20.	Классификация систем автоматизированного проектирования. Особенности систем среднего уровня.
21.	Основные принципы построения бортовых систем интеллектуальной поддержки экипажа.
22.	Направления исследования в области систем интеллектуальной поддержки экипажа.
23.	Основные подходы к созданию авиационных эргатических систем (антропоцентрический, машиноцентрический, равнозначный).
24.	Телеоцентрический подход к созданию авиационных эргатических систем.
25.	Бортовые системы интеллектуальной поддержки с учетом психофизиологического состояния экипажа.
26.	Иерархия уровней интеллектуальной поддержки экипажа.
27.	Использование искусственных нейронных сетей для интеллектуализации бортового оборудования.
28.	Использование методов нечеткой логики при принятии решений для управления сложными системами.
29.	Искусственный интеллект в человеко-машинных системах.
30.	Примеры реализации интеллектуализации бортовых систем авионики.

Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы

№ п/п	Примерный перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы
1	Разработка манометра электромеханического;
2	Разработка измерителя массового расхода топлива;
3	Топливомер авиационный электроемкостной;
4	Авиационный вариометр;
5	Высотомер барометрический;
6	Измеритель скорости полета (комбинированный).
7	Топливомер авиационный поплавковый
8	Измеритель курса авиационный

9	Указатель авиагоризонта
10	Тахометр авиационный

Вопросы для проведения промежуточной аттестации в виде тестирования представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Примерный перечень вопросов для тестов

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов	Код индикатора
1	Особенности САПР среднего уровня. Меню программы SolidWorks. Настройка панелей инструментов программы SolidWorks. Дерево конструирования создания модели.	ПК-2.У.1 ПК-2.У.2 ПК-2.У.3
2	Рабочая область программы SolidWorks. Настройка менеджера команд и панели видов программы SolidWorks.	ПК-2.В.1 ПК-4.У.1
3	Управление видами в программе SolidWorks.	ПК-4.В.1
4	Режим редактирования эскиза в программе SolidWorks.	ПК-5.3.2
5	Способы включения режима редактирования эскизов, способы завершения режима редактирования эскизов.	ПК-7.3.1 ПК-7.У.1
6	Панель инструментов эскиза в программе SolidWorks. Меню Инструменты-Объекты эскиза.	ПК-8.3.1 ПК-10.3.1
7	Меню Инструменты-Настройки эскиза.	ПК-10.В.1
8	Наложение зависимостей в эскизе. Виды зависимостей между различными элементами эскиза.	ПК-11.У.1
9	Зеркальное отображение, массивы, поворот-перенос элементов эскиза.	
10	Использование эскиза для создание твёрдых тел. Требования к эскизу.	
11	Панель инструментов Элементы – Вытянутая / Повёрнутая бобышка, основание – граничные условия , настройки инструмента	
12	Панель инструментов Элементы – Вытянуть по траектории, граничные условия, свойства инструмента	
13	Панель инструментов Элементы - Вытянуть по сечениям, граничные условия, свойства инструмента	
14	Панель инструментов Элементы – Оболочка, свойства инструмента.	
15	Панель инструментов Элементы – Ребро, особенности инструмента, свойства инструмента	
16	Задание материала модели в программе SolidWorks.	
17	Создание конфигураций деталей. Создание элементов библиотеки стандартных изделий	
18	Моделирование снизу вверх. Способы создание Сопряжений. Стандартные сопряжения. Моделирование сборочной единицы из нескольких деталей	
19	Моделирование сварных деталей. Моделирование изделий из листового материала	
20	Режимы редактирования листа чертежа и редактирования основной надписи Связывание заметок со свойствами, настроенными пользователем.	
21	Различные виды размеров. Изменение свойств размеров. Добавление управляющих размеров в чертеж. Создание и	



	использование слоёв. Перенос размеров на слои. Маркеры привязки выносных линий (линий удлинения). Настройка разрывов выносных линий размера.	
22	Задание допусков для размеров и настройка их отображения. Добавление и настройка обозначений шероховатости, базовой поверхности, отклонений формы. Добавление указателей центра и осевых линий. Написание технических требований	
23	Создание вида сборки. Создание разреза. Свойства видов. Простановка позиций. Отображение разнесенного состояния.	
24	Импорт моделей. Использование модели, созданной в САПР SolidWorks в других системах. Построение чертежа сборочной единицы в САПР КОМПАС Аскон с автоматическим созданием спецификации на изделие.	
25	Типовой алгоритм расчета в модуле Simulation Express SolidWorks. Статический анализ прочности детали	
26	Проектирование жизненного цикла изделия в модуле Sustainability SolidWorks. Оценка влияния проекта на окружающую среду в течении всего срока эксплуатации продукта. Сравнение результатов различных проектов для нахождения экологически безопасного решения для продукта и окружающей среды	

Перечень тем контрольных работ по дисциплине обучающихся заочной формы обучения, представлены в таблице 19.

Таблица 19 – Перечень контрольных работ

№ п/п	Перечень контрольных работ
	Не предусмотрено

10.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания индикаторов, характеризующих этапы формирования компетенций, содержатся в локальных нормативных актах ГУАП, регламентирующих порядок и процедуру проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ГУАП.

11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины  
(Ниже приводятся рекомендации по составлению данного раздела)

11.1. Методические указания для обучающихся по освоению лекционного материала (если предусмотрено учебным планом по данной дисциплине).

Основное назначение лекционного материала – логически стройное, системное, глубокое и ясное изложение учебного материала. Назначение современной лекции в рамках дисциплины не в том, чтобы получить всю информацию по теме, а в освоении фундаментальных проблем дисциплины, методов научного познания, новейших достижений научной мысли. В учебном процессе лекция выполняет методологическую, организационную и информационную функции. Лекция раскрывает понятийный аппарат конкретной области знания, её проблемы, дает цельное представление о дисциплине, показывает взаимосвязь с другими дисциплинами.

Планируемые результаты при освоении обучающимися лекционного материала:

- получение современных, целостных, взаимосвязанных знаний, уровень которых определяется целевой установкой к каждой конкретной теме;
- получение опыта творческой работы совместно с преподавателем;

- развитие профессионально-деловых качеств, любви к предмету и самостоятельного творческого мышления.
- появление необходимого интереса, необходимого для самостоятельной работы;
- получение знаний о современном уровне развития науки и техники и о прогнозе их развития на ближайшие годы;
- научиться методически обрабатывать материал (выделять главные мысли и положения, приходить к конкретным выводам, повторять их в различных формулировках);
- получение точного понимания всех необходимых терминов и понятий.

Лекционный материал может сопровождаться демонстрацией слайдов и использованием раздаточного материала при проведении коротких дискуссий об особенностях применения отдельных тематик по дисциплине.

Структура предоставления лекционного материала:

<i>№ п./п</i>	<i>Название лекционного модуля дисциплины</i>
1	Принципы и задачи проектирования
2	Основы автоматизированного проектирования Структура САПР
3	Автоматизация технологической подготовки производства. Место САПР в АСТПП
4	Интеграция средств автоматизации проектирования Заключение: состояние современного рынка САПР и перспективы развития

11.2. Методические указания для обучающихся по участию в семинарах *(если предусмотрено учебным планом по данной дисциплине)*

11.3. Методические указания для обучающихся по прохождению практических занятий *(если предусмотрено учебным планом по данной дисциплине)*

Практическое занятие является одной из основных форм организации учебного процесса, заключающаяся в выполнении обучающимися под руководством преподавателя комплекса учебных заданий с целью усвоения научно-теоретических основ учебной дисциплины, приобретения умений и навыков, опыта творческой деятельности.

Целью практического занятия для обучающегося является привитие обучающимся умений и навыков практической деятельности по изучаемой дисциплине.

Планируемые результаты при освоении обучающимся практических занятий:

- закрепление, углубление, расширение и детализация знаний при решении конкретных задач;
- развитие познавательных способностей, самостоятельности мышления, творческой активности;
- овладение новыми методами и методиками изучения конкретной учебной дисциплины;
- выработка способности логического осмысления полученных знаний для выполнения заданий;
- обеспечение рационального сочетания коллективной и индивидуальной форм обучения.

Требования к проведению практических занятий

Практическое занятие является одной из основных форм организации учебного процесса, заключающаяся в выполнении обучающимися под руководством преподавателя

комплекса учебных заданий с целью усвоения научно-теоретических основ учебной дисциплины, приобретения умений и навыков, опыта творческой деятельности.

Целью практического занятия для обучающегося является привитие обучающемуся умений и навыков практической деятельности по изучаемой дисциплине.

Планируемые результаты при освоении обучающимся практических занятий:

- закрепление, углубление, расширение и детализация знаний при решении конкретных задач;
- развитие познавательных способностей, самостоятельности мышления, творческой активности;
- овладение новыми методами и методиками изучения конкретной учебной дисциплины;
- выработка способности логического осмысления полученных знаний для выполнения заданий;
- обеспечение рационального сочетания коллективной и индивидуальной форм обучения.

Функции практических занятий:

- познавательная;
- развивающая;
- воспитательная.

По характеру выполняемых обучающимся заданий по практическим занятиям подразделяются на:

- ознакомительные, проводимые с целью закрепления и конкретизации изученного теоретического материала;
- аналитические, ставящие своей целью получение новой информации на основе формализованных методов;
- творческие, связанные с получением новой информации путем самостоятельно выбранных подходов к решению задач.

Формы организации практических занятий определяются в соответствии со специфическими особенностями учебной дисциплины и целями обучения. Они могут проводиться:

- в интерактивной форме (решение ситуационных задач, занятия по моделированию реальных условий, деловые игры, игровое проектирование, имитационные занятия, выездные занятия в организации (предприятия), деловая учебная игра, ролевая игра, психологический тренинг, кейс, мозговой штурм, групповые дискуссии);
- в не интерактивной форме (выполнение упражнений, решение типовых задач, решение ситуационных задач и другое).

Методика проведения практического занятия может быть различной, при этом важно достижение общей цели дисциплины.

11.4. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ *(если предусмотрено учебным планом по данной дисциплине)*

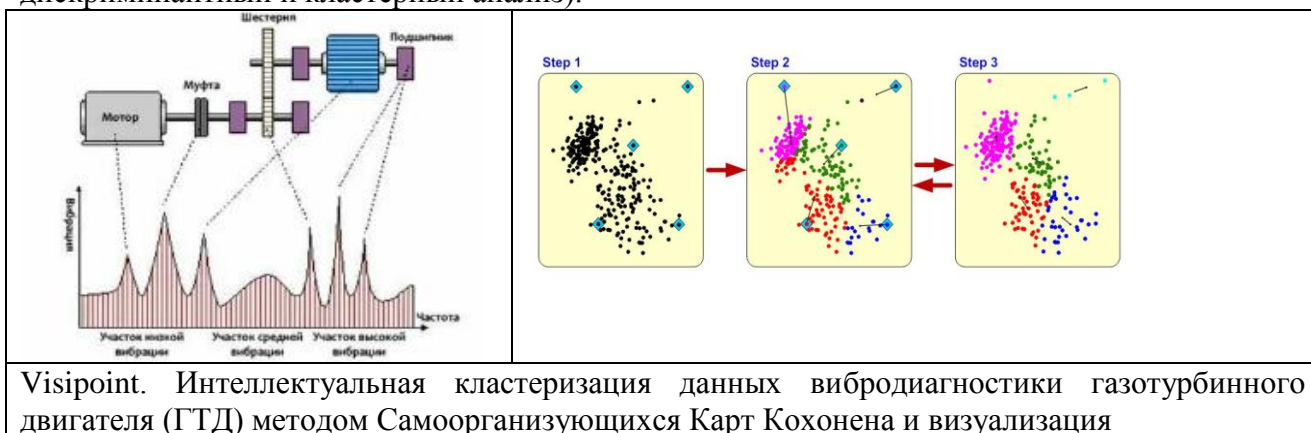
В ходе выполнения лабораторных работ обучающийся должен углубить и закрепить знания, практические навыки, овладеть современной методикой и техникой эксперимента в соответствии с квалификационной характеристикой обучающегося. Выполнение лабораторных работ состоит из экспериментально-практической, расчетно-аналитической частей и контрольных мероприятий.

Выполнение лабораторных работ обучающимся является неотъемлемой частью изучения дисциплины, определяемой учебным планом, и относится к средствам, обеспечивающим решение следующих основных задач обучающегося:

- приобретение навыков исследования процессов, явлений и объектов, изучаемых в рамках данной дисциплины;
- закрепление, развитие и детализация теоретических знаний, полученных на лекциях;
- получение новой информации по изучаемой дисциплине;
- приобретение навыков самостоятельной работы с лабораторным оборудованием и приборами.

**Типовой вариант лабораторной работы по теме “Поиск скрытых зависимостей в задачах прогноза и обнаружения неисправностей на основе технологий интеллектуального анализа больших объемов данных BigData”**

Изучение методов исследования структур данных по результатам объективного контроля параметров функционирования ГТД (газотурбинного двигателя) с использованием технологии интеллектуального анализа данных DataMining. Использование программы PolyAnalyst (разделение классов в пространстве признаков, дискриминантный и кластерный анализ).



**Пример дискриминантного анализа при интеллектуальном анализе данных :  
Диагностика помпажа в компрессоре газотурбинного двигателя ГТД**

Рассматривается ситуация, когда оцениваемый критериальный показатель измерен в номинальной шкале и представлен в виде кода:

- Гр.1 – срыв потока воздуха в лопаточных аппаратах
- Гр.2 - срыв потока воздуха в спрямляющих аппаратах
- Гр.3 – неустойчивость вращения компрессора
- Гр.4 – попадание инородных предметов ГТД

В качестве изучаемого инструментария используется технология искусственного интеллекта для классификации контролируемых параметров работы ГТД в сочетании с выявляемыми типами помпажа (срыва воздушного потока в двигателе)

Контролируемые параметры	Выраженность	Прогнозируемый фактор
X1 Повышение температуры газа	Незначительно	1
	Выраженное	2
X2 Продолжительность колебаний	Более 2 мин	1
	От 25 до 50 сек	2
	От 2 до 4 сек	3
	До 2 сек	4
X3 Частота вибраций	До 8000 об/мин	1
	2100-10000 об/мин	2
	Свыше 10000 об/мин	3

X4 Уровень колебаний напора воздуха	До 8 ед	1
	8-14	2
	Свыше 14	3
X5 Изменение канала	Есть	1
	Нет	0
X6 Увеличенный бой в центральной компрессоре	Отсутствует	0
	Выражен	2
X7 Повышенное давление в спрямляющем аппарате	Отсутствует	0
	Выражен	2
X7 Повышенное давление в лопаточном диффузоре	Отсутствует	0
	Выражен	2

В качестве индивидуального задания учащийся получает таблицу с результатами зависимостей прогнозируемого фактора от контролируемых параметров по результатам экспериментальных измерений. Порядок выполнения задания с использованием программы Statgraph:

1. Выбираем Special>Multivariate Methods>Discriminant Analysis
2. Вводим в поле Classification Factor переменную с именем group а в поле Data переменные x1...x8. Нажимаем ОК. На экран выдается сводка дискриминантного анализа.
3. таблица содержит характеристики трех выделенных дискриминантных функций (Discriminant Function), собственные значения (Eigenvalue), вклад каждой функции в объяснение дисперсии симптомов (Relative Percentage) в процентах, канонические корреляции с классифицирующим фактором (Canonical Correlation) и оценки уровня значимости дискриминантных функций по критериям лямбда и Хи-квадрат. Как следует из приведенных цифр, для решения диагностической задачи достаточно применить две дискриминантные функции F1 и F2, на которые в сумме приходится 98,33% дисперсии симптомов.
4. Нажмем кнопку табличных опций (вторая слева сверху) и установим флажок Discriminant Functions. Нажмем ОК. Получаем таблицы коэффициентов дискриминантных функций. Первая таблица содержит коэффициенты трех дискриминантных функций в стандартизованном виде. Для расчета по этим функциям в них следует подставлять стандартизованные значения исходных признаков. Вторая таблица включает константы и коэффициенты дискриминантных функций F1 и F2, в которые вводятся натуральные значения признаков  

$$F1 = -6,05 + 0,67 \cdot x_1 + 0,33 \cdot x_2 + 0,34 \cdot x_3 + 0,46 \cdot x_4 + 0,66 \cdot x_5 + 0,73 \cdot x_6 + 0,45 \cdot x_7 + 0,8 \cdot x_8$$

$$F2 = 0,12 - 0,17 \cdot x_1 + 0,97 \cdot x_2 - 1,03 \cdot x_3 - 0,71 \cdot x_4 + 0,26 \cdot x_5 - 0,04 \cdot x_6 + 0,33 \cdot x_7 - 0,31 \cdot x_8$$
5. Вызовем еще раз окно табличных опций и попросим выдать на экран результаты расчета координат центроидов групп, а также групповых статистик. По значениям групповых центроидов можно уяснить, каковы средние значения симптомов в каждой группе и какова их вариация относительно средних. Видно, что по отдельным взятым разрозненным симптомам невозможно добиться постановки удовлетворительного диагноза. Здесь налицо многомерная диагностическая задача, когда только совокупное взаимодействие признаков способно в той или иной степени отражать разбиение объектов на классы по актуальному критерию.
6. Для графического отображения результатов нажимаем кнопку графических опций (третья слева сверху) и в представленном окне диалога закажем график дискриминантных функций (Discriminant Function). На диаграмме рассеивания хорошо видно, что объекты четвертого класса (попадание инородных предметов ГТД) образуют самостоятельную, четко выраженную группировку, не

пересекающуюся с другими классами. В то же время, остальные классы имеют значительные пересечения в пространстве дискриминантных функций. В принципе уже по этой картине можно составить диагностическое правило. Оно будет заключаться в вычислении расстояния от диагностируемого объекта до центроидов классов в пространстве канонических дискриминантных функций. Вместе с тем, более точные результаты диагностики дает применение линейных дискриминантных функций Фишера, параметры которых также определяются в рамках процедуры дискриминантного анализа. Они здесь имеют название классифицирующих функций (Classification Functions) и были охарактеризованы выше.

7. Доступ к классифицирующим функциям осуществляется через окно диалога задания табличных опций. Для количественного выражения результатов применения классифицирующих функций обратимся снова к окну диалога задания табличных опций (нажав вторую слева кнопку) и установим флажок Classification Table. Нажимаем ОК. Получаем две таблицы. Из верхней таблицы черпаем сведения об итоговых результатах диагностики. Точность диагностики первой группы составляет 78.75%, второй группы – 64%, третьей группы – 65,38%. Это не слишком точные результаты, которые, однако, могут в какой-то мере содействовать при вынесении специалистом окончательного заключения. Вместе с тем. Констанция 4 группы осуществляется со 100-процентной надежностью, что следует считать определенным достижением в применении методов дискриминантного анализа для решения практически важных задач диагностики состояния двигателя.

Во второй таблице дается детальный разбор результатов диагностики на основе методов искусственного интеллекта при анализе больших объемов данных посредством полученных классифицирующих функций. Для каждого объекта приведены значения двух наибольших дискриминантных функций и результат отнесения к тому или иному классу. Неправильно классифицированные объекты помечены звездочкой. Это дает пищу для дополнительных размышлений о причине неудачных автоматических диагнозов.

### **Структура и форма отчета о лабораторной работе**

По окончании выполнения лабораторной работы каждый студент предоставляет преподавателю отчет. Отчет по лабораторной работе оформляется на листах формата А4 с одной стороны печатным шрифтом размера не менее 12 пт, межстрочный интервал – одинарный. Поля страницы: верхнее и нижнее 20 мм, левое – 30 мм, правое – 1,5 мм. Все листы отчета оформляются в едином стиле в следующем порядке:

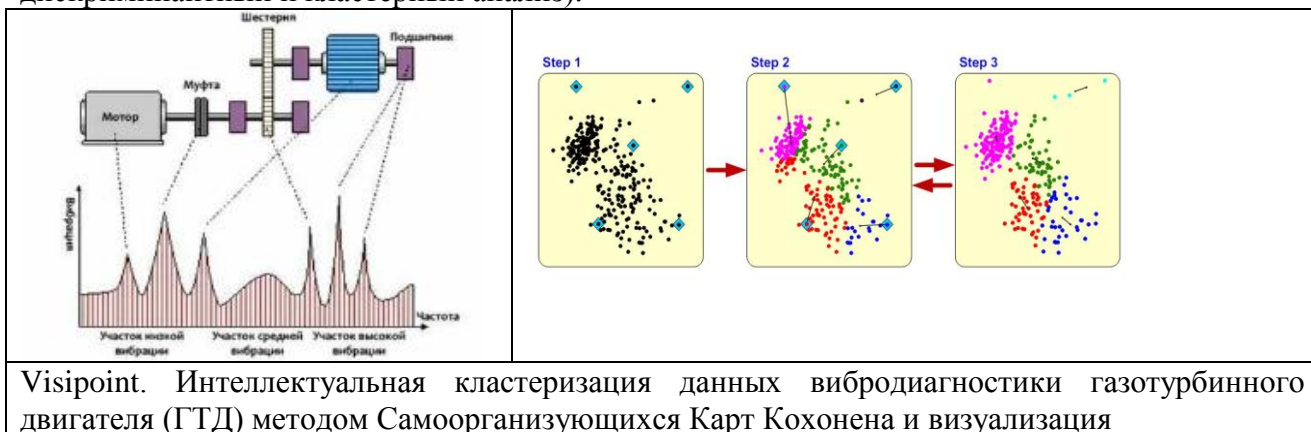
- титульный лист;
- задание на лабораторную работу (содержание лабораторной работы, условия задач по программированию или др.);
- распечатки программ и компьютерных материалов с комментариями и наборами тестов для проверки правильности их работы;
- результаты выполнения индивидуальных дополнительных заданий, если таковые имелись;
- приложения (рисунки, копии экрана, блок-схемы программ и др.).

Подготовленные студентом электронные материалы прилагаются к отчету на электронных носителях или сохраняются на сервере кафедры. Подготовленный в печатном виде отчет подписывается студентом и преподавателем.

### Задание и требования к проведению лабораторных работ

**Типовой вариант лабораторной работы по теме “Поиск скрытых зависимостей в задачах прогноза и обнаружения неисправностей на основе технологий интеллектуального анализа больших объемов данных BigData”**

Изучение методов исследования структур данных по результатам объективного контроля параметров функционирования ГТД (газотурбинного двигателя) с использованием технологии интеллектуального анализа данных DataMining. Использование программы PolyAnalyst (разделение классов в пространстве признаков, дискриминантный и кластерный анализ).



**Пример дискриминантного анализа при интеллектуальном анализе данных :  
Диагностика помпажа в компрессоре газотурбинного двигателя ГТД**

Рассматривается ситуация, когда оцениваемый критериальный показатель измерен в номинальной шкале и представлен в виде кода:

- Гр.1 – срыв потока воздуха в лопаточных аппаратах
- Гр.2 - срыв потока воздуха в спрямляющих аппаратах
- Гр.3 – неустойчивость вращения компрессора
- Гр.4 – попадание инородных предметов ГТД

В качестве изучаемого инструментария используется технология искусственного интеллекта для классификации контролируемых параметров работы ГТД в сочетании с выявляемыми типами помпажа (срыва воздушного потока в двигателе)

Контролируемые параметры	Выраженность	Прогнозируемый фактор
X1 Повышение температуры газа	Незначительно	1
	Выраженное	2
X2 Продолжительность колебаний	Более 2 мин	1
	От 25 до 50 сек	2
	От 2 до 4 сек	3
	До 2 сек	4
X3 Частота вибраций	До 8000 об/мин	1
	2100-10000 об/мин	2
	Свыше 10000 об/мин	3
X4 Уровень колебаний напора воздуха	До 8 ед	1
	8-14	2
	Свыше 14	3
X5 Изменение канала	Есть	1
	Нет	0
X6 Увеличенный бой в центральном компрессоре	Отсутствует	0
	Выражен	2
X7 Повышенное давление в	Отсутствует	0

спрямляющем аппарате	Выражен	2
Х7 Повышенное давление в лопаточном диффузоре	Отсутствует	0
	Выражен	2

В качестве индивидуального задания учащийся получаем таблицу с результатами зависимостей прогнозируемого фактора от контролируемых параметров по результатам экспериментальных измерений. Порядок выполнения задания с использованием программы Statgraph:

8. Выбираем Speial>Vultivariate Methods>Discriminant Analysis
9. Вводим в поле Classification Factor переменную с именем group а в поле Data переменные x1...x8. Нажимаем ОК. На экран выдается сводка дискриминантного анализа.
10. таблица содержит характеристики трех выделенных дискриминантных функций (Discriminant Function), собственные значения (Eigenvalue), вклад каждой функции в объяснение дисперсии симптомов (Relative Percentage) в процентах, канонические корреляции с классифицирующим фактором (Canonical Correlation) и оценки уровня значимости дискриминантных функций по критериям лямбда и Хи-квадрат. Как следует из приведенных цифр, для решения диагностической задачи достаточно применить две дискриминантные функции F1 и F2, на которые в сумме приходится 98,33% дисперсии симптомов.
11. Нажмем кнопку табличных опций (вторая слева сверху) и установим флажок Discriminant Functions. Нажмем ОК. Получаем таблицы коэффициентов дискриминантных функций. Первая таблица содержит коэффициенты трех дискриминантных функций в стандартизированном виде. Для расчета по этим функциям в них следует подставлять стандартизированные значения исходных признаков. Вторая таблица включает константы и коэффициенты дискриминантных функций F1 и F2, в которые вводятся натуральные значения признаков
 
$$F1 = -6,05 + 0,67 * x1 + 0,33 * x2 + 0,34 * x3 + 0,46 * x4 + 0,66 * x5 + 0,73 * x6 + 0,45 * x7 + 0,8 * x8$$

$$F2 = 0,12 - 0,17 * x1 + 0,97 * x2 - 1,03 * x3 - 0,71 * x4 + 0,26 * x5 - 0,04 * x6 + 0,33 * x7 - 0,31 * x8$$
12. Вызовем еще раз окно табличных опций и попросим выдать на экран результаты расчета координат центроидов групп, а также групповых статистик. По значениям групповых центроидов можно уяснить, каковы средние значения симптомов в каждой группе и какова их вариация относительно средних. Видно, что по отдельным взятым разрозненным симптомам невозможно добиться постановки удовлетворительного диагноза. Здесь налицо многомерная диагностическая задача, когда только совокупное взаимодействие признаков способно в той или иной степени отражать разбиение объектов на классы по актуальному критерию.
13. Для графического отображения результатов нажимаем кнопку графических опций (третья слева сверху) и в представленном окне диалога закажем график дискриминантных функций (Discriminant Function). На диаграмме рессеивания хорошо видно, что объекты четвертого класса (попадание инородных предметов ГТД) образуют самостоятельную, четко выраженную группировку, не пересекающуюся с другими классами. В то же время, остальные классы имеют значительные пересечения в пространстве дискриминантных функций. В принципе уже по этой картине можно составить диагностическое правило. Оно будет заключаться в вычислении расстояния от диагностируемого объекта до центроидов классов в пространстве канонических дискриминантных функций. Вместе с тем, более точные результаты диагностики дает применение линейных дискриминантных функций Фишера, параметры которых также определяются в рамках процедуры дискриминантного анализа. Они здесь имеют название



классифицирующих функций (Classification Functions) и были охарактеризованы выше.

14. Доступ к классифицирующим функциям осуществляется через окно диалога задания табличных опций. Для количественного выражения результатов применения классифицирующих функций обратимся снова к окну диалога задания табличных опций (нажав вторую слева кнопку) и установим флажок Classification Table. Нажимаем ОК. Получаем две таблицы. Из верхней таблицы черпаем сведения об итоговых результатах диагностики. Точность диагностики первой группы составляет 78.75%, второй группы – 64%, третьей группы – 65,38%. Это не слишком точные результаты, которые, однако, могут в какой-то мере содействовать при вынесении специалистом окончательного заключения. Вместе с тем. Константация 4 группы осуществляется со 100-процентной надежностью, что следует считать определенным достижением в применении методов дискриминантного анализа для решения практически важных задач диагностики состояния двигателя.

Во второй таблице дается детальный разбор результатов диагностики на основе методов искусственного интеллекта при анализе больших объемов данных посредством полученных классифицирующих функций. Для каждого объекта приведены значения двух наибольших дискриминантных функций и результат отнесения к тому или иному классу. Неправильно классифицированные объекты помечены звездочкой. Это дает пищу для дополнительных размышлений о причине неудачных автоматических диагнозов.

#### Структура и форма отчета о лабораторной работе

По окончании выполнения лабораторной работы каждый студент предоставляет преподавателю отчет. Отчет по лабораторной работе оформляется на листах формата А4 с одной стороны печатным шрифтом размера не менее 12 пт, межстрочный интервал – одинарный. Поля страницы: верхнее и нижнее 20 мм, левое – 30 мм, правое – 1,5 мм. Все листы отчета оформляются в едином стиле в следующем порядке:

- титульный лист;
- задание на лабораторную работу (содержание лабораторной работы, условия задач по программированию или др.);
- распечатки программ и компьютерных материалов с комментариями и наборами тестов для проверки правильности их работы;
- результаты выполнения индивидуальных дополнительных заданий, если таковые имелись;
- приложения (рисунки, копии экрана, блок-схемы программ и др.).

Подготовленные студентом электронные материалы прилагаются к отчету на электронных носителях или сохраняются на сервере кафедры. Подготовленный в печатном виде отчет подписывается студентом и преподавателем.

#### Требования к оформлению отчета о лабораторной работе

Безусловным требованием к тексту отчета является соблюдение правил грамматики и синтаксиса русского языка. Включаемые в текст формулы должны рассматриваться как части предложений, на них распространяются общепринятые знаки препинания.

Страницы текста отчета, включенные в работу иллюстрации, таблицы и распечатки с ЭВМ должны соответствовать формату А4 (210×297 мм) с соблюдением следующих размеров полей: левое - 30 мм, верхнее, правое и нижнее - по 20 мм при заполнении страницы по всей ширине.

Отчет может быть выполнен рукописным или машинописным способом (с применением издательских средств операционных систем ЭВМ) на одной стороне листа.

При рукописном выполнении отчета допускается использование чернил (пасты) только черного, синего или фиолетового цвета. Должно быть обеспечено выполнение всех указанных ниже требований за исключением требований к виду и размерам шрифта.

Для текста работ, выполняемых на печатающих и графических устройствах вывода ЭВМ, рекомендуется обычный шрифт “Times New Roman” (или “Arial Cyr”), размер - не более 14. За исключением оговоренных ниже случаев русские и греческие буквы, цифры и математические символы в тексте и формулах выполняются прямым шрифтом, латинские и английские буквы – курсивом.

Вписывать в оформленный текст отдельные слова, формулы, знаки рекомендуется черным цветом с максимальным приближением плотности вписываемого фрагмента к плотности основного изображения.

Все структурные элементы расчетно-пояснительной записки и разделы основной части должны начинаться с новой страницы.

Наименования структурных элементов “ЦЕЛЬ РАБОТЫ“, “СОДЕРЖАНИЕ“, “ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ, УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ, ЕДИНИЦ И ТЕРМИНОВ“, “ВВЕДЕНИЕ“, “ЗАКЛЮЧЕНИЕ“, “СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ“ и разделов основной части необходимо располагать в середине строки без точки в конце и оформлять прописными буквами выбранным для всего отчета шрифтом, жирно, не подчеркивая. Если заголовок включает несколько предложений, их разделяют точками; переносы слов в заголовках не допускаются.

Подразделы и пункты разделов основной части должны начинаться без перехода на новую страницу. Их наименования оформляются тем же шрифтом, что и текст записки. Для наименований подразделов рекомендуется использовать разреженный шрифт.

Расстояние между заголовками и текстом должно быть не менее 1 строки.

#### Н у м е р а ц и я   с т р а н и ц

Страницы следует нумеровать арабскими цифрами, соблюдая сквозную нумерацию по всему тексту. Номер страницы проставляют в правом верхнем углу без точки в конце. Титульный лист включают в общую нумерацию страниц работы, но номер страницы (1) на нем не проставляют.

Иллюстрации и таблицы, расположенные на отдельных листах, и распечатки с ЭВМ включают в общую нумерацию страниц; различные материалы на листе формата А3 учитывают как одну страницу.

#### Н у м е р а ц и я   р а з д е л о в ,   п о д р а з д е л о в   и   п у н к т о в

Разделы должны иметь порядковую нумерацию в пределах основной части работы и обозначаться арабскими цифрами с точкой (например, 1., 2., 3. и т. д.). Подразделы (более одного) должны иметь порядковую нумерацию в пределах каждого раздела. Такой номер включает номер раздела и порядковый номер подраздела, разделенные в этой последовательности точкой (например, 1.1., 1.2., .... и т. п.). Пункты (более одного) должны иметь порядковую нумерацию в пределах подраздела (например, 1.1.1., 1.1.2., ... и т. п.).

Ссылки в тексте на разделы, подразделы и пункты выполняются с использованием сокращений: разд., подразд., п.

#### И л л ю с т р а ц и и

Иллюстрации (чертежи, графики, схемы, диаграммы, фотоснимки или их качественные ксерокопии) следует располагать непосредственно после текста, в котором они упоминаются впервые, или на следующей странице.

Иллюстрация должна иметь название, которое размещается над ней; при необходимости под иллюстрацией располагают поясняющие данные (“подрисуночный” текст), которые выполняются шрифтом (и размером) основного текста. Ниже подрисуночного текста иллюстрации (более одной) обозначаются словом “Рис.“ курсивом и нумеруются арабскими цифрами порядковой нумерацией в пределах всей работы (например, “Рис. 1.”).

На все иллюстрации должны быть ссылки в тексте. Ссылка на иллюстрацию оформляется указанием ее номера в круглых скобках в соответствующем месте текста расчетно-пояснительной записки, например, (рис.5), без дополнительных комментариев, таких, как "см.", "на ..." и т. п.

#### Т а б л и ц ы

Цифровой материал большого объема, как правило, должен оформляться в виде таблиц, которые располагают непосредственно после текста при первом упоминании или на следующей странице. На все таблицы должны быть ссылки в тексте.

Таблицы (более одной) следует нумеровать арабскими цифрами порядковой нумерацией в пределах всей работы; номер следует размещать в правом верхнем углу над заголовком таблицы после слова "Таблица" (например, "Таблица 1."). В середине следующей строки курсивом размещается заголовок таблицы.

Перечисления следует нумеровать порядковой нумерацией арабскими цифрами со скобкой, например, 1), 2), и т. д. и оформлять строчными буквами с абзачного отступа.

#### Ф о р м у л ы и у р а в н е н и я (с о о т н о ш е н и я)

Соотношения выделяются из текста в отдельную строку (между двумя свободными строками сверху и снизу) и нумеруются порядковой нумерацией в пределах всей расчетно-пояснительной записки арабскими цифрами в круглых скобках в крайнем правом положении на завершающей строке соотношения. Нумерации подлежат только те соотношения, на которые имеются ссылки в тексте.

Пояснение значений символов и констант приводится непосредственно под формулой в той же последовательности, в которой они даны в формуле. Пояснение каждого элемента формулы дают с новой строки, а первую строку пояснения начинают со слова "где" без двоеточия. Пояснения должны быть представлены для всех используемых символов и констант после первого их использования в формуле или в перечне сокращений, условных обозначений, символов, единиц и терминов.

Ссылки на соотношения оформляются указанием их номеров в круглых скобках.

#### С о к р а щ е н и я

При использовании в тексте малораспространенных сокращений их расшифровка должна быть приведена в перечне сокращений, условных обозначений, символов, единиц и терминов или непосредственно в тексте. В последнем случае перед первым использованием сокращения приводится его полная расшифровка, после чего указывается само сокращение в круглых скобках.

Ссылки на источники следует указывать порядковым номером по списку источников, выделенным двумя косыми чертами или квадратными скобками.

Перечень сокращений, условных обозначений, символов, единиц и терминов

Перечень должен располагаться столбцом: слева в алфавитном порядке приводятся сокращения, условные обозначения, символы, единицы и термины, а справа — их детальная расшифровка.

#### С п и с о к и с п о л ь з о в а н н ы х и с т о ч н и к о в

Сведения об источниках следует располагать в порядке появления ссылок на источники в тексте работы и нумеровать арабскими цифрами с точкой. Сведения об учебниках, учебных и методических пособиях, монографиях должны включать в себя их полные библиографические данные.

#### П р и л о ж е н и я

Приложения следует оформлять как продолжение отпечатанное на последующих страницах, располагая их в порядке появления на них ссылок в тексте работы. Каждое приложение должно начинаться с новой страницы и иметь содержательный заголовок, оформленный в середине строки без точки в конце прописными буквами выбранным для всей пояснительной записки шрифтом, жирно, не подчеркивая. В правом верхнем углу над заголовком прописными буквами тем же шрифтом должно быть напечатано слово

“ПРИЛОЖЕНИЕ“ с порядковой нумерацией арабскими цифрами (например, “ПРИЛОЖЕНИЕ 2“).

Если текст приложения разбит на разделы, подразделы, пункты, содержит иллюстрации, таблицы, формулы и уравнения и др., к ним применяются правила оформления, нумерации и ссылок, представленные в подразд. 5.1-5.9. При этом каждый номер элемента приложения должен начинаться со строчной буквы “П” (например, “Рис. П2”, “Таблица П3”).

11.5. Методические указания для обучающихся по прохождению курсового проектирования/выполнения курсовой работы (*если предусмотрено учебным планом по данной дисциплине*)

Курсовой проект/ работа проводится с целью формирования у обучающихся опыта комплексного решения конкретных задач профессиональной деятельности.

Курсовой проект/ работа позволяет обучающемуся:

- систематизировать и закрепить полученные теоретические знания и практические умения по профессиональным учебным дисциплинам и модулям в соответствии с требованиями к уровню подготовки, установленными программой учебной дисциплины, программой подготовки специалиста соответствующего уровня, квалификации;

- применить полученные знания, умения и практический опыт при решении комплексных задач, в соответствии с основными видами профессиональной деятельности по направлению/ специальности/ программе;

- углубить теоретические знания в соответствии с заданной темой;

- сформировать умения применять теоретические знания при решении нестандартных задач;

- приобрести опыт аналитической, расчётной, конструкторской работы и сформировать соответствующие умения;

- сформировать умения работы со специальной литературой, справочной, нормативной и правовой документацией и иными информационными источниками;

- сформировать умения формулировать логически обоснованные выводы, предложения и рекомендации по результатам выполнения работы;

- развить профессиональную письменную и устную речь обучающегося;

- развить системное мышление, творческую инициативу, самостоятельность, организованность и ответственность за принимаемые решения;

- сформировать навыки планомерной регулярной работы над решением поставленных задач.

#### Структура пояснительной записки курсового проекта/ работы

В результате выполнения курсового проекта необходимо рассчитать конструктивные параметры и разработать конструкцию заданного варианта бортового канала измерения. При работе над проектом должны быть применены знания, полученные при изучении программных пакетов математического моделирования и компьютерного конструирования.

В отчете по курсовой работе обязательно должны присутствовать следующие разделы:

- 1) Цель работы. Вариант задания
- 2) Описание используемого в канале принципа измерения контролируемого параметра
- 3) Математическая и компьютерная модель канала измерения
- 4) Описание разработанного программного продукта

- 5) Расчет параметров элементов канала измерения (объекта контроля, первичного измерительного преобразователя, вторичного измерительного преобразователя)
- 6) Исследование компьютерной модели канала измерения с целью минимизации погрешности измерения
- 7) Выводы по работе

#### Требования к оформлению пояснительной записки курсового проекта/ работы

Пояснительная записка к курсовому проекту должна быть оформлена в электронном виде (в стандарте текстового процессора WORD и отражать основные этапы выполнения учебного задания. Необходимо наличие краткой инструкции к разработанному учащимся программным обеспечением с примером выполнения. Разработанное программное обеспечение должно прикладываться в виде архивных файлов в форматах zip и rar. Наличие указанных файлов является обязательным при сдаче курсового проекта

#### 11.6. Методические указания для обучающихся по прохождению самостоятельной работы

В ходе выполнения самостоятельной работы, обучающийся выполняет работу по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Для обучающихся по заочной форме обучения, самостоятельная работа может включать в себя контрольную работу.

В процессе выполнения самостоятельной работы, у обучающегося формируется целесообразное планирование рабочего времени, которое позволяет им развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, помогает получить навыки повышения профессионального уровня.

Методическими материалами, направляющими самостоятельную работу обучающихся являются:

- учебно-методический материал по дисциплине;
- методические указания по выполнению контрольных работ (для обучающихся по заочной форме обучения).

#### 11.7. Методические указания для обучающихся по прохождению текущего контроля успеваемости.

Текущий контроль успеваемости предусматривает контроль качества знаний обучающихся, осуществляемого в течение семестра с целью оценивания хода освоения дисциплины.

Методы текущего контроля выбираются преподавателем самостоятельно исходя из специфики дисциплины.

Возможные методы текущего контроля обучающихся:

- устный опрос на занятиях;
- систематическая проверка выполнения индивидуальных заданий;
- защита отчетов по лабораторным работам;
- проведение контрольных работ;
- тестирование;
- контроль самостоятельных работ (в письменной или устной формах);
- контроль выполнения индивидуального задания на практику;
- контроль курсового проектирования и выполнения курсовых работ; иные виды, определяемые преподавателем.

В течение семестра обучающийся оформляет отчётные материалы в соответствии с установленными требованиями и методами проведения текущего контроля, и преподаватель оценивает представленные материалы.

При подведении итогов текущего контроля успеваемости в ведомость обучающимся выставляются аттестационные оценки: «аттестован», «не аттестован». Система и возможные критерии оценки учитывает знания, умения, навыки и (или) опыт деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций дисциплины. Результаты текущего контроля должны учитываться при промежуточной аттестации.

11.8. Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации.

Промежуточная аттестация обучающихся предусматривает оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине. Она включает в себя:

– дифференцированный зачет – это форма оценки знаний, полученных обучающимся при изучении дисциплины, при выполнении курсовых проектов, курсовых работ, научно-исследовательских работ и прохождении практик с аттестационной оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Результаты промежуточной аттестации заносятся деканатами в журнал учёта промежуточной аттестации, учебную карточку и автоматизированную информационную систему ГУАП.

Аттестационные оценки по факультативным дисциплинам вносятся в зачётную книжку, ведомость, учебную карточку, АИС ГУАП и, по согласованию с обучающимся, в приложение к документу о высшем образовании и о квалификации.

После прохождения промежуточной аттестации обучающийся обязан предоставить в деканат зачётную книжку, полностью заполненную преподавателем.

По результатам успешного прохождения промежуточной аттестации обучающимся и выполнения учебного плана на соответствующем курсе, деканаты готовят проект приказа о переводе обучающихся с курса на курс.

Лист внесения изменений в рабочую программу дисциплины

Дата внесения изменений и дополнений. Подпись внесшего изменения	Содержание изменений и дополнений	Дата и № протокола заседания кафедры	Подпись зав. кафедрой