



**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА  
(РОСАВИАЦИЯ)**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ  
ИМЕНИ ГЛАВНОГО МАРШАЛА АВИАЦИИ А.А.НОВИКОВА»**



**УТВЕРЖДАЮ**

Ректор

/ Ю.Ю. Михальчевский

« 20 » апреля 2024 года

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Технология разработки программного обеспечения  
для беспилотных авиационных систем**

Направление подготовки  
**25.04.03 Аэронавигация**

Направленность программы (профиль)  
**Интеллектуальные технологии в беспилотных авиационных системах**

Квалификация выпускника  
**магистр**

Форма обучения  
**очная**

Санкт-Петербург  
2024

## **1 Цели освоения дисциплины**

Цель освоения дисциплины «Технология разработки программного обеспечения для беспилотных авиационных систем»: формирование компетенций в области разработки программного обеспечения, используемого в беспилотных авиационных системах. Эта дисциплина направлена на подготовку специалистов, способных эффективно работать в области авиационных технологий и программирования, а также учитывать особенности и требования к разработке программного обеспечения для беспилотных авиационных систем.

Для достижения поставленной цели преподавания дисциплины "Технология разработки программного обеспечения для беспилотных авиационных систем" необходимо решить следующие задачи:

1. Изучение основных принципов и технологий разработки программного обеспечения для беспилотных авиационных систем. Студентам будет представлена информация о специфике авиационной отрасли, особенностях беспилотных авиационных систем и требованиях к программному обеспечению в этой области.

2. Ознакомление с методами и инструментами разработки программного обеспечения. Студенты изучат современные методы и подходы к разработке программного обеспечения, а также научатся использовать специализированные инструменты и технологии, применяемые в авиационной отрасли.

3. Практическое применение полученных знаний. В рамках дисциплины студенты будут участвовать в практических занятиях, где смогут применить свои знания на практике, разрабатывая программное обеспечение для беспилотных авиационных систем.

4. Изучение основных принципов безопасности и надежности программного обеспечения. Студенты узнают о важности обеспечения безопасности и надежности программного обеспечения в авиационной отрасли, а также о методах тестирования и верификации программного обеспечения.

5. Развитие навыков командной работы и проектной деятельности. Студенты будут участвовать в групповых проектах, что позволит им развить навыки командной работы и совместной разработки программного обеспечения.

Дисциплина «Технология разработки программного обеспечения для беспилотных авиационных систем» обеспечивает подготовку обучающегося к решению задач профессиональной деятельности научно-исследовательского типа.

## **2 Место дисциплины в структуре ОПОП ВО**

Дисциплина «Технология разработки программного обеспечения для беспилотных авиационных систем» представляет собой дисциплину, относящуюся к Блоку 1 цикла дисциплин по выбору ОПОП ВО по направлению подготовки 25.04.03 «Аэронавигация», профиль «Интеллектуальные технологии в беспилотных авиационных системах».

Дисциплина «Технология разработки программного обеспечения для беспилотных авиационных систем» базируется на результатах обучения, полученных при изучении дисциплин: «Программное обеспечение беспилотных авиационных систем».

Дисциплина «Технология разработки программного обеспечения для беспилотных авиационных систем» является обеспечивающей для дисциплин: «Технологическая (проектно-технологическая) практика».

Дисциплина изучается в 3 семестре.

### **3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины**

Процесс освоения дисциплины «Технология разработки программного обеспечения для беспилотных авиационных систем» направлен на формирование следующих компетенций: ПК-4; ПК-5.

Код компетенции/ индикатора	Результат обучения: наименование компетенции, индикатора компетенции
ПК-4	Способен к исследованию и разработке алгоритмов функционирования беспилотных авиационных систем (ПК-4)
ИД <sup>1</sup> <sub>ПК-4</sub>	<p><b>ЗНАТЬ:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Основы авиационной техники и принципы работы беспилотных авиационных систем.</li> <li>2. Принципы функционирования бортовых вычислительных систем и их взаимодействие с другими компонентами беспилотных авиационных систем.</li> <li>3. Принципы построения алгоритмов управления и навигации беспилотными летательными аппаратами.</li> <li>4. Основы программирования и разработки программного обеспечения для беспилотных авиационных систем.</li> <li>5. Технические характеристики современных беспилотных летательных аппаратов и их особенности.</li> <li>6. современные представления о методах и технологиях программирования;</li> <li>7. стандарты в области разработки и реализации программного обеспечения</li> </ol> <p><b>УМЕТЬ:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Разрабатывать алгоритмы функционирования беспилотных авиационных систем с учетом специфики их применения.</li> <li>2. Проектировать и реализовывать программное обеспечение для беспилотных летательных аппаратов, учитывая требования к надежности и безопасности.</li> <li>3. Анализировать данные, поступающие от бортовых датчиков и сис-</li> </ol>

Код компетенции/ индикатора	Результат обучения: наименование компетенции, индикатора компетенции
	<p>тем, и принимать решения на основе полученной информации.</p> <p>4. Осуществлять настройку и тестирование алгоритмов управления и навигации беспилотными летательными аппаратами.</p> <p>5. Работать с инструментами моделирования и виртуального тестирования беспилотных авиационных систем.</p> <p>6. Ориентироваться в существующих технологиях программирования;</p> <p>7. Применять теоретические знания в области жизненного цикла к организации и разработке программного обеспечения</p>
ИД <sub>ПК-4</sub> <sup>2</sup>	<p><b>ВЛАДЕТЬ:</b></p> <p>1. Навыками программирования на языках высокого уровня, используемых для разработки программного обеспечения беспилотных авиационных систем.</p> <p>2. Умением работать с интегрированными разработочными средами и специализированными инструментами для создания программного обеспечения.</p> <p>3. Навыками анализа и обработки данных, получаемых от бортовых систем беспилотных летательных аппаратов.</p> <p>4. Умением применять методы математического моделирования и оптимизации для разработки алгоритмов функционирования беспилотных авиационных систем.</p> <p>5. Навыками командной работы и коммуникации с другими специалистами в области авиационной техники и программной инженерии.</p> <p>6. Навыками оценки качества разработанных алгоритмов и программ;</p> <p>7. Навыками выбора основных компонентов интерфейса для реализации диалога с пользователем.</p>
ПК-5	Способен к разработке программного обеспечения для беспилотных авиационных систем (ПК-5)
ИД <sub>ПК-5</sub> <sup>1</sup>	<p><b>ЗНАТЬ:</b></p> <p>1. Основы авиации и беспилотных систем: понимание принципов работы беспилотных авиационных систем, их основных компонентов и технологий.</p> <p>2. Программирование и разработка: знание языков программирования, принципов объектно-ориентированного программирования, алгоритмов и структур данных.</p> <p>3. Технологии разработки программного обеспечения: знание современных методологий разработки ПО, таких как Agile, Scrum,</p>

Код компетенции/ индикатора	Результат обучения: наименование компетенции, индикатора компетенции
	<p>DevOps, а также умение применять их на практике.</p> <p>4. Моделирование и анализ данных: понимание методов математического моделирования беспилотных систем, статистического анализа данных и машинного обучения.</p> <p><b>УМЕТЬ:</b></p> <p>1. Проектирование архитектуры ПО: способность проектировать высокоуровневую архитектуру программных систем, учитывая особенности беспилотных авиационных систем и требования к безопасности.</p> <p>2. Разработка надежного и безопасного ПО: умение создавать программное обеспечение, отвечающее высоким требованиям по надежности, безопасности и отказоустойчивости.</p> <p>3. Тестирование и отладка ПО: навыки проведения комплексного тестирования программных систем, выявление и устранение ошибок, оптимизация производительности.</p> <p>4. Интеграция и развертывание ПО: умение интегрировать различные компоненты программной системы, настраивать окружение для развертывания ПО на борту беспилотных летательных аппаратов.</p>
ИД <sup>2</sup> <sub>ПК-5</sub>	<p><b>ВЛАДЕТЬ:</b></p> <p>1. Глубокие знания языков программирования: владение несколькими языками программирования на уровне эксперта, включая C/C++, Python, Java, MATLAB.</p> <p>2. Опыт работы с авиационными стандартами и протоколами: знание стандартов авиационной отрасли, таких как ARINC 653, ARINC 429, DO-178C и других.</p> <p>3. Управление проектами разработки ПО: опыт управления процессом разработки ПО для беспилотных авиационных систем, включая планирование, контроль версий, управление конфигурацией.</p> <p>4. Аналитические навыки: способность анализировать сложные технические задачи, выявлять узкие места и находить оптимальные решения.</p>

#### 4 Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 академических часов.

Наименование	Всего часов	Семестр
		3
Общая трудоемкость дисциплины	108	108
Контактная работа:	38,3	38,3
лекции	14	14
практические занятия	24	24
семинары	–	–
лабораторные работы	–	–
курсовой проект (работа)	4	4
Самостоятельная работа студента	57	57
Промежуточная аттестация:	9	9
контактная работа	0,3	0,3
самостоятельная работа по подготовке к зачету	8,7	8,7

## 5 Содержание дисциплины

### 5.1 Соотнесения тем (разделов) дисциплины и формируемых компетенций

Темы (разделы) дисциплины	Количество часов	Компетенции		Образовательные технологии	Оценочные средства
		ПК-4	ПК-5		
Тема 1. Основы разработки программного обеспечения	15	+	+	ВК, Л, ПЗ, СРС	УО, Д, РС, ПАР
Тема 2. Архитектура программного обеспечения беспилотных авиационных систем.	15	+	+	Л, ПЗ, СРС	УО, Д, РС, ПАР
Тема 3. Методы разработки программного обеспечения для беспилотных авиационных систем	15	+	+	Л, ПЗ, СРС	УО, Д, РС, ПАР
Тема 4. Безопасность и надежность программного обеспечения беспилотных авиационных систем	16	+	+	Л, ПЗ, СРС	УО, Д, РС, ПАР

Темы (разделы) дисциплины	Количество часов	Компетенции		Образовательные технологии	Оценочные средства
		ПК-4	ПК-5		
Тема 5. Системы управления данными в беспилотных авиационных системах	16	+	+	Л, ПЗ, СРС	УО, Д, РС, ПАР
Тема 6. Практические задания и проектная работа	18	+	+	Л, ПЗ, СРС	УО, Д, РС, ПАР
Итого за 3 семестр					
Промежуточная аттестация	9				
Итого по дисциплине	108				

Сокращения: Л– лекция, ПЗ – практическое занятие, ВК – входной контроль, СРС – самостоятельная работа студента, Д – доклад, УО – устный опрос, РС – решение ситуационных задач, ПАР – письменная аудиторная работа.

## 5.2 Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

Наименование темы (раздела) дисциплины	Л	ПЗ	С	ЛР	СРС	КР	Всего часов
семестр							
Тема 1. Основы разработки программного обеспечения	2	4			9		15
Тема 2. Архитектура программного обеспечения беспилотных авиационных систем.	2	4			9		15
Тема 3. Методы разработки программного обеспечения для беспилотных авиационных систем	2	4			9		15
Тема 4. Безопасность и надежность программного обеспечения беспилотных авиационных систем	2	4			10		16
Тема 5. Системы управления данными в беспилотных авиационных системах	2	4			10		16

Наименование темы (раздела) дисциплины	Л	ПЗ	С	ЛР	СРС	КР	Всего часов
ционных системах							
Тема 6. Практические задания и проектная работа	4	4			10		18
Итого за 3 семестр	14	24	–	–	57	–	99
Промежуточная аттестация							9
Итого по дисциплине							108

Сокращения: Л – лекции, ПЗ – практические занятия, С – семинары, ЛР – лабораторные работы, СРС – самостоятельная работа студента, КР – курсовая работа.

### 5.3 Содержание дисциплины

#### Тема 1. Основы разработки программного обеспечения

Языки программирования для беспилотных авиационных систем. Парадигмы программирования. Методы тестирования и отладки программного обеспечения.

#### Тема 2. Архитектура программного обеспечения беспилотных авиационных систем.

Основные компоненты архитектуры программного обеспечения. Проектирование и разработка модулей программного обеспечения. Обзор современных подходов к построению архитектуры программного обеспечения.

#### Тема 3. Методы разработки программного обеспечения для беспилотных авиационных систем

Методологии разработки программного обеспечения: Agile, Scrum, Waterfall,... Применение DevOps в разработке программного обеспечения для беспилотных авиационных систем. Управление конфигурацией и версионностью программного обеспечения.

#### Тема 4. Безопасность и надежность программного обеспечения беспилотных авиационных систем

Основные принципы обеспечения безопасности программного обеспечения. Методы защиты от внешних атак и вирусов. Обзор современных стандартов и регуляторных требований к безопасности программного обеспечения.

#### Тема 5. Системы управления данными в беспилотных авиационных системах

Основные принципы работы и хранения данных. Использование баз данных и облачных технологий для хранения данных. Обработка и анализ данных в реальном времени.

#### Тема 6. Практические задания и проектная работа



Разработка прототипов программного обеспечения для беспилотных авиационных систем. Тестирование и оптимизация разработанных программных решений. Подготовка отчетов и презентаций по результатам проектной работы

#### 5.4 Практические занятия

Номер темы дисциплины	Тематика практических занятий	Трудоемкость (часы)
1	ПЗ 1. Основы разработки программного обеспечения	4
2	пз 2. Архитектура программного обеспечения беспилотных авиационных систем.	4
3	ПЗ 3. Методы разработки программного обеспечения для беспилотных авиационных систем	4
4	пз 4. Безопасность и надежность программного обеспечения беспилотных авиационных систем	4
5	пз 5. Системы управления данными в беспилотных авиационных системах	4
6	пз 6. Практические задания и проектная работа	4
Итого по дисциплине		24

#### 5.5 Лабораторный практикум

Лабораторный практикум учебным планом не предусмотрен.

#### 5.6 Самостоятельная работа

Номер темы дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость (часы)
1	Повторение материалов лекции. Изучение теоретического материала [1-3]. Подготовка к устному опросу. Подготовка к письменной аудиторной работе. Подготовка доклада по выбранной теме.	9
2	Повторение материалов лекции. Изучение теоретического материала [1-3, 6-12]. Подготовка к устному опросу. Подготовка к письменной аудиторной работе. Подготовка доклада по выбранной теме.	9
3	Повторение материалов лекции. Изучение теоретического материала [1-6]. Подготовка к устному опросу. Подготовка к письменной аудиторной работе. Подготовка доклада по выбранной теме.	9

Номер темы дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость (часы)
4	Повторение материалов лекции. Изучение теоретического материала [1-6, 10, 11, 13]. Подготовка к устному опросу. Подготовка к письменной аудиторной работе. Подготовка доклада по выбранной теме.	10
5	Повторение материалов лекции. Изучение теоретического материала [1-6]. Подготовка к устному опросу. Подготовка к письменной аудиторной работе. Подготовка доклада по выбранной теме.	10
6	Повторение материалов лекции. Изучение теоретического материала [1-6]. Подготовка к устному опросу. Подготовка к письменной аудиторной работе. Подготовка доклада по выбранной теме.	10
Итого по дисциплине		57

### 5.7 Курсовые работы

Наименование этапа выполнения курсовой работы (проекта)	Трудоемкость (часы)
Этап 1. Получение задания на курсовую работу; составление плана работы	0,5
Этап 2. Обзор состояния проблемы; изучение источников информации по заданной теме; постановка цели и задач	1
Этап 3. Выполнение поставленных задач	1
Этап 4 Анализ результатов и оформление пояснительной записки	1
Этап 5. Защита курсовой работы	0,5
Итого за 3 семестр:	4

### 6 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

#### а) основная литература:

1. Гниденко, И. Г. Технология разработки программного обеспечения : учебное пособие для среднего профессионального образования / И. Г. Гниденко, Ф. Ф. Павлов, Д. Ю. Федоров. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 248 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-18131-9. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/539215> (дата обращения: 31.03.2024).

2. Гниденко, И. Г. Технологии и методы программирования : учебное пособие для вузов / И. Г. Гниденко, Ф. Ф. Павлов, Д. Ю. Федоров. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 248 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-18130-2. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/536903> (дата обращения: 31.03.2024).

3. Зубкова, Т. М. Технология разработки программного обеспечения / Т. М. Зубкова. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2023. — 252 с. — ISBN 978-5-507-45571-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/276419> (дата обращения: 31.03.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

б) дополнительная литература:

4. Современные технологии разработки программного обеспечения : учебно-методическое пособие / составитель Н. А. Федькова. — Брянск : Брянский ГАУ, 2022. — 58 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/305087> (дата обращения: 31.03.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

5. Китайцева, Е. Х. Алгоритмизация. Технология разработки программного обеспечения : учебно-методическое пособие / Е. Х. Китайцева. — Москва : МИСИ – МГСУ, 2021. — 51 с. — ISBN 978-5-7264-2905-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/249011> (дата обращения: 31.03.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

6. Машкин, А. В. Технология разработки программного обеспечения : учебное пособие / А. В. Машкин. — Вологда : ВоГУ, 2014. — 75 с. — ISBN 978-5-87851-526-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/93087> (дата обращения: 31.03.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

7. Зариковская, Н. В. Основы разработки коммерческого программного обеспечения : учебное пособие / Н. В. Зариковская. — Москва : ТУСУР, 2018. — 68 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/313802> (дата обращения: 31.03.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

8. Андреев, А. Е. Адаптивные технологии разработки программного обеспечения : учебное пособие / А. Е. Андреев, С. И. Кириносенко. — Волгоград : ВолгГТУ, 2015. — 96 с. — ISBN 978-5-9948-1979-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/157223> (дата обращения: 31.03.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

9. Потехин, Д. С. Разработка программно-аппаратного обеспечения информационных и автоматизированных систем : учебное пособие / Д. С. Потехин, И. Е. Тарасов. — Москва : РТУ МИРЭА, 2022. — 131 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL:

<https://e.lanbook.com/book/240098> (дата обращения: 31.03.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

10. Петрова, О. Б. Разработка и анализ требований проектирования программного обеспечения: практикум : учебное пособие / О. Б. Петрова. — Санкт-Петербург : СПбГУТ им. М.А. Бонч-Бруевича, 2022. — 37 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/279218> (дата обращения: 31.03.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

11. Инструментальное программное обеспечение разработки и проектирования информационных систем : методические указания / А. А. Куликов, Р. Г. Болбаков, А. В. Сеницын, А. В. Рачков. — Москва : РТУ МИРЭА, 2022. — 26 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/310985> дата обращения: 31.03.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

12. Белугина, С. В. Разработка программных модулей программного обеспечения для компьютерных систем. Прикладное программирование : учебное пособие / С. В. Белугина. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 312 с. — ISBN 978-5-8114-4496-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/133920> (дата обращения: 31.03.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

в) перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

13. **Федеральная служба государственной статистики.** Официальный сайт. – Режим доступа: <http://www.gks.ru>, свободный (дата обращения 31.03.2024).

14. **Федеральное агентство воздушного транспорта: Росавиация.** Официальный сайт. – Режим доступа: <https://favt.gov.ru>, свободный (дата обращения 31.03.2024).

15. Электронная библиотека научных публикаций "eLIBRARY.RU" [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://elibrary.ru/>, свободный (дата обращения: 31.03.2024).

16. **Библиотека СПбГУ ГА** [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://spbguga.ru/objects/e-library/>, свободный (дата обращения 31.03.2024).

г) программное обеспечение (лицензионное), базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:

17. **Консультант Плюс** [Электронный ресурс]: официальный сайт компании Консультант Плюс. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru/>, свободный (дата обращения 31.03.2024).

18. **Гарант** [Электронный ресурс] официальный сайт компании Гарант. - Режим доступа: <http://www.aero.garant.ru> , свободный (дата обращения 31.03.2024)

## 7 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Для обеспечения образовательного процесса материально-техническими ресурсами используются аудитории №800 - 805, оборудованные компьютерами и проектором, материалы сети Internet, мультимедийные курсы, оформленные с помощью Microsoft Power Point, используются при проведении лекционных и практических занятий.

Наименование дисциплины	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
Интеллектуальные системы обработки информации в беспилотных авиационных системах	801	Комплект учебной мебели: компьютерные столы, стулья персональные компьютеры с доступом в сеть Интернет, проектор, учебная доска	Microsoft Windows Office Professional Plus 2007 (лицензия № 43471843) VirtualBox (GPL v2) Anaconda3 (BSD license) Scilab (CeCILL) LogiSim (GNU GPL) Visual Studio Community Microsoft Windows Office Professional Plus 2007 (лицензия № 43471843) VisualStudioCommunity (Бесплатноелицензионноесоглашение) LogiSim (GNU GPL) Oracle Linux (GPL) Kaspersky Anti-Virus Suite (лицензия № 1D0A170720092603110550)

## 8 8 Образовательные и информационные технологии

В рамках изучения дисциплины предполагается использовать следующие образовательные технологии.

Входной контроль проводится преподавателем в начале изучения дисциплины с целью коррекции процесса усвоения обучающимися дидактических единиц при изучении базовых дисциплин.

Лекция составляет основу теоретического обучения в рамках дисциплины и направлена на систематизированное изложение накопленных и актуальных научных знаний. Лекция предназначена для раскрытия состояния и перспектив развития экономических знаний в современных условиях. На лекции

концентрируется внимание обучающихся на наиболее сложных и узловых вопросах, стимулируется их активная познавательная деятельность.

Ведущим методом в лекции выступает устное изложение учебного материала, который сопровождается одновременной демонстрацией слайдов, при необходимости привлекаются открытые Интернет-ресурсы, а также демонстрационные и наглядно-иллюстрационные материалы и практические примеры.

Цель практических занятий – закрепить теоретические знания, полученные обучающимися на лекциях и в результате самостоятельного изучения соответствующих тем, а также приобрести начальные практические навыки. Рассматриваемые в рамках практического занятия задачи, ситуации, примеры и проблемы имеют профессиональную направленность и содержат элементы, необходимые для формирования компетенций в рамках подготовки обучающихся. Практические занятия предусматривают участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Практические занятия по дисциплине являются составляющими практической подготовки обучающихся, так как предусматривают их участие в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Самостоятельная работа обучающихся является составной частью учебной работы. Ее основной целью является формирование навыка самостоятельного приобретения знаний по некоторым вопросам теоретического курса, закрепление и углубление полученных знаний, самостоятельная работа со справочниками, периодическими изданиями и научно-популярной литературой.

Самостоятельная работа включает выполнение учебных заданий, в том числе и индивидуальных.

## **9 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины**

Уровень и качество знаний обучающихся оцениваются по результатам текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

Оценочные средства включают: решение ситуационных задач, письменную аудиторную работу, задания, выдаваемые на самостоятельную работу по темам дисциплины (подготовка докладов), устный опрос пройденного материала.

Устный опрос проводится на практических занятиях с целью контроля усвоения теоретического материала, излагаемого на лекции.

Обсуждение докладов обучающихся проходит в рамках практических занятий по темам дисциплины. Преподаватель, как правило, выступает в роли консультанта при заслушивании докладов, осуществляет контроль полученных обучающимися результатов. Преподаватель следит, чтобы выступление не сводилось к простому воспроизведению текста. Выступление должно строиться свободно, убедительно и аргументировано. При этом обучающийся может об-

ращаться к своим записям, приводить выдержки из периодической печати, сайтов интернета и т. д.

Решение ситуационных задач представляет собой практическое применение теоретических знаний к конкретной хозяйственной ситуации (совокупности хозяйственных операций, осуществляемых в рамках организации).

Письменная аудиторная работа выполняется обучающимися на практических занятиях по индивидуальным вариантам на основании задания, выдаваемого преподавателем по соответствующей теме дисциплины и представляет собой оценку практического применения полученных теоретических знаний.

Контроль выполнения задания, выполняемого на практических занятиях, преследует собой цель своевременного выявления плохо усвоенного материала дисциплины для последующей корректировки.

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины проводится в виде зачета в 3 семестре. К моменту сдачи зачета должны быть успешно пройдены предыдущие формы контроля.

Зачет позволяет оценить уровень освоения компетенций за весь период изучения дисциплины. Билет включает два теоретических вопроса и задачу.

### **9.1. Балльно-рейтинговая система оценки текущего контроля успеваемости и знаний и промежуточной аттестации студентов**

Не применяется.

### **9.2 Методические рекомендации по проведению процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

Устный опрос оценивается следующим образом:

«зачтено»: обучающийся дает ответ на поставленный вопрос по существу и правильно отвечает на уточняющие вопросы;

«не зачтено»: обучающийся отказывается отвечать на поставленный вопрос, либо отвечает на него неверно и при формулировании дополнительных (вспомогательных) вопросов.

Решение ситуационных задач оценивается:

«зачтено»: обучающийся самостоятельно правильно решает задачу, дает обоснованную оценку по итогу решения;

«не зачтено»: обучающийся отказывается от выполнения задачи или не способен ее решить самостоятельно, а также с помощью преподавателя.

Доклад:

«зачтено»: грамотное и непротиворечивое изложение сути вопроса при использовании современных источников. Обучающийся способен сделать обоснованные выводы, а также уверенно отвечать на заданные в ходе обсуждения вопросы;

«не зачтено»: неудовлетворительное качество изложения материала и неспособность обучающегося сделать обоснованные выводы или рекомендации.

Письменная аудиторная работа:

«зачтено»: работа зачитывается в том случае, если задание выполнено полностью, в соответствии с поставленными требованиями и сделаны необходимые выводы;

«не зачтено»: работа не зачитывается в том случае, если обучающийся не выполнил задания, или результат выполнения задания не соответствует поставленным требованиям, а в заданиях и (или) ответах имеются существенные ошибки.

### **9.3 Темы курсовых работ (проектов) по дисциплине**

1. Анализ современных методов и технологий разработки программного обеспечения для беспилотных авиационных систем.

2. Исследование применения методов машинного обучения в разработке программного обеспечения для беспилотных авиационных систем.

3. Разработка и анализ надежности программного обеспечения для беспилотных авиационных систем.

4. Сравнительный анализ различных подходов к тестированию программного обеспечения для беспилотных авиационных систем.

5. Исследование применения методов формальной верификации в разработке программного обеспечения для беспилотных авиационных систем.

6. Анализ влияния архитектуры программного обеспечения на характеристики беспилотных авиационных систем.

7. Разработка методов обеспечения кибербезопасности программного обеспечения для беспилотных авиационных систем.

8. Исследование использования открытых исходных кодов в разработке программного обеспечения для беспилотных авиационных систем.

9. Анализ влияния стандартов и регуляторных требований на процесс разработки программного обеспечения для беспилотных авиационных систем.

10. Разработка и анализ методов управления жизненным циклом программного обеспечения для беспилотных авиационных систем.



#### 9.4 Контрольные вопросы для проведения входного контроля остаточных знаний по обеспечивающим дисциплинам

1. Дать классификацию программного обеспечения БАС.
2. Перечислить аппаратные средства БАС и дать им краткую характеристику.
3. Какие типы навигационных систем используются в БЛА?
4. Назовите функции, выполняемые полетным контроллером БЛА.

#### 9.5 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Компетенции	Показатели оценивания (индикаторы достижения) компетенций	Критерии оценивания
I этап		
ПК-4	ИД <sub>ПК-4</sub> <sup>1</sup> ИД <sub>ПК-4</sub> <sup>2</sup>	<p><b>ЗНАТЬ:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Основы авиационной техники и принципы работы беспилотных авиационных систем.</li> <li>2. Принципы функционирования бортовых вычислительных систем и их взаимодействие с другими компонентами беспилотных авиационных систем.</li> <li>3. Принципы построения алгоритмов управления и навигации беспилотными летательными аппаратами.</li> <li>4. Основы программирования и разработки программного обеспечения для беспилотных авиационных систем.</li> <li>5. Технические характеристики современных беспилотных летательных аппаратов и их особенности.</li> </ol> <p><b>УМЕТЬ:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Разрабатывать алгоритмы функционирования беспилотных авиационных систем с учетом специфики их применения.</li> <li>2. Проектировать и реализовывать программное обеспечение для беспилотных летательных аппаратов, учитывая требования к надежности и безопасности.</li> <li>3. Анализировать данные, поступающие от бортовых датчиков и систем, и принимать решения на основе полученной информации.</li> <li>4. Осуществлять настройку и тестирование алгоритмов управления и навигации беспилотными летательными аппаратами.</li> <li>5. Работать с инструментами моделирования и виртуального тестирования беспилотных авиационных систем.</li> </ol>

Компетенции	Показатели оценивания (индикаторы достижения) компетенций	Критерии оценивания
ПК-5	ИД <sub>ПК-5</sub> <sup>1</sup> ИД <sub>ПК-5</sub> <sup>2</sup>	<p><b>ЗНАТЬ:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Основы авиации и беспилотных систем: понимание принципов работы беспилотных авиационных систем, их основных компонентов и технологий.</li> <li>2. Программирование и разработка: знание языков программирования, принципов объектно-ориентированного программирования, алгоритмов и структур данных.</li> <li>3. Технологии разработки программного обеспечения: знание современных методологий разработки ПО, таких как Agile, Scrum, DevOps, а также умение применять их на практике.</li> <li>4. Моделирование и анализ данных: понимание методов математического моделирования беспилотных систем, статистического анализа данных и машинного обучения.</li> </ol> <p><b>УМЕТЬ:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Проектирование архитектуры ПО: способность проектировать высокоуровневую архитектуру программных систем, учитывая особенности беспилотных авиационных систем и требования к безопасности.</li> <li>2. Разработка надежного и безопасного ПО: умение создавать программное обеспечение, отвечающее высоким требованиям по надежности, безопасности и отказоустойчивости.</li> <li>3. Тестирование и отладка ПО: навыки проведения комплексного тестирования программных систем, выявление и устранение ошибок, оптимизация производительности.</li> <li>4. Интеграция и развертывание ПО: умение интегрировать различные компоненты программной системы, настраивать окружение для развертывания ПО на борту беспилотных летательных аппаратов.</li> </ol>
<b>II этап</b>		
ПК-4	ИД <sub>ПК-4</sub> <sup>1</sup> ИД <sub>ПК-4</sub> <sup>2</sup>	<p><b>ВЛАДЕТЬ:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Навыками программирования на языках высокого уровня, используемых для разработки программного обеспечения беспилотных авиационных систем.</li> <li>2. Умением работать с интегрированными разработочными средами и специализированными инструментами для создания программного обеспечения.</li> <li>3. Навыками анализа и обработки данных, получаемых от бортовых систем беспилотных летательных аппаратов.</li> <li>4. Умением применять методы математического моделирования и оптимизации для разработки алгоритмов функционирования беспилотных авиационных систем.</li> <li>5. Навыками командной работы и коммуникации с</li> </ol>

Компетенции	Показатели оценивания (индикаторы достижения) компетенций	Критерии оценивания
		другими специалистами в области авиационной техники и программной инженерии.
ПК-5	ИД <sub>ПК-5</sub> <sup>1</sup> ИД <sub>ПК-5</sub> <sup>2</sup>	<b>ВЛАДЕТЬ:</b> 1. Глубокие знания языков программирования: владение несколькими языками программирования на уровне эксперта, включая C/C++, Python, Java, MATLAB. 2. Опыт работы с авиационными стандартами и протоколами: знание стандартов авиационной отрасли, таких как ARINC 653, ARINC 429, DO-178C и других. 3. Управление проектами разработки ПО: опыт управления процессом разработки ПО для беспилотных авиационных систем, включая планирование, контроль версий, управление конфигурацией. 4. Аналитические навыки: способность анализировать сложные технические задачи, выявлять узкие места и находить оптимальные решения.

#### Шкала оценивания при проведении промежуточной аттестации

«Отлично» выставляется обучающемуся, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания по рассматриваемой компетенции и умение уверенно применять их на практике при решении задач, свободное и правильное обоснование принятых решений. Отвечая на вопрос, может быстро и безошибочно проиллюстрировать ответ собственными примерами. Обучающийся самостоятельно правильно решает задачу, дает обоснованную оценку итогам решения.

«Хорошо» выставляется обучающемуся, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задачи некоторые неточности, хорошо владеет всем содержанием, видит взаимосвязи, но не всегда делает это самостоятельно без помощи преподавателя. Обучающийся решает задачу верно, но при помощи преподавателя.

«Удовлетворительно» выставляется обучающемуся, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, недостаточно правильные формулировки базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, но при этом он владеет основными разделами учебной программы в рамках заданной компетенции, необходимыми для дальнейшего обучения и может применять полученные знания по образцу в стандартной ситуации. Отвечает только на конкретный вопрос, соединяет знания из разных разделов курса только при наводящих вопросах преподавателя. Ситуационная задача решена не полностью, или содержатся незначительные ошибки в расчетах.

*«Неудовлетворительно»* выставляется обучающемуся, который не знает большей части основного содержания учебной программы дисциплины в рамках компетенций, допускает грубые ошибки в формулировках основных понятий дисциплины и не умеет использовать полученные знания при решении типовых практических задач. Не раскрыты глубина и полнота при ответах. Задача не решена даже при помощи преподавателя.

## **9.6 Типовые контрольные задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам обучения по дисциплине**

### **9.6.1 Примерные контрольные задания для проведения текущего контроля успеваемости**

#### **Примерный перечень вопросов устного опроса**

1. Какие методы и технологии используются при разработке программного обеспечения для беспилотных авиационных систем?
2. Какие особенности имеет процесс верификации и валидации программного обеспечения для беспилотных авиационных систем?
3. Какие стандарты и регуляторные требования необходимо учитывать при разработке программного обеспечения для беспилотных авиационных систем?
4. Какие методы обеспечения безопасности применяются при разработке программного обеспечения для беспилотных авиационных систем?
5. Какие алгоритмы используются для автоматического управления беспилотными авиационными системами, и какие особенности их применения?
6. Какие инструменты и технологии используются для тестирования программного обеспечения беспилотных авиационных систем?

#### **Темы докладов**

1. "Методы и подходы к разработке программного обеспечения для беспилотных авиационных систем"  
- рассматриваются различные методы и подходы к разработке программного обеспечения для беспилотных авиационных систем, включая технические аспекты, методы тестирования и управления процессом разработки.
2. "Безопасность и надежность программного обеспечения беспилотных авиационных систем"

- рассматриваются вопросы обеспечения безопасности и надежности программного обеспечения для беспилотных авиационных систем, включая анализ уязвимостей, методы обнаружения и устранения ошибок, а также вопросы кибербезопасности.

### 3. "Использование искусственного интеллекта в программном обеспечении для беспилотных авиационных систем"

- рассматривается использование методов искусственного интеллекта, включая машинное обучение и нейронные сети, в программном обеспечении для беспилотных авиационных систем с целью повышения автономности и эффективности систем.

### 4. "Интеграция программного обеспечения для беспилотных авиационных систем с наземными системами управления"

- рассматривается вопрос интеграции программного обеспечения для беспилотных авиационных систем с наземными системами управления, включая протоколы связи, средства мониторинга и управления, а также вопросы взаимодействия с операторами.

### 5. "Автоматизация процесса тестирования программного обеспечения для беспилотных авиационных систем"

- рассматриваются методы и технологии автоматизации процесса тестирования программного обеспечения для беспилотных авиационных систем, включая создание тестовых сценариев, использование средств автоматизации тестирования и анализ результатов.

### 6. "Управление жизненным циклом программного обеспечения для беспилотных авиационных систем"

- рассматриваются вопросы управления жизненным циклом программного обеспечения для беспилотных авиационных систем, включая планирование, разработку, тестирование, внедрение и поддержку программного обеспечения.

## **Типовые ситуационные задачи**

1. Разработка программного обеспечения для автоматического управления беспилотным летательным аппаратом. Студентам предлагается спроектировать и

реализовать систему автопилота, способную обрабатывать данные с датчиков и принимать решения на основе алгоритмов управления.

2. Обеспечение безопасности полета беспилотного летательного аппарата. Студентам предлагается разработать программное обеспечение, способное обнаруживать и избегать препятствий во время полета, а также автоматически реагировать на аварийные ситуации.

3. Разработка системы мониторинга и управления беспилотными авиационными системами. Студентам предлагается создать программное обеспечение, позволяющее операторам отслеживать полеты беспилотных летательных аппаратов, управлять ими и анализировать данные с их бортовых систем.

4. Интеграция различных видов датчиков в программное обеспечение беспилотного летательного аппарата. Студентам предлагается спроектировать и реализовать систему, способную эффективно использовать информацию от различных датчиков (например, GPS, акселерометров, гироскопов) для навигации и управления.

5. Оптимизация производительности программного обеспечения беспилотных авиационных систем. Студентам предлагается исследовать и применить методы оптимизации кода, алгоритмов и структур данных с целью повышения эффективности работы беспилотных летательных аппаратов.

6. Разработка программного обеспечения для автоматического взаимодействия между несколькими беспилотными летательными аппаратами. Студентам предлагается создать систему, способную координировать действия нескольких беспилотных летательных аппаратов в реальном времени.

### **Примерный вариант письменной аудиторной работы**

1. Опишите основные принципы и подходы к разработке программного обеспечения для беспилотных авиационных систем. Объясните, какие специфические требования предъявляются к такому ПО и какие особенности управления данными и ресурсами необходимо учитывать.

2. Рассмотрите методы и инструменты верификации и валидации программного обеспечения для беспилотных авиационных систем. Приведите примеры типичных ошибок, которые могут возникнуть при разработке такого ПО, и опишите способы их выявления и исправления.

3. Изучите особенности проектирования архитектуры программного обеспечения для беспилотных авиационных систем. Объясните, какие компоненты включает в себя типичная архитектура такого ПО и какие

принципы распределения функциональности между компонентами следует учитывать.

4. Проанализируйте методы обеспечения безопасности и надежности программного обеспечения для беспилотных авиационных систем. Опишите, какие угрозы безопасности могут возникнуть в процессе эксплуатации такого ПО и какие меры защиты можно предпринять для их предотвращения.

5. Исследуйте особенности тестирования программного обеспечения для беспилотных авиационных систем. Объясните, какие виды тестирования применимы при разработке такого ПО и какие особенности тестовых сценариев необходимо учитывать.

6. Проанализируйте основные этапы жизненного цикла разработки программного обеспечения для беспилотных авиационных систем. Опишите, какие этапы включает в себя типичный цикл разработки такого ПО и какие задачи необходимо решить на каждом этапе.

7. Рассмотрите особенности управления конфигурацией программного обеспечения для беспилотных авиационных систем. Объясните, какие компоненты и версии ПО необходимо учитывать при управлении конфигурацией и какие инструменты могут быть использованы для автоматизации этого процесса.

8. Изучите методы оптимизации производительности программного обеспечения для беспилотных авиационных систем. Приведите примеры типичных узких мест, которые могут возникнуть при работе такого ПО, и опишите способы их оптимизации.

### **Типовые задачи для проектов**

1. Программирование автопилота. Разработать алгоритм автопилота для беспилотного летательного аппарата.

2. Обработка данных с бортовых датчиков. Написать программу для обработки данных с бортовых датчиков беспилотного летательного аппарата.

3. Разработка системы мониторинга состояния беспилотного летательного аппарата. Разработать программное обеспечение, которое будет отслеживать состояние бортовых систем и датчиков, определять возможные неисправности и предлагать рекомендации по обслуживанию и ремонту.

4. Тестирование программного обеспечения. Провести тестирование разработанного программного обеспечения на специальном стенде или симуляторе беспилотного летательного аппарата.

5. Анализ и оптимизация производительности программного обеспечения. Проанализировать работу программы, выявить узкие места и оптимизировать код для повышения производительности и эффективности работы беспилотного летательного аппарата.

### **Контрольные вопросы для зачета**

1. Объясните основные принципы разработки программного обеспечения для беспилотных авиационных систем. Какие особенности нужно учитывать при проектировании такого ПО?

2. Какие методы тестирования программного обеспечения применяются при разработке беспилотных авиационных систем? Объясните их особенности и преимущества.

3. Расскажите о применении алгоритмов машинного обучения в разработке программного обеспечения для беспилотных авиационных систем. Какие задачи они помогают решать?

4. Какие технологии и инструменты разработки программного обеспечения используются в сфере беспилотных авиационных систем? Приведите примеры их применения.

5. Каковы основные принципы обеспечения кибербезопасности в программном обеспечении для беспилотных авиационных систем? Какие уязвимости необходимо учитывать при разработке такого ПО?

6. В чем заключаются основные трудности при разработке программного обеспечения для беспилотных авиационных систем? Какие стратегии можно применить для их преодоления?

7. Какие требования к надежности и отказоустойчивости предъявляются к программному обеспечению беспилотных авиационных систем? Какие методы обеспечения соответствия этим требованиям можно использовать?

8. Каким образом учитывается специфика работы в реальном времени при разработке программного обеспечения для беспилотных авиационных систем? Какие подходы используются для обеспечения минимальной задержки выполнения команд?

9. Расскажите о методах оптимизации программного обеспечения для беспилотных авиационных систем. Какие аспекты работы системы можно оптимизировать и как это влияет на её производительность?



10. Какие стандарты и нормативные документы регулируют процессы разработки программного обеспечения для беспилотных авиационных систем? Как они влияют на работу разработчиков и на качество конечного продукта?

## **10 Методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины**

Методика преподавания дисциплины «Технология разработки программного обеспечения для беспилотных авиационных систем» характеризуется совокупностью методов, приемов и средств обучения, обеспечивающих реализацию содержания и учебно-воспитательных целей дисциплины, которая может быть представлена как некоторая методическая система, включающая методы, приемы и средства обучения. Такой подход позволяет более качественно подойти к вопросу освоения дисциплины обучающимися.

Учебные занятия начинаются и заканчиваются по времени в соответствии с утвержденным режимом СПб ГУГА в аудиториях согласно семестровым расписаниям теоретических занятий. На занятиях, предусмотренных расписанием, обязаны присутствовать все обучающиеся.

Лекции являются одним из важнейших видов учебных занятий и составляют основу теоретической подготовки обучающихся по дисциплинам. Лекция имеет целью дать систематизированные основы научных знаний по дисциплине, раскрыть состояние и перспективы прогресса конкретной области науки и экономики, сконцентрировать внимание на наиболее сложных и узловых вопросах. Эта цель определяет дидактическое назначение лекции, которое заключается в том, чтобы ознакомить обучающихся с основным содержанием, категориями, принципами и закономерностями изучаемой темы и предмета обучения в целом, его главными идеями и направлениями развития. Именно на лекции формируется научное мировоззрение обучающегося, закладываются теоретические основы фундаментальных знаний будущего управленца, стимулируется его активная познавательная деятельность, решается целый ряд вопросов воспитательного характера.

Каждая лекция должна представлять собой устное изложение лектором основных теоретических положений изучаемой дисциплины или отдельной темы как логически законченное целое и иметь конкретную целевую установку. Особое место в лекционном курсе по дисциплине занимают вводная и заключительная лекции.

Вводная лекция должна давать общую характеристику изучаемой дисциплины, подчеркивать новизну проблем, указывать ее роль и место в системе изучения других дисциплин, раскрывать учебные и воспитательные цели и кратко знакомить обучающихся с содержанием и структурой курса, а также с организацией учебной работы по нему. Заключительная лекция должна давать научно-практическое обобщение изученной дисциплины, показывать перспективы развития изучаемой области знаний, навыков и практических умений.

Практические занятия проводятся в целях выработки практических умений и приобретения навыков при решении управленческих задач. Основным содержанием этих занятий является практическая работа каждого обучающегося. Назначение практических занятий – закрепление, углубление и комплексное применение на практике теоретических знаний, выработка умений и навыков обучающихся в решении практических задач. Вместе с тем, на этих занятиях, осуществляется активное формирование и развитие навыков и качеств, необходимых для последующей профессиональной деятельности. Практические занятия проводятся по наиболее сложным вопросам дисциплины и имеют целью углубленно изучить ее содержание, привить обучающимся навыки самостоятельного поиска и анализа информации, умение делать обоснованные выводы, аргументировано излагать и отстаивать свое мнение. Каждое практическое занятие заканчивается, как правило, кратким подведением итогов, указаниями преподавателя о последующей самостоятельной работе.

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины проводится в виде зачета в 3 семестре. К моменту сдачи зачета должны быть успешно пройдены предыдущие формы контроля. Зачет позволяет оценить уровень освоения компетенций за весь период изучения дисциплины.

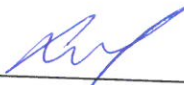
Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 25.04.03 Аэронавигация.

Программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры № 14 «Аэродинамики и динамики полета»

«13» марта 20 24 года, протокол № 8.

Разработчик:

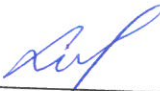
К.Т.Н.

  
(ученая степень, ученое звание, фамилия и инициалы заведующего кафедрой)

Ю.В. Земсков

И.о. заведующего кафедрой № 8 «Прикладной математики и информатики»

К.Т.Н.

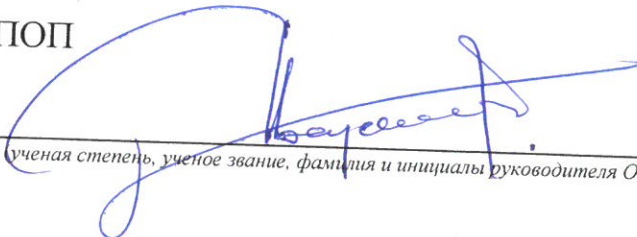
  
(ученая степень, ученое звание, фамилия и инициалы заведующего кафедрой)

Ю.В. Земсков

Программа согласована:

Руководитель ОПОП

К.Т.Н., доцент

  
(ученая степень, ученое звание, фамилия и инициалы руководителя ОПОП)

Н.Е. Баранов

Программа рассмотрена и согласована на заседании Учебно-методического совета Университета «17» апреля 20 24 года, протокол № 7.