

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Луганский государственный университет имени Владимира Даля»

Институт гражданской защиты
Кафедра специальных технических средств

УТВЕРЖДАЮ

Директор института гражданской
защиты



« 02 » 02/2024

Малкин В.Ю.

2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«ДИНАМИКА ПОЛЕТА И УСТОЙЧИВОСТЬ»

По направлению подготовки 25.03.03 Аэронавигация

Профиль «Эксплуатация беспилотных авиационных систем»

Луганск 2024

Лист согласования РПУД

Рабочая программа учебной дисциплины «Динамика полета и устойчивость» по направлению подготовки 25.03.03 Аэронавигация профиля «Эксплуатация беспилотных авиационных систем» – 22 с.

Рабочая программа учебной дисциплины «Динамика полета и устойчивость» составлена с учетом Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 25.03.03 Аэронавигация (утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 21.08.2020 г. № 1084).

СОСТАВИТЕЛИ:

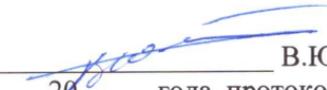
к.т.н., доцент Сыровой Г.В.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры специальные технические средства «16» 01 2024 года, протокол № 1.

Заведующий кафедрой специальных технических средств  Победа Т. В.

Переутверждена: «___» _____ 20__ г., протокол № _____

Согласована:

Директор Института гражданской защиты  В.Ю. Малкин
Переутверждена «___» _____ 20__ года, протокол № _____

Рекомендована на заседании учебно-методической комиссии института гражданской защиты «06» 02 2024 года, протокол № 6.

Председатель учебно-методической комиссии института гражданской защиты  Михайлов Д.В.

1. Цели и задачи освоения дисциплины (модуля)

Целью изучения дисциплины «Динамика полета и устойчивость» является формирование знаний, умений и навыков необходимых для изучения и освоения научных и теоретических основ поддержания летной годности беспилотных авиационных систем, выполнения, обеспечения и обслуживания полетов беспилотных воздушных судов, организации, выполнения, обеспечения и обслуживания воздушных перевозок и авиационных работ, обеспечения и управления безопасностью полетов беспилотных авиационных систем.

Задачи изучения дисциплины «Динамика полета и устойчивость»:

- знать, владеть основными летно-техническими характеристиками и характеристиками устойчивости и управляемости БВС гражданской авиации;
- знать, уметь и владеть основными методами расчета летно-технических характеристик БВС гражданской авиации, в том числе с использованием прикладных программ;
- знать влияние внешних условий и технико-экономических факторов на экономичность и безопасность полетов;
- знать, уметь, владеть методами повышения экономичности полетов БВС.

Дисциплина «Динамика полета и устойчивость» обеспечивает подготовку выпускника к эксплуатационно-технологическому и сервисному виду профессиональной деятельности.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Дисциплина «Динамика полета и устойчивость» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений модуля обязательных дисциплин учебного плана.

Необходимыми условиями для освоения дисциплины являются:

знания:

- основных законов, положений и методов высшей математики, методы формализации прикладных задач;

умения:

- поиска и систематизации специальной информации в электронных и иных источниках;
- определять и анализировать нагрузки, действующие на конструкцию самолета, и их распределение;

владеть навыками:

- системой расчета, предъявляемых к авиационной технике за счет применения перспективных управляющих программ;
- методами проектирования конструкций с учетом прочностных характеристик и требований безопасности.

3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля)

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов
ОПК-6. Способен использовать основные законы математических и естественнонаучных дисциплин (модулей) в профессиональной деятельности, в том числе с использованием стандартных программных средств	ОПК-6.1 использует основные законы естественнонаучных дисциплин и применяет методы математического анализа и моделирования для решения профессиональных задач с использованием стандартных программных средств	Знать: основные законы естественнонаучных дисциплин и применяет методы математического анализа и моделирования для решения профессиональных задач с использованием стандартных программных средств

	ОПК-6.2 применяет законы механики для оценки значений параметров движения и равновесия материальных тел; ОПК-6.3 применяет методики использования программных средств для решения практических задач;	Уметь: применять законы механики для оценки значений параметров движения и равновесия материальных тел; Владеть: методиками использования программных средств для решения практических задач;
ПК-1. Способен применять методы анализа и расчета в аэродинамических механических, электромагнитных и комбинированных системах для решения профессиональных задач	ПК-1.1 использует методы решения задач механики для оценки прочности авиационных конструкций;	Знать: свойства авиационных материалов и методы их испытания.
	ПК-1.2 проводит расчет аэродинамических характеристик ВВС СВТ, используя методы теоретической и экспериментальной аэродинамики;	Уметь: выполнять расчет на прочность элементов конструкций летательных аппаратов, обеспечивая при этом высокую степень надежности и долговечности при минимальной массе и стоимости.
	ПК-1.3 использует методы анализа основ конструкции ВВС СВТ, имеющих отношение к их эксплуатации.	Владеть: четкими знаниями, необходимыми для решения проблем, возникающих при проектировании и расчёте элементов авиационных конструкций, обеспечивая высокую степень надежности и долговечности

4. Структура и содержание дисциплины

4.1 Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Объем часов (зач. ед.)	
	Очная форма	Заочная форма
Общая учебная нагрузка (всего)	144 (4 зач. ед.)	-
Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего) в том числе:	68	-
Лекции	34	-
Семинарские занятия	-	-
Практические занятия	34	-
Лабораторные работы		
Курсовая работа (курсовой проект)	-	-
Другие формы и методы организации образовательного процесса (<i>расчетно-графические работы, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинг, компьютерные симуляции, интерактивные лекции, семинары, анализ деловых ситуаций и т.п.</i>)	-	-
Самостоятельная работа студента (всего)	76	-
Форма аттестации	экзамен	-

4.2 Содержание разделов дисциплины

Семестр 5

Тема 1. Введение в динамику полета БПЛА

Общие сведения о беспилотных летательных аппаратах. Структура и классификация БПЛА. Применение БПЛА в различных областях. Основные принципы динамики полета. Законы аэродинамики. Уравнения движения и основные размеры БПЛА. Физико-механические свойства воздуха. Характерные параметры воздушного потока и их зависимости. Зависимость параметров воздушного потока от скорости и площади поперечного сечения. Физический смысл уравнения неразрывности. Уравнения Эйлера. Интеграл Бернулли. Уравнения Бернулли для несжимаемой жидкости и сжимаемого газа и их практическое применение. Параметры торможения потока газа. Особенности сверхзвуковых течений газа. Пограничный слой.

Тема 2. Аэродинамические силы и моменты

Подъемная сила и сопротивление. Аэродинамические моменты и их влияние на управление. Аэродинамические характеристики БПЛА. Изучение подъемной и силы сопротивления. Влияние конфигурации и геометрии на характеристики. Аэродинамика несущих поверхностей при малых скоростях и числах M . Физическая картина взаимодействия воздушного потока с обтекаемым телом. Понятие об аэродинамических силах, моментах и их коэффициентах. Системы координат. Геометрические параметры профиля, крыла, фюзеляжа (тела вращения). Режимы обтекания тел потоком вязкого газа (жидкости). Профиль в потоке несжимаемого газа, основные аэродинамические характеристики профиля. Крыло конечного размаха в потоке несжимаемого газа. Особенности аэродинамики несущих поверхностей на больших числах M .

Тема 3. Системы управления полетом БПЛА

Автопилоты и их назначение. Типы систем управления (дистанционное, автоматическое). Навигация БПЛА. Основные методы навигации (GPS, инерциальные системы). Ошибки навигации и методы их коррекции. Аэродинамические характеристики современных гражданских ВС. Аэродинамические характеристики самолёта. Понятие об аэродинамической интерференции частей и аэродинамической компоновке самолёта. Механизация крыла. Особенности аэродинамики перспективных ВС ГА. Влияние состояния поверхности на аэродинамические характеристики самолёта.

Тема 4. Моделирование динамики полета БПЛА

Математические модели движения. Рассмотрение уравнений движения БПЛА. Системы координат, используемые в динамике полёта. Уравнения движения самолета в проекциях на оси координат. Силы, действующие на самолет в полёте. Прямолинейный полёт. Влияние конфигурации ВС, величины полетной массы, режима работы двигателей, высоты полёта, температуры и давления наружного воздуха, турбулентности атмосферы на кривые потребных и располагаемых тяг (мощностей) и характеристики горизонтального полёта, набора высоты и снижения. Дальность и продолжительность полёта. Основные положения и определения.

Тема 5. Динамика маневрирования БПЛА

Анализ маневров (восхождение, снижение, повороты). Оценка устойчивости и рулевой реакции. Дальность и продолжительность полёта при наборе, снижении и в горизонтальном полёте. Криволинейный полёт. Правильный вираж (разворот). Взлет и посадка ВС. Взлёт. Общая характеристика взлёта. Схема взлёта. Посадка ВС. Схема захода на посадку и посадки

Тема 6. Основные понятия устойчивости

Устойчивость направления, поперечная и продольная устойчивость. Понятие о динамической устойчивости. Устойчивость и управляемость, как средство обеспечения полёта по заданной программе. Роль характеристик устойчивости и управляемости в обеспечении безопасности полёта ВС. Продольная устойчивость ВС. Два типа продольного возмущенного движения: быстро развивающееся (короткопериодическое) и медленно развивающееся (длиннопериодическое) движение. Устойчивость по перегрузке и по скорости. Боковая устойчивость ВС. Силы и моменты, действующие на воздушное судно в боковом движении. Боковые статические и динамические силы и моменты. Зависимость боковых сил и моментов от аэродинамической компоновки, конструктивных и эксплуатационных факторов. Пути

уменьшения усилий на штурвале. Боковая управляемость ВС. Балансировочные кривые. Пути улучшения характеристик устойчивости и управляемости современных ВС.

Тема 7. Контроль и анализ устойчивости

Контроль устойчивости. Методы улучшения устойчивости. Использование систем стабилизации. Применение обратной связи в системах управления. Анализ устойчивости БПЛА. Линейный и нелинейный анализ. Применение методов теории управления и систем. Особенности аэродинамики и динамики ВС при полёте на больших углах атаки. Сваливание самолета. Вывод самолета из сваливания. Изменение условий работы силовой установки на больших углах атаки. Особенности аэродинамики, устойчивости и управляемости ВС ГА при полете на предельных скоростях и числах М. Особенности устойчивости и управляемости ВС при выходе за ограничения (всплывание элеронов, реверс элеронов, самопроизвольное кренение, затягивание в пикирование, обратная реакция по крену на отклонение руля направления, снижение эффективности рулей и т.п.).

Тема 8. Тестирование и верификация систем управления

Методы летных испытаний. Анализ данных с летных испытаний для оценки эффективности управления. Системы мониторинга состояния БПЛА. Оценка технического состояния во время полета. Влияние состояния на динамику и устойчивость. Экстренное снижение ВС. Особенности аэродинамики, устойчивости и управляемости ВС при попадании в условия обледенения, атмосферной турбулентности, сдвига ветра, ливневых осадков. Наземное обледенение, его влияние на безопасное выполнение взлёта. Особенности аэродинамики и динамики ВС при попадании в спутный след за самолётами и вертолётными. Отказ двигателя, его влияние на аэродинамические характеристики ВС

4.3 Лекции

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Введение в динамику полета БПЛА	4	
2	Аэродинамические силы и моменты	4	
3	Системы управления полетом БПЛА	4	
4	Моделирование динамики полета БПЛА	4	
5	Динамика маневрирования БПЛА	4	
6	Основные понятия устойчивости	4	
7	Контроль и анализ устойчивости	5	
8	Тестирование и верификация систем управления	5	
Итого:		34	

4.4 Практические (семинарские) занятия

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Введение в динамику полета БПЛА	4	
2	Аэродинамические силы и моменты	4	
3	Системы управления полетом БПЛА	4	
4	Моделирование динамики полета БПЛА	4	
5	Динамика маневрирования БПЛА	4	
6	Основные понятия устойчивости	4	
7	Контроль и анализ устойчивости	5	
8	Тестирование и верификация систем управления	5	
Итого:		34	

4.5 Лабораторные работы

Не предусмотрено планом

4.6. Самостоятельная работа студентов

№ п/п	Название темы	Вид СРС	Объем часов	
			Очная форма	Заочная форма
1	Введение в динамику полета БПЛА	Подготовка к практическому занятию и к промежуточной аттестации.	9	
2	Аэродинамические силы и моменты	Подготовка к практическому занятию и к промежуточной аттестации.	9	
3	Системы управления полетом БПЛА	Подготовка к практическим занятиям и к промежуточному контролю. Самостоятельный поиск источников информации.	9	
4	Моделирование динамики полета БПЛА	Подготовка к практическим занятиям и к промежуточному контролю. Самостоятельный поиск источников информации.	9	
5	Динамика маневрирования БПЛА	Подготовка к практическим занятиям, самостоятельный поиск источников информации.	10	
6	Основные понятия устойчивости	Подготовка к практическим занятиям, самостоятельный поиск источников информации.	10	
7	Контроль и анализ устойчивости	Подготовка к практическим занятиям, самостоятельный поиск источников информации.	10	
8	Тестирование и верификация систем управления	Подготовка к практическим занятиям, самостоятельный поиск источников информации.	10	
Итого:			76	

4.7 Курсовые работы/проекты по дисциплине «Динамика полета и устойчивость»

Курсовые работы не предусмотрены планом.

5 Образовательные технологии

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий: объяснительно-иллюстративного обучения (технология поддерживающего обучения, технология проведения учебной дискуссии), информационных технологий (презентационные материалы), развивающих и инновационных образовательных технологий.

Практические занятия проводятся с использованием развивающих, проблемных, проектных, информационных (использование электронных образовательных ресурсов (электронный конспект) образовательных технологий и беспилотных летательных аппаратов.

6 Учебно-методическое и программно-информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1.Афанасьев, П.П., Беспилотные летательные аппараты. Основы устройства и функционирования [Текст] /И.С. Голубев, В.Н. Новиков, С.Г. Парафесь, под редакцией Голубева И.С. и Туркина И.К. Издательство МАИ, М, 2019г. 3.

2.Лебедев, А.А. Динамика полета беспилотных летательных аппаратов [Текст] / А.А. Лебедев, Л.С. Чернобровкин. –М.: Машиностроение, 2018. –613 с. Дополнительные источники: 1. Беспилотные летательные аппараты: Методики приближенных расчетов основных параметров и характеристик [Текст]/ В. М. Ильюшко, М. М. Митрахович, А. В. Самков и др; Под общ. ред.

3.В. И. Силкова. –К.: 2019. –304 с., 56 ил. 2.Общие виды и характеристики беспилотных летательных аппаратов: справ. пособие[Текст] /А.Г.

4.Гребеников, А.К. Мялица, В.В. Парфенюк и др. –Х.: Нац. аэрокосм. ун-т «Харьк. авиац. ин-т», 2018. 377 с. –ISBN 978-966-662-157-6

5. Малкин В.Ю. Аэронавигация беспилотных летательных аппаратов. Курс «Введение в специальность»: учебное пособие /В.Ю. Малкин, Т.В. Победа, Г.В. Сыровой, С.Р. Комраз.- Луганск: ИП Орехов Д.А., 2024.-172 с. - ISBN 978-5-6052742-8-5

б) дополнительная литература:

1. Егер, С.М. Проектирование самолетов: учебник для вузов: репр. воспр. изд. 1983 / под.ред С.М. Егера. – 4-е изд. –М.: Логос, 2005. – 648 с.

2. Кан С.Н. Расчет самолета на прочность /С.Н. Кан, И. А. Свердлов.-М: Машиностроение, 1966.-520 с.

3. Подружин Е.Г. Конструкция и проектирование летательных аппаратов. Крыло [Электронный ресурс]: Учебно-методическое пособие/ Подружин Е.Г., Рябчиков П.Е.— Электрон. текстовые данные.— Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2010.—116 с.— Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=548161>.

4. Подружин Е.Г. Конструкция и проектирование летательных аппаратов. Фюзеляж [Электронный ресурс]: Учебно-методическое пособие/ Подружин Е.Г., Рябчиков П.Е., Степанов В.М.—Электрон. текстовые данные.— Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2011.— 104 с.— Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=548161>.

5. Фролова, О.А. Механизмы и характер разрушения металлических материалов при многократных видах нагружения: методические указания / О.А. Фролова; Оренбургский гос. ун-т. –Оренбург: ОГУ, 2018. – 29 с. – Режим доступа: http://artlib.osu.ru/web/books/metod_all/67184_20180605.pdf.

в) методические указания:

1. Методические указания по изучению бакалаврами дисциплины «Основы применения БАС» по направлению подготовки 25.03.03 «Аэронавигация», 20.03.01 «Техносферная безопасность», 20.05.01 «Пожарная безопасность» / Сост.: Сыровой Г.В., Атрошенко Д.В. – Луганск: Изд-во ЛГУ им. Владимира Даля, 2024 г. – 58 с.

2. Методические указания по изучению бакалаврами дисциплины «Введение в деятельность аэронавигации» по направлению подготовки 25.03.03 «Аэронавигация» профиля «Эксплуатация беспилотных авиационных систем» / Сост.: Сыровой Г.В., Атрошенко Д.В. – Луганск: Изд-во ЛГУ им. Владимира Даля, 2024 г. – 40 с.

г) интернет-ресурсы:

1. Министерство образования и науки Российской Федерации – <http://минобрнауки.рф/>
 2. Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки – <http://obrnadzor.gov.ru/>
 3. Министерство образования и науки Луганской Народной Республики – <https://minobr.su>
 4. Народный совет Луганской Народной Республики – <https://nslnr.su>
 5. Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования – <http://fgosvo.ru>
 6. Федеральный портал «Российское образование» – <http://www.edu.ru/>
 7. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» – <http://window.edu.ru/>
 8. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов – <http://fcior.edu.ru/>
- Электронные библиотечные системы и ресурсы:**
1. Электронно-библиотечная система «Консультант студента» – <http://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>
 2. Электронно-библиотечная система «StudMed.ru» – <https://www.studmed.ru>
- Информационный ресурс библиотеки образовательной организации:**
1. Научная библиотека имени А. Н. Коняева – <http://biblio.dahluniver.ru/>
- Информационные ресурсы:**
1. Предметно-ориентированный Web-портал «CALS-CAD-CAM-CAE-технологии» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://cad.tu-bryansk.ru>. – Загл. С экрана – Яз. рус.
 2. Единое окно доступа к образовательным ресурсам [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://window.edu.ru/>.

7 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Освоение дисциплины «Динамика полета и устойчивость» предполагает использование академических аудиторий, соответствующих действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам.

Прочее: рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет, беспилотные летательные аппараты, спортивная площадка.

Программное обеспечение:

Функциональное назначение	Бесплатное программное обеспечение	Ссылки
Офисный пакет	Libre Office 6.3.1	https://www.libreoffice.org/ https://ru.wikipedia.org/wiki/LibreOffice
Операционная система	UBUNTU 19.04	https://ubuntu.com/ https://ru.wikipedia.org/wiki/Ubuntu
Браузер	Firefox Mozilla	http://www.mozilla.org/ru/firefox/fx
Браузер	Opera	http://www.opera.com
Почтовый клиент	Mozilla Thunderbird	http://www.mozilla.org/ru/thunderbird
Файл-менеджер	Far Manager	http://www.farmanager.com/download.php
Архиватор	7Zip	http://www.7-zip.org/

Графический редактор	GIMP (GNU Image Manipulation Program)	http://www.gimp.org/ http://gimp.ru/viewpage.php?page_id=8 http://ru.wikipedia.org/wiki/GIMP
Редактор PDF	PDFCreator	http://www.pdfforge.org/pdfcreator
Аудиоплеер	VLC	http://www.videolan.org/vlc/

8. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

**Паспорт
оценочных средств по учебной дисциплине**

«Динамика полета и устойчивость»

Описание уровней сформированности и критериев оценивания компетенций на этапах их формирования в ходе изучения дисциплины

Этап	Код компетенции	Уровни сформированности компетенции	Критерии оценивания компетенции
Начальный	ОПК-6. Способен использовать основные законы математических и естественнонаучных дисциплин (модулей) в профессиональной деятельности, в том числе с использованием стандартных программных средств	Пороговый	знать: понимание терминов, таких как динамика полета, устойчивость, маневрирование, аэродинамические силы и моменты законов аэродинамики и механики, применимых к БПЛА
Основной	ПК-1. Способен применять методы анализа и расчета в аэродинамических механических, электромагнитных и комбинированных системах для решения профессиональных задач	Базовый	уметь: выполнять расчеты аэродинамических сил и моментов, действующих на БПЛА. анализировать устойчивость и маневрирование БПЛА с использованием математических моделей
Заключительный		Высокий	владеть: навыками работы с оборудованием для испытаний БПЛА (например, датчики, системы управления). навыками работы с программным обеспечением для анализа данных

Перечень компетенций (элементов компетенций), формируемых в результате освоения учебной дисциплины

№ п/п	Код компетенции	Формулировка контролируемой компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по дисциплине)	Темы учебной дисциплины	Этапы формирования (семестр изучения)
1.	ОПК-6	Способен использовать основные законы математических и естественнонаучных дисциплин (модулей) в профессиональной деятельности, в том числе с использованием стандартных программных средств	ОПК-6.1 использует основные законы естественнонаучных дисциплин и применяет методы математического анализа и моделирования для решения профессиональных задач с использованием стандартных программных средств ОПК-6.2 применяет законы механики для оценки значений параметров движения и равновесия материальных тел; ОПК-6.3 применяет методики использования программных средств для решения практических задач;	<i>Тема 1. Введение в динамику полета БПЛА</i> <i>Тема 2. Аэродинамические силы и моменты</i> <i>Тема 3. Системы управления полетом БПЛА</i> <i>Тема 4. Моделирование динамики полета БПЛА</i> <i>Тема 5. Динамика маневрирования БПЛА</i> <i>Тема 6. Основные понятия устойчивости</i> <i>Тема 7. Контроль и анализ устойчивости</i> <i>Тема 8. Тестирование и верификация систем управления</i>	Начальный, Основной, Заключительный 5
2.	ПК-1	Способен применять методы анализа и расчета в аэродинамических механических, электромагнитных и комбинированных системах для решения профессиональных задач	ПК-1.1 использует методы решения задач механики для оценки прочности авиационных конструкций; ПК-1.2 проводит расчет аэродинамических характеристик ВВС СВТ, используя методы	<i>Тема 1. Введение в динамику полета БПЛА</i> <i>Тема 2. Аэродинамические силы и моменты</i> <i>Тема 3. Системы управления полетом БПЛА</i> <i>Тема 4. Моделирование</i>	Начальный, Основной, Заключительный 5

			теоретической и экспериментальной аэродинамики; ПК-1.3 использует методы анализа основ конструкции ВВС СВТ, имеющих отношение к их эксплуатации.	динамики полета БПЛА Тема 5. Динамика маневрирования БПЛА Тема 6. Основные понятия устойчивости Тема 7. Контроль и анализ устойчивости Тема 8. Тестирование и верификация систем управления	
--	--	--	--	--	--

Показатели и критерии оценивания компетенций, описание шкал оценивания

№ п/п	Код компетенции	Индикаторы достижений компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине	Контролируемые темы учебной дисциплины	Наименование оценочного средства
1.	ОПК-6	ОПК-6.1 использует основные законы естественнонаучных дисциплин и применяет методы математического анализа и моделирования для решения профессиональных задач с использованием стандартных программных средств ОПК-6.2 применяет законы механики для оценки значений параметров движения и равновесия материальных тел; ОПК-6.3 применяет	знать: понимание терминов, таких как динамика полета, устойчивость, маневрирование, аэродинамические силы и моменты законов аэродинамики и механики, применимых к БПЛА уметь: выполнять расчеты аэродинамических сил и моментов, действующих на БПЛА. анализировать устойчивость и маневрирование БПЛА с использованием математических моделей владеть: навыками работы с оборудованием для испытаний БПЛА	Тема 1. Введение в динамику полета БПЛА Тема 2. Аэродинамические силы и моменты Тема 3. Системы управления полетом БПЛА Тема 4. Моделирование динамики полета БПЛА Тема 5. Динамика маневрирования БПЛА Тема 6. Основные понятия устойчивости Тема 7. Контроль и анализ устойчивости Тема 8. Тестирование и верификация систем управления	Вопросы для комбинированного контроля усвоения теоретического материала, задания по практическим занятиям, реферат, экзамен

		методики использования программных средств для решения практических задач;	(например, датчики, системы управления). навыками работы с программным обеспечением для анализа данных		
2.	ПК-1	ПК-1.1 использует методы решения задач механики для оценки прочности авиационных конструкций; ПК-1.2 проводит расчет аэродинамических характеристик ВВС СВТ, используя методы теоретической и экспериментальной аэродинамики; ПК-1.3 использует методы анализа основ конструкции ВВС СВТ, имеющих отношение к их эксплуатации.	знать: свойства авиационных материалов и методы их испытания. уметь: выполнять расчет на прочность элементов конструкций летательных аппаратов, обеспечивая при этом высокую степень надежности и долговечности при минимальной массе и стоимости. владеть: четкими знаниями, необходимыми для решения проблем, возникающих при проектировании и расчёте элементов авиационных конструкций, обеспечивая высокую степень надежности и долговечности	<i>Тема 1. Введение в динамику полета БПЛА</i> <i>Тема 2. Аэродинамические силы и моменты</i> <i>Тема 3. Системы управления полетом БПЛА</i> <i>Тема 4. Моделирование динамики полета БПЛА</i> <i>Тема 5. Динамика маневрирования БПЛА</i> <i>Тема 6. Основные понятия устойчивости</i> <i>Тема 7. Контроль и анализ устойчивости</i> <i>Тема 8. Тестирование и верификация систем управления</i>	Вопросы для комбинированного контроля усвоения теоретического материала, задания по практическим занятиям, реферат, экзамен

1. Вопросы для комбинированного контроля усвоения теоретического материала (пороговый уровень):

1. Определение динамики полета: Что такое динамика полета и какие основные факторы на нее влияют?
2. Классификация БПЛА: Какие существуют типы беспилотных летательных аппаратов и как они классифицируются?
3. Аэродинамические силы: Объясните, какие аэродинамические силы действуют на БПЛА во время полета.
4. Устойчивость: Что такое статическая и динамическая устойчивость? Как они различаются?
5. Системы управления: Какие основные системы управления используются в БПЛА и как они функционируют?
6. Навигация: Какие методы навигации применяются в БПЛА и как они влияют на управление полетом?

7. Моделирование динамики: Каковы основные уравнения, описывающие движение БПЛА? Приведите примеры.

8. Маневрирование: Какие факторы влияют на маневренность БПЛА и как они могут быть оптимизированы?

9. Аэродинамические характеристики: Как конфигурация БПЛА влияет на его аэродинамические характеристики?

10. Проблемы устойчивости: Какие основные проблемы устойчивости могут возникнуть у БПЛА во время полета?

Практические вопросы

11. Расчет аэродинамических сил: Как вы можете рассчитать подъемную силу и сопротивление для конкретного БПЛА?

12. Анализ устойчивости: Опишите методику анализа устойчивости БПЛА с использованием математических моделей.

13. Испытания БПЛА: Каковы основные этапы проведения летных испытаний для оценки динамики и устойчивости БПЛА?

14. Использование программного обеспечения: Какое программное обеспечение вы бы использовали для моделирования динамики полета БПЛА и почему?

15. Интерпретация данных: Как вы будете интерпретировать данные, полученные в результате летных испытаний, для оценки устойчивости БПЛА?

Вопросы на анализ и решение проблем

16. Кейс-стадия: Рассмотрите случай, когда БПЛА теряет устойчивость во время полета. Какие шаги вы предпримете для анализа и решения этой проблемы?

17. Оптимизация конструкции: Как вы можете оптимизировать конструкцию БПЛА для повышения его устойчивости и маневренности?

18. Риски и безопасность: Какие риски могут возникнуть при эксплуатации БПЛА и как их можно минимизировать?

19. Технологические тренды: Какие современные технологии могут улучшить динамику полета и устойчивость БПЛА?

20. Будущее БПЛА: Как вы видите будущее беспилотных летательных аппаратов в контексте динамики полета и устойчивости?

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству
«комбинированный контроль усвоения теоретического материала»

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
5	Ответ дан на высоком уровне (студент в полном объеме осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, владеет профильным понятийным (категориальным) аппаратом и т.п.)
4	Ответ дан на среднем уровне (студент в целом осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, допустив некоторые неточности и т.п.)
3	Ответ дан на низком уровне (студент допустил существенные неточности, изложил материал с ошибками, не владеет в достаточной степени профильным категориальным аппаратом и т.п.)
2	Ответ дан на неудовлетворительном уровне или не представлен (студент не готов, не выполнил задание и т.п.)

2. Тестовые задания
(пороговый уровень)

Вопросы с выбором ответа

1. Какой из следующих факторов не влияет на подъемную силу БПЛА?

- А) Площадь крыла
- В) Скорость полета
- С) Температура окружающей среды
- D) Цвет корпуса

2. Что такое статическая устойчивость?

- А) Способность БПЛА возвращаться в равновесное положение после отклонения
- В) Способность БПЛА сохранять равновесие при постоянной скорости
- С) Способность БПЛА выполнять маневры
- D) Способность БПЛА изменять направление полета

3. Какой из следующих методов навигации используется в большинстве современных БПЛА?

- А) Инерциальная навигация
- В) Оптическая навигация
- С) Радионавигация
- D) GPS

4. Какой из следующих параметров не является аэродинамическим моментом?

- А) Момент по крену
- В) Момент по тангажу
- С) Момент по рысканию
- D) Момент по весу

5. Какой из следующих факторов влияет на маневренность БПЛА?

- А) Масса БПЛА
- В) Длина крыла
- С) Аэродинамическая форма
- D) Все вышеперечисленное

Вопросы с кратким ответом

6. Опишите, что такое динамическая устойчивость и как она отличается от статической.

7. Перечислите основные аэродинамические силы, действующие на БПЛА во время полета.

8. Каковы основные этапы проведения летных испытаний БПЛА для оценки его динамики и устойчивости?

9. Что такое метод конечных элементов и как он применяется в анализе динамики полета БПЛА?

10. Как вы можете оценить влияние внешних факторов (например, ветра) на устойчивость БПЛА?

Задания на анализ и решение проблем

11. Рассмотрите ситуацию, когда БПЛА теряет устойчивость во время полета. Какие шаги вы предпримете для анализа и решения этой проблемы?

12. Предложите методы оптимизации конструкции БПЛА для повышения его устойчивости и маневренности.
13. Каковы основные риски, связанные с эксплуатацией БПЛА, и как их можно минимизировать?
14. Обсудите, как современные технологии (например, системы автоматического управления) могут улучшить динамику полета и устойчивость БПЛА.
15. Как вы видите будущее беспилотных летательных аппаратов в контексте динамики полета и устойчивости?

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству «тестирование»

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
5	85 – 100% правильных ответов
4	71 – 85% правильных ответов
3	61 – 70% правильных ответов
2	60% правильных ответов и ниже

3. Практическое задание (высокий уровень)

- Расчет аэродинамических сил:
 - Задание: Рассчитайте подъемную силу и сопротивление для заданного БПЛА с известными параметрами (площадь крыла, скорость полета, коэффициенты подъемной силы и сопротивления). Используйте формулы:
 - Подъемная сила: $L = \frac{1}{2} \rho V^2 S C_L$
 - Сопротивление: $D = \frac{1}{2} \rho V^2 S C_D$
 - Ожидаемый результат: Подробный расчет с объяснением каждого шага.
- Моделирование динамики полета:
 - Задание: Используя программное обеспечение (например, MATLAB или Simulink), создайте модель динамики полета БПЛА. Включите основные уравнения движения и аэродинамические силы.
 - Ожидаемый результат: Графики траектории полета и анализ поведения БПЛА при различных условиях.
- Анализ устойчивости:
 - Задание: Проведите анализ устойчивости БПЛА, используя метод линейной аппроксимации. Определите статическую и динамическую устойчивость.
 - Ожидаемый результат: Отчет с расчетами и графиками, показывающими устойчивость БПЛА.
- Летные испытания:
 - Задание: Разработайте план летных испытаний для оценки динамики и устойчивости БПЛА. Определите ключевые параметры, которые необходимо измерить (например, скорость, высота, углы атаки).

- Ожидаемый результат: Подробный план испытаний с описанием методов сбора данных и анализа результатов.

5. Оптимизация конструкции:

- Задание: Проанализируйте конструкцию БПЛА и предложите изменения для улучшения его маневренности и устойчивости. Используйте методы компьютерного моделирования для оценки влияния изменений.

- Ожидаемый результат: Отчет с предложениями по оптимизации и результатами моделирования.

6. Системы управления:

- Задание: Разработайте простую систему управления для БПЛА с использованием PID-регулятора. Определите параметры регулятора и протестируйте его на модели БПЛА.

- Ожидаемый результат: Графики отклика системы и анализ стабильности управления.

7. Анализ внешних факторов:

- Задание: Исследуйте влияние внешних факторов (например, ветра) на устойчивость БПЛА. Моделируйте различные сценарии и оцените, как они влияют на динамику полета.

- Ожидаемый результат: Отчет с графиками и выводами о влиянии внешних факторов.

8. Кейс-стадия:

- Задание: Рассмотрите реальный случай, когда БПЛА потерял устойчивость во время полета. Проанализируйте причины и предложите решения для предотвращения подобных ситуаций в будущем.

- Ожидаемый результат: Подробный анализ с рекомендациями по улучшению устойчивости.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству «*практическое задание*»

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
5	Практические задания выполнены на высоком уровне (правильные ответы даны на 90 – 100% вопросов/задач)
4	Практические задания выполнены на среднем уровне (правильные ответы даны на 75 – 89% вопросов/задач)
3	Практические задания выполнены на низком уровне (правильные ответы даны на 50 – 74% вопросов/задач)
2	Практические задания выполнены на неудовлетворительном уровне (правильные ответы даны менее чем на 50%)

4. Реферат

(базовый уровень)

1. Основы динамики полета БПЛА:

- Обзор основных принципов динамики полета.
- Уравнения движения и их применение к БПЛА.
- Влияние аэродинамических сил на динамику полета.

2. Аэродинамика беспилотных летательных аппаратов:

- Основные аэродинамические характеристики БПЛА.
- Влияние формы и конфигурации на подъемную силу и сопротивление.
- Методы расчета аэродинамических сил.

3. Устойчивость БПЛА:

- Определение статической и динамической устойчивости.
- Факторы, влияющие на устойчивость БПЛА.
- Методы анализа устойчивости (линейный и нелинейный анализ).

4. Системы управления полетом БПЛА:
 - Обзор систем управления и их роль в обеспечении устойчивости.
 - Применение PID-регуляторов и других методов управления.
 - Влияние систем управления на маневренность и устойчивость.

5. Методы моделирования динамики полета:
 - Использование программного обеспечения для моделирования (например, MATLAB, Simulink).
 - Примеры моделей динамики полета БПЛА.
 - Сравнение результатов моделирования с экспериментальными данными.

6. Летные испытания и оценка устойчивости:
 - Процесс планирования и проведения летных испытаний БПЛА.
 - Методы сбора и анализа данных с летных испытаний.
 - Оценка динамики и устойчивости на основе результатов испытаний.

7. Влияние внешних факторов на динамику полета БПЛА:
 - Анализ влияния ветра, температуры и других факторов на устойчивость.
 - Моделирование различных сценариев полета в изменяющихся условиях.
 - Рекомендации по улучшению устойчивости в сложных условиях.

8. Современные технологии в управлении БПЛА:
 - Применение искусственного интеллекта и машинного обучения в системах управления.
 - Инновационные подходы к повышению устойчивости и маневренности.
 - Перспективы развития технологий для БПЛА.

9. Кейс-стадии: аварии и инциденты с БПЛА:
 - Анализ известных случаев потери устойчивости и аварий БПЛА.
 - Выводы и рекомендации по предотвращению подобных инцидентов.
 - Роль анализа инцидентов в улучшении проектирования и эксплуатации БПЛА.

10. Будущее беспилотных летательных аппаратов:
 - Тенденции и прогнозы развития БПЛА в контексте динамики полета и устойчивости.
 - Влияние новых технологий на проектирование и эксплуатацию БПЛА.
 - Этические и правовые аспекты использования БПЛА в будущем.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству» реферат»

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
5	Реферат представлен на высоком уровне (студент в полном объеме осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, владеет профильным понятийным (категориальным) аппаратом и т.п.). Оформлен в соответствии с требованиями, предъявляемыми к данному виду работ
4	Реферат представлен на среднем уровне (студент в целом осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, допустив некоторые неточности и т.п.). В оформлении допущены некоторые неточности в соответствии с требованиями, предъявляемыми к данному виду работ
3	Реферат представлен на низком уровне (студент допустил существенные неточности, изложил материал с ошибками, не владеет

	в достаточной степени профильным категориальным аппаратом и т.п.). В оформлении допущены ошибки в соответствии с требованиями, предъявляемыми к данному виду работ
2	Реферат представлен на неудовлетворительном уровне или не представлен (студент не готов, не выполнил задание и т.п.)

5. Оценочные средства по экзамену

Вопросы к экзамену

1. Определение динамики полета: Что такое динамика полета и какие основные факторы на нее влияют?
 2. Классификация БПЛА: Какие существуют типы беспилотных летательных аппаратов и как они классифицируются?
 3. Аэродинамические силы: Объясните, какие аэродинамические силы действуют на БПЛА во время полета.
 4. Статическая и динамическая устойчивость: В чем разница между статической и динамической устойчивостью БПЛА?
 5. Системы управления: Какие основные системы управления используются в БПЛА и как они функционируют?
 6. Методы навигации: Какие методы навигации применяются в БПЛА и как они влияют на управление полетом?
 7. Уравнения движения: Каковы основные уравнения, описывающие движение БПЛА? Приведите примеры.
 8. Маневрирование: Какие факторы влияют на маневренность БПЛА и как они могут быть оптимизированы?
 9. Аэродинамические характеристики: Как конфигурация БПЛА влияет на его аэродинамические характеристики?
 10. Проблемы устойчивости: Какие основные проблемы устойчивости могут возникнуть у БПЛА во время полета?
- Практические вопросы
11. Расчет аэродинамических сил: Как вы можете рассчитать подъемную силу и сопротивление для конкретного БПЛА?
 12. Анализ устойчивости: Опишите методику анализа устойчивости БПЛА с использованием математических моделей.
 13. Испытания БПЛА: Каковы основные этапы проведения летных испытаний для оценки динамики и устойчивости БПЛА?
 14. Использование программного обеспечения: Какое программное обеспечение вы бы использовали для моделирования динамики полета БПЛА и почему?
 15. Интерпретация данных: Как вы будете интерпретировать данные, полученные в результате летных испытаний, для оценки устойчивости БПЛА?
- Вопросы на анализ и решение проблем
16. Кейс-стадия: Рассмотрите случай, когда БПЛА теряет устойчивость во время полета. Какие шаги вы предпримете для анализа и решения этой проблемы?
 17. Оптимизация конструкции: Как вы можете оптимизировать конструкцию БПЛА для повышения его устойчивости и маневренности?
 18. Риски и безопасность: Какие риски могут возникнуть при эксплуатации БПЛА и как их можно минимизировать?
 19. Технологические тренды: Какие современные технологии могут улучшить динамику полета и устойчивость БПЛА?
 20. Будущее БПЛА: Как вы видите будущее беспилотных летательных аппаратов в контексте динамики полета и устойчивости?

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству – экзамен.

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
отлично (5)	Студент глубоко и в полном объёме владеет программным материалом. Грамотно, исчерпывающе и логично его излагает в устной или письменной форме. При этом знает рекомендованную литературу, проявляет творческий подход в ответах на вопросы и правильно обосновывает принятые решения, хорошо владеет умениями и навыками при выполнении практических задач.
хорошо (4)	Студент знает программный материал, грамотно и по сути излагает его в устной или письменной форме, допуская незначительные неточности в утверждениях, трактовках, определениях и категориях или незначительное количество ошибок. При этом владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических задач.
удовлетворительно (3)	Студент знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно чёткие формулировки, непоследовательность в ответах, излагаемых в устной или письменной форме. При этом недостаточно владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. Допускает до 30% ошибок в излагаемых ответах.
неудовлетворительно (2)	Студент не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки в доказательствах, в трактовке понятий и категорий, проявляет низкую культуру знаний, не владеет основными умениями и навыками при выполнении практических задач. Студент отказывается от ответов на дополнительные вопросы

6. Особенности организации обучения для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

При необходимости рабочая программа учебной дисциплины может быть адаптирована для обеспечения образовательного процесса инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, в том числе с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий.

Для этого требуется заявление студента (его законного представителя) и заключение психолого-медико-педагогической комиссии (ПМПК). В случае необходимости обучающимся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья (по заявлению обучающегося), а для инвалидов также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида могут предлагаться следующие варианты восприятия учебной информации с учетом их индивидуальных психофизических особенностей:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;

- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников, например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения – аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной (модулем), за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение электронного обучения, дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение электронного обучения, дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
 - продолжительность сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, – не более чем на 90 минут;
 - продолжительность подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, – не более чем на 20 минут;
 - продолжительность выступления обучающегося при защите курсовой работы – не более чем на 15 минут.

Лист изменений и дополнений

№ п/п	Виды дополнений и изменений с указанием страниц	Дата и номер протокола заседания кафедры (кафедр), на котором были рассмотрены и одобрены изменения и дополнения	Подпись (с расшифровкой) заведующего кафедрой (заведующих кафедрами)
1.			
2.			
3.			
4.			