

Минобрнауки России

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Оренбургский государственный университет»

Кафедра летательных аппаратов

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

«Б1.Д.В.5 Автоматизация проектирования беспилотных летательных аппаратов»

Уровень высшего образования

МАГИСТРАТУРА

Направление подготовки

24.04.04 Авиастроение

(код и наименование направления подготовки)

Комплексные автоматизированные производства в авиастроении

(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Квалификация

Магистр

Форма обучения

Очная

Год набора 2025

2218005

2218005

Рабочая программа дисциплины «Б1.Д.В.5 Автоматизация проектирования беспилотных летательных аппаратов» рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

Кафедра летательных аппаратов

наименование кафедры

протокол № 7 от "07" февраля 2025 г.

Заведующий кафедрой

Кафедра летательных аппаратов

наименование кафедры

подпись

А.Д. Припадчев

расшифровка подписи

Исполнители:

доцент каф. ЛА

должность

подпись

А.А. Горбунов

расшифровка подписи

должность

подпись

расшифровка подписи

СОГЛАСОВАНО:

Председатель методической комиссии по направлению подготовки

24.04.04 Авиастроение

код наименование

личная подпись

А.Д. Припадчев

расшифровка подписи

Научный руководитель магистерской программы

личная подпись

А.Д. Припадчев

расшифровка подписи

Заведующий отделом формирования фонда и научной обработки документов

личная подпись

С.А. Биктимирова

расшифровка подписи

Уполномоченный по качеству от Аэрокосмического института

личная подпись

А.М. Черноусова

расшифровка подписи

№ регистрации _____

© Горбунов А.А., 2025

© ОГУ, 2025

1 Цели и задачи освоения дисциплины

Цель (цели) освоения дисциплины:

- формирование знаний о теоретических основах и практических методиках автоматизированного проектирования беспилотных летательных аппаратов;
- получение представлений о стадиях и этапах проектирования, освоение методик выполнения проектировочных расчетов с оптимизацией параметров беспилотного летательного аппарата;
- приобретение теоретических знаний и практических навыков, в решения задач эскизного проектирования, расчета летно-технических характеристик беспилотного летательного аппарата.

Задачи:

- систематизация знаний о современных тенденциях в области автоматизации проектирования, о конструктивных и аэродинамических схемах, видах и свойствах, области применения беспилотный летательных аппаратов;
- изучение алгоритмов решения задач выбора, определения, расчета и оптимизации параметров основных агрегатов и элементов беспилотного летательного аппарата;
- выполнение разработки конструкции и расчета основных параметров беспилотного летательного аппарата в соответствие с техническим заданием на проектирование;
- концептуальное проектирование беспилотного летательного аппарата;
- разработка эскизных, технических и рабочих проектов беспилотного летательного аппарата с использованием информационных технологий и средств автоматизации проектно-конструкторских работ, передового опыта разработки конкурентоспособных изделий;
- сбор, обработка, анализ и систематизация научно-технической информации по теме исследования, выбор методик и средств решения задачи в области беспилотных авиационных систем;

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к обязательным дисциплинам (модулям) вариативной части блока Д «Дисциплины (модули)»

Пререквизиты дисциплины: *Б1.Д.В.4 Гиперзвуковая аэродинамика*

Постреквизиты дисциплины: *Б1.Д.В.6 Математическое моделирование и экономический анализ беспилотных летательных аппаратов, Б1.Д.В.Э.2.1 Технологическое оборудование беспилотных летательных аппаратов, Б1.Д.В.Э.2.2 Промышленное оборудование автоматизированных производств, ФДТ.1 Комплексная автоматизация конструкторской подготовки производства, ФДТ.2 Комплексная автоматизация технологической подготовки производства*

3 Требования к результатам обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих результатов обучения

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
ПК*-2 Готов анализировать состояние процессов проектирования авиационных изделий, их производства и послепродажной поддержки заказчика	ПК*-2-В-1 Знать методы и способы конструирования деталей, агрегатов и процессов проектирования авиационных изделий, их производства ПК*-2-В-2 Владеть навыками работы с основными конструкторскими системами автоматизации проектирования	Знать: - основные направления и тенденции развития конструкций и методов проектирования беспилотных летательных аппаратов; - основы автоматизации

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
		<p>проектирования беспилотных летательных аппаратов, теоретические основы решения задач разработки авиационных конструкций.</p> <p><u>Уметь:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - пользоваться информационно-поисковыми системами, электронными каталогами и справочными материалами по авиационному; - использовать системы и средства автоматизированного проектирования для разработки конструкторской документации и электронных моделей изделий. <p><u>Владеть:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками разработки проектно-конструкторской документации по формированию облика беспилотного летательного аппарата; - навыками согласования тактико-технического задания и технического задания на разработку беспилотного летательного аппарата; - навыками разработки исходных данных для проектирования беспилотного летательного аппарата; - навыками разработки материалов по обеспечению стойкости беспилотного летательного аппарата к внешним воздействиям; - навыками разработки материалов по обеспечению живучести

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
		беспилотного летательного аппарата; - навыками разработки программы обеспечения характеристик надежности, безопасности и эксплуатационной технологичности; - навыками проведения анализа конкурентоспособности беспилотного летательного аппарата; - навыками проведения анализа передового опыта ведущих авиационных предприятий по проектированию, производству и эксплуатации летательных аппаратов.

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц (180 академических часов).

Вид работы	Трудоемкость, академических часов		
	2 семестр	3 семестр	всего
Общая трудоёмкость	108	72	180
Контактная работа:	31,25	34,25	65,5
Лекции (Л)		18	18
Лабораторные работы (ЛР)	30	16	46
Консультации	1		1
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	0,25	0,25	0,5
Самостоятельная работа: - самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий; - подготовка к лабораторным занятиям; - подготовка к рубежному контролю и т.п.)	76,75	37,75	114,5
Вид итогового контроля (зачет, экзамен, дифференцированный зачет)	экзамен	зачет	

Разделы дисциплины, изучаемые в 2 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	Введение. Основные определения. Вопросы системного проектирования и его автоматизации.	20	-	-	6	14
2	Беспилотные летательные аппараты, особенности проектирования и классификация	16	-	-	4	12
3	Основы управления движением. Компоновочные схемы беспилотных летательных аппаратов.	18	-	-	4	14
4	Формирование облика беспилотного летательного аппарата, определение его характеристик.	18	-	-	6	12
5	Применение авиационных стандартов при проектировании беспилотного летательного аппарата.	16	-	-	4	12
6	Аэродинамические исследования беспилотного летательного аппарата различной схемы и назначения.	20	-	-	6	14
	Итого:	108			30	78

Разделы дисциплины, изучаемые в 3 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
7	Расчет массы беспилотного летательного аппарата.	12	4	-	2	6
8	Проектирование агрегатов беспилотного летательного аппарата.	14	4	-	4	6
9	Проектирование силовой установки.	12	2	-	2	8
10	Проектирование шасси и взлетно-посадочных устройств.	10	2	-	2	6
11	Особенности проектирования беспилотного летательного аппарата с вертикальным и укороченным взлетом и посадкой.	14	4	-	4	6
12	Проектирование системы управления беспилотного летательного аппарата.	10	2	-	2	6
	Итого:	72	18		16	38
	Всего:	180	18		46	116

4.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел 1 Введение. Основные определения. Вопросы системного проектирования и его автоматизации.

1.1 Основные понятия о беспилотных летательных аппаратах.

1.2 Отличие беспилотных систем от беспилотных летательных аппаратов.

1.3 Основные лётно-технические параметры беспилотных летательных аппаратов.

1.4 Основные этапы создания и развития беспилотных летательных аппаратов и автоматизация проектирования на этапах и стадиях проектирования.

Раздел 2 Беспилотные летательные аппараты, особенности проектирования и

классификация

- 2.1 Предварительная оценка массово-геометрических параметров.
- 2.2 Технические требования и ограничения.
- 2.3 Классификация беспилотных летательных аппаратов. Области применения.
- 2.4 Полезная нагрузка, выбор параметров с учетом конструктивных, массовых ограничений.

Раздел 3 Основы управления движением. Компонентные схемы беспилотных летательных аппаратов.

- 3.1 Теоретические основы управления движением беспилотным летательным аппаратом.
- 3.2 Летные параметры беспилотных летательных аппаратов.
- 3.3 Типы управления. Технология компьютерного зрения (CV).
- 3.4 Схемы беспилотных летательных аппаратов: вертолётного типа; классическая одновинтовая схема с хвостовым рулевым винтом; двухвинтовая поперечная схема; двухвинтовая соосная схема; самолетного типа; мультикоптеры; конвертопланы.

Раздел 4 Формирование облика беспилотного летательного аппарата, определение его характеристик.

- 4.1 Расчет крейсерской скорости полета беспилотного летательного аппарата.
- 4.2 Расчет массы топлива, источника питания, необходимого для обеспечения заданной дальности полета беспилотного летательного аппарата.
- 4.3 Расчет массы агрегатов и взлетной массы вертолета во втором приближении.

Раздел 5 Применение авиационных стандартов при проектировании беспилотного летательного аппарата.

- 5.1 Системный подход к проектированию беспилотного летательного аппарата.
- 5.2 Авиационные стандарты, используемые в модельно-ориентированном проектировании.
- 5.3 Модели данных, используемые в авиационных стандартах.

Раздел 6 Аэродинамические исследования беспилотного летательного аппарата различной схемы и назначения.

- 6.1 Уравнения движения. Потребная скорость, тяга и мощность для установившегося полета по наклонной траектории. Вертикальная скорость при наборе высоты. Максимальные вертикальные и на выгоднейшие скорости набора высоты.
- 6.2 Определение лобового сопротивления беспилотного летательного аппарата на дозвуковых скоростях.
- 6.3 Определение момента тангажа модели беспилотного летательного аппарата.
- 6.4 Статическая и продольная устойчивость беспилотного летательного аппарата.
- 6.5 Балансировочный угол атаки.

Раздел 7 Расчет массы беспилотного летательного аппарата.

- 7.1 Классификация массы беспилотного летательного аппарата.
- 7.2 Расчет массы беспилотного летательного аппарата в первом и втором приближениях.
- 7.3 Пересчет весовых характеристик беспилотного летательного аппарата.
- 7.4 Составление центровочной ведомости и расчет центровки.

Раздел 8 Проектирование агрегатов беспилотного летательного аппарата.

8.1 Основные геометрические параметры крыла. Аэродинамические характеристики крыльев умеренных и больших удлинений. Аэродинамические характеристики крыльев малого удлинения. Характеристики аэроупругости крыла. Крылья изменяемой геометрии. Механизация крыла и органы управления.

8.2 Параметры фюзеляжа, форма поперечного сечения. Особенности формы носовой и хвостовой частей фюзеляжа. Выбор параметров фюзеляжа и гондол.

8.3 Задачи проектирования оперения. Выбор формы оперения. Выбор формы и параметров органов управления. Проектирование конструктивно-силовой схемы и схемы стыковки оперения.

Раздел 9 Проектирование силовой установки.

- 9.1 Силовая установка как система беспилотного летательного аппарата.
- 9.2 Воздухозаборники и система выхлопа.
- 9.3 Установка двигателей, способы снижения уровня вибраций и отвода тепла.
- 9.4 Шум, способы его снижения.
- 9.5 Топливная система и система распределения питания для силовых установок.

Раздел 10 Проектирование шасси и взлетно-посадочных устройств

- 10.1 Выбор схемы и геометрических параметров шасси.
- 10.2 Выбор основных геометрических параметров взлетно-посадочных устройств.
- 10.3 Выбор числа опор и колес.
- 10.4 Силовые кинематические схемы убирающегося шасси.
- 10.5 Конструктивные решения, уменьшающие объемы шасси в убранном положении.

Раздел 11 Особенности проектирования беспилотного летательного аппарата с вертикальным и укороченным взлетом и посадкой

- 11.1 Технические требования и ограничения
- 11.2 Объективные критерии оценки
- 11.3 Определение геометрических, массовых и аэродинамических характеристик

Раздел 12 Проектирование системы управления беспилотного летательного аппарата

- 12.1 Основные элементы и характеристики контура управления.
- 12.2 Основные особенности характеристик устойчивости и управляемости современных скоростных беспилотных летательных аппаратов и методы их улучшения.
- 12.3 Состав системы управления и задачи ее проектирования.

4.3 Лабораторные работы

№ ЛР	№ раздела	Наименование лабораторных работ	Кол-во часов
1	1	Сбор и обработка статистических данных, разработка тактико-технических требований и концепции создания нового беспилотного летательного аппарата	4
2	2	Классификация беспилотных летательных аппаратов. Области применения, технические требования и ограничения	4
3	3	Разработка компоновочной схемы беспилотного летательного аппарата различного назначения.	4
4	4	Разработка тактико-технических требований и выбор схемы беспилотного летательного аппарата	4
5	5	Авиационные стандарты при проектировании беспилотного летательного аппарата, нормы летной годности	2
6	6	Аэродинамические исследования беспилотного летательного аппарата различной схемы и назначения с учетом траекторных, режимных характеристик и особенностей его применения	4
7	7	Расчет массы беспилотного летательного аппарата в первом и втором приближениях. Составление центровочной ведомости	4
8	8	Проектирование агрегатов беспилотного летательного аппарата (крыло, оперение, фюзеляж, корпус)	4
9	9	Силовая установка, классификация, размещение, конструктивные особенности и ограничения	4
10	10	Выбор схемы и геометрических параметров шасси и взлетно-посадочных устройств	4
11	11	Беспилотный летательный аппарат с вертикальным и укороченным взлетом и посадкой и схемы аэрогибрид	4
12	12	Состав системы управления, основные элементы	4
		Итого:	46

5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

5.1 Основная литература

1. Ковалёв, М. А. Беспилотные летательные аппараты вертикального взлета: сборка, настройка и программирование : учебное пособие / М. А. Ковалёв, Д. Н. Овакимян. — Самара : Самарский университет, 2023. — 96 с. — ISBN 978-5-7883-2025-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/406664> (дата обращения: 23.04.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Павлов, В. В. Летательные аппараты с преобразуемым в несущий винт крылом : монография / В. В. Павлов. — Казань : КНИТУ-КАИ, 2019. — 320 с. — ISBN 978-5-7579-2369-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/144011> (дата обращения: 23.04.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

5.2 Дополнительная литература

1. Беспилотные летательные аппараты : учебное пособие / С. Н. Денисенко, А. Ю. Смирнов, А.М. Хрусталеv, И.Г. Штеренберг. — Санкт-Петербург : СПбГТИ (ТУ), 2023. — 115 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/365894> (дата обращения: 23.04.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Проектирование самолетов [Текст] : учеб. для вузов: репр. воспр. изд. 1983 г. / под ред. С. М. Егера.- 4-е изд. - М. : Логос, 2005. - 648 с. : ил. - Библиогр.: с. 613-614. - ISBN 5-98704-022-1.

3. Проскурин, В. Д. Расчет параметров вертолета на этапе предварительного проектирования [Текст] : учебное пособие для студентов, обучающихся по программам высшего профессионального образования по направлению 24.03.04 Авиастроение / В. Д. Проскурин; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. проф. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Оренбург : ОГИМ, 2014. - 200 с. : ил.; 12,44 печ. л. - Библиогр.: с. 197-199. - ISBN 978-5-9723-0153-9.

5.3 Периодические издания

1. Аэрокосмическое обозрение : журнал. — М. : Агенство «Роспечать», 2007. — № 1 – 6 [1 *Каф. ЛА АКИ*], 2009. — № 1 – 6 [1 *Каф. ЛА АКИ*], 2010. — № 1, 2, 4 – 6 [1 *Каф. ЛА АКИ*], 2012. — № 4 – 5 [1 *Каф. ЛА АКИ*], 2013. — № 1 – 6 [1 *чз ни*]

2. Полет: журнал. — М. : Агенство «Роспечать», 2009. — № 1 – 12 [1 *Каф. ЛА АКИ*], 2010. — № 1-4 – 11 [1 *Каф. ЛА АКИ*], 2012. — № 7 – 11 [1 *Каф. ЛА АКИ*], 2014. — № 1 – 11 [1 *чз ни*].

5.4 Интернет-ресурсы

1. <https://www.roscosmos.ru> - Космическое агентство России.
2. <http://engine.space> - НПО «Энергомаш» им. акад. Глушко.
3. <http://www.khrunichev.ru> - ГКНЦ им. М.В. Хруничева.
4. <https://openedu.ru/course/> - «Открытое образование», Каталог курсов, MOOK: «Системы автоматизированного проектирования аддитивных технологий».

5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Операционная система РЕД ОС.
2. Пакет офисных приложений LibreOffice.
3. Программная система для организации видео-конференц-связи MTS Link.
4. Яндекс.Браузер - браузер, созданный компанией «Яндекс» на основе движка (бесплатная версия) Режим доступа: <https://browser.yandex.ru>.
5. Программное средство для выполнения математических и технических расчетов MathCAD 14.0.
6. Система автоматизированного проектирования КОМПАС-3D V14 (Проектирование и

конструирование в машиностроении).

7. Средства для защиты от вредоносных программ и применения политик IT-безопасности Kaspersky Endpoint Security.

8. <http://edu.garant.ru/garant/study/> - Интернет-версия ГАРАНТ-Образование, Система ГАРАНТ для студентов, аспирантов и преподавателей

9. КонсультантПлюс [Электронный ресурс]: электронное периодическое издание справочная правовая система. / Разработчик ЗАО «Консультант Плюс», [1992–2023]. – Режим доступа к системе в сети ОГУ для установки системы: <\\fileserver1!\CONSULT\cons.exe>

6 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа, для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации оснащены комплектами ученической мебели, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Для проведения практических занятий используются лаборатории кафедры ЛА, компьютерный класс.

Помещение для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой, подключенной к сети «Интернет», и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ОГУ.