

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Б1.В.14
(индекс дисциплины)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Моделирование динамики движущихся объектов

(наименование дисциплины)

11.03.04 Электроника и наноэлектроника

по направлению подготовки (специальности)

Алгоритмы управления движением и навигация беспилотных мобильных
систем и комплексов

направленность (профиль)/специализация

Форма обучения: заочная

Год набора: 2024

Общая трудоемкость: 4 ЗЕ

Распределение часов дисциплины по семестрам

Курс	5	Итого
Форма контроля	Зачет	
Вид занятий		
Лекции	4	4
Лабораторные		
Практические		
Руководство: курсовые работы (проекты) / РГР		
Промежуточная аттестация	0,25	0,25
Контактная работа	4,25	4,25
Самостоятельная работа	136	136
Контроль	3,75	3,75
Итого	144	144

Рабочую программу составил(и):

профессор кафедры, доцент, д.т.н., Певчев Владимир Павлович

(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)

Рецензирование рабочей программы дисциплины:



Отсутствует



Рецензент

(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)

Рабочая программа дисциплины составлена на основании ФГОС ВО и учебного плана направления подготовки (специальности)

11.03.04 Электроника и нанoeлектроника

Срок действия рабочей программы дисциплины до «31» августа 2030 г.

УТВЕРЖДЕНО

На заседании кафедры

«Промышленная электроника»

(протокол заседания № 7 от «24» февраля 2026г.).

1. Цель освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины – формирование у студентов комплекса знаний и навыков, необходимых для понимания и применения законов аэродинамики и полета в процессе проектирования, конструирования беспилотных летательных аппаратов (БПЛА).

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплины и практики, на освоении которых базируется данная дисциплина: дисциплины Блока 1 в части, формируемой участниками образовательных отношений, направления подготовки бакалавриата 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника»: «Алгоритмы управления движением и навигация беспилотных мобильных систем комплексов».

Дисциплины, учебные курсы, на освоении которых базируется данная дисциплина (учебный курс): «Физика» (раздел электричества, магнетизм, оптика), «Математика», «Информатика».

Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее:

- «Симуляция беспилотных систем технологиями виртуальной и дополненной реальности»;
- выполнение выпускной квалификационной работы.

3. Планируемые результаты обучения

Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и наименование)	Планируемые результаты обучения
ПК-7 Способен разрабатывать и анализировать алгоритмы управления для беспилотных мобильных систем и комплексов	ПК-7.1 Знает классические и современные подходы к построению алгоритмов управления (линейные регуляторы, методы машинного обучения), а также методы анализа их устойчивости и сходимости	Знать: классические и современные подходы к построению алгоритмов управления (линейные регуляторы, методы машинного обучения), а также методы анализа их устойчивости и сходимости
	ПК-7.2 Умеет разрабатывать иерархические архитектуры управления (низкоуровневое управление исполнительными механизмами, средний уровень — стабилизация траектории, высокий уровень — планирование движения) с учётом особенностей человеко-	Уметь: разрабатывать иерархические архитектуры управления (низкоуровневое управление исполнительными механизмами, средний уровень — стабилизация траектории, высокий уровень — планирование движения) с учётом особенностей человеко-машинного взаимодействия
		Владеть: инструментами численного моделирования и верификации алгоритмов управления в симуляторах, а также методами оценки качества переходных процессов и

Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и наименование)	Планируемые результаты обучения
	машинного взаимодействия ПК-7.3 Владеет инструментами численного моделирования и верификации алгоритмов управления в симуляторах, а также методами оценки качества переходных процессов и энергоэффективности	энергоэффективности
ПК-10 Способен создавать сценарии проверки алгоритмов, тестировать и верифицировать алгоритмы управления и навигации	ПК-10.1 Знает методологию тестирования автономных систем (от единичных модульных тестов до комплексных сценариев), стандарты верификации и валидации, а также подходы к оценке функциональной безопасности	Знать: методологию тестирования автономных систем (от единичных модульных тестов до комплексных сценариев), стандарты верификации и валидации, а также подходы к оценке функциональной безопасности
	ПК-10.2 Умеет разрабатывать тестовые сценарии, имитирующие штатные и нештатные ситуации (отказы датчиков, экстремальные погодные условия, динамические препятствия), а также проводить анализ уязвимостей алгоритмов управления и навигации ПК-10.3 Владеет инструментами автоматизированного тестирования в симуляторах и на аппаратных стендах, методами статистической оценки надёжности алгоритмов и составления отчётной документации по результатам верификации	Уметь: разрабатывать тестовые сценарии, имитирующие штатные и нештатные ситуации (отказы датчиков, экстремальные погодные условия, динамические препятствия), а также проводить анализ уязвимостей алгоритмов управления и навигации Владеть: инструментами автоматизированного тестирования в симуляторах и на аппаратных стендах, методами статистической оценки надёжности алгоритмов и составления отчётной документации по результатам верификации

4. Структура и содержание дисциплины

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Курс	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
Модуль 1. Введение в аэродинамику	Лек, Ср	Исторический обзор развития аэродинамики и летательных аппаратов. Основные аэродинамические термины и определения	5	10			Тестовые и практические задания Вопросы к зачету
	Лек, Ср	Основные разновидности летательных аппаратов: без двигателей и с ними, с несущими крыльями и с несущими винтами (двигателями)	5	10			Тестовые и практические задания Вопросы к зачету
Модуль 2. Теоретические основы аэродинамики	Лек, Ср	Вклад в аэродинамику Ньютона, Ломоносова, Эйлера, Бернулли, Рейнольдса, Жуковского и др.	5	10			Тестовые и практические задания Вопросы к зачету
	Лек, Ср	Полная аэродинамическая сила и ее составляющие. Пограничный слой и его влияние на аэродинамические характеристики.	5	11			Тестовые и практические задания Вопросы к зачету
	Лек, Ср	Поведение воздушного потока вокруг крыла. Расчет подъемной силы и сопротивления воздуха	5	11			Тестовые и практические задания Вопросы к зачету
	Лек, Ср	.Индуктивное и волновое сопротивления движению летательных аппаратов	5	11			Тестовые и практические задания Вопросы к зачету
Модуль 3. Динамика полета летательных	Лек, Ср	Основные уравнения движения летательного аппарата при	5	11			Тестовые и практические

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Курс	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
аппаратов		горизонтальном полёте, наборе высоты, снижении и планировании					задания Вопросы к зачету
	Лек, Ср	Горизонтальное маневрирование. Виды устойчивости и управляемости летательных аппаратов. Ограничение горизонтального полета по максимально и минимально допустимой скорости, максимальной высоте	5	11			Тестовые и практические задания Вопросы к зачету
	Лек, Ср	Взлёт и посадка летательных аппаратов. Механизация крыла. Влияние погодных условий и других внешних факторов на полет БПЛА	5	11			Тестовые и практические задания Вопросы к зачету
	Лек, Ср	Моделирование маневров беспилотника в различных условиях. Экспериментальное исследование устойчивости и управляемости модели БПЛА.	5	11			Тестовые и практические задания Вопросы к зачету
Модуль 4. Аэродинамическое проектирование	Лек, Ср	Аэродинамическое качество. Поляра крыла Кривые потребных и располагаемых тяг и мощностей. Адаптация новых материалов и конструкций	5	11			Тестовые и практические задания Вопросы к зачету
	Лек, Ср	Обзор различных профилей крыльев и их влияние на аэродинамические характеристики. Выбор формы крыла и фюзеляжа. Геометрические характеристики крыльев.	5	11			Тестовые и практические задания Вопросы к зачету

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Курс	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
		Аэродинамическая компоновка					
	Лек, Ср	Расчёты несущих винтов винтокрылых летательных аппаратов и тяговых воздушно-реактивных двигателей (пропеллеры, импеллеры и пр.)	5	11			Тестовые и практические задания Вопросы к зачету
	Контроль		5	3,75			
	ПА		5	0,25			-
Итого:				144			

5. Образовательные технологии

1. Технологии традиционного обучения
 - 1.1. Лекционные занятия
 - 1.2. Самостоятельная работа
 - 1.3. Лабораторные занятия
 - 1.4. Индивидуальные домашние задания (в качестве вопроса к защите лабораторной работы)
2. Технология модульного обучения
 - 2.1. Разбиение преподаваемого материала на отдельные модули
3. Технология проблемного обучения
 - 3.1. Эвристическая беседа
 - 3.2. Дискуссия
 - 3.3. Учебное исследование
4. Технология обучения в сотрудничестве
 - 4.1. Разбиение студентов на команды для решения конкретных задач
5. Интерактивные технологии
 - 5.1. Демонстрационный метод обучения
 - 5.2. Работа в группах
 - 5.3. Эвристическая беседа

6. Методические указания по освоению дисциплины

Рекомендуется посещение лекционных занятий; самостоятельное изучение материала; выполнение, оформление и защита лабораторных работ.

7. Оценочные средства

7.1. Паспорт оценочных средств

Курс	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
5	ПК-7 ПК-10	Тестовые и практические задания Вопросы к зачету

7.2. Типовые задания или иные материалы, необходимые для текущего контроля

7.2.1. Выполнение и защита лабораторных работ

Лабораторная работа №1 «Определение подъёмной силы крыла»

Лабораторная работа №2 «Определение силы тяги тягового и несущего винта»

Регламент выполнения

Лабораторные работы выполняются в бригадах. Результаты оформлены в виде отчета. Далее студент должен защитить работу, ответив на теоретический или практический вопрос.

Процедура оценивания лабораторных работ № 1 и 2

Вопросы для защиты лабораторных работ приведены в методическом пособии. Лабораторная работа считается зачтённой при условии выполнения указанных в пособии разделов, правильности экспериментальных и полученных компьютерным моделированием данных, а также правильных ответов на вопросы по теории, соответствующие теме лабораторной работы. В случае неправильных ответов защита отчёта повторяется. Количество повторов ограничено лишь временем лабораторных занятий.

Критерии оценки:

Лабораторная работа не выполнена: студент получает отрицательные штрафные баллы.

Лабораторная работа оформлена: студент получает баллы за оформление.

Лабораторная работа защищена: студент получает баллы за защиту.

7.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

7.3.1. Вопросы к промежуточной аттестации

Курс 5

№ п/п	Вопросы к зачету
1	Аэродинамика и её основные законы.
2	Формирование подъёмной силы летательного аппарата.
3	Факторы, определяющие величину аэродинамического сопротивления.
4	Факторы, определяющие величину индуктивного сопротивления.
5	Волновой кризис крыла. Волновое сопротивление
6	Теорема Н.Е.Жуковского
7	Характеристики ламинарного и турбулентного пограничного слоя.
8	Влияние угла атаки на коэффициент подъёмной силы.
9	Влияние угла атаки на коэффициент аэродинамического сопротивления.
10	Кривые Н.Е.Жуковского
11	Основные виды устойчивости БПЛА
12	Параметры, характеризующие управляемость БПЛА.
13	Критическая скорость полёта и её значимость для БПЛА.
14	Взаимосвязь устойчивости и управляемости БПЛА.
15	Инновационные подходы к управлению БПЛА.
16	Меры для повышения безопасности полётов БПЛА.
17	Системы автоматического управления полётом БПЛА.
18	Методы численного моделирования полетных режимов.
19	Новые разработки в аэродинамике БПЛА.
20	Способы оптимизации аэродинамической компоновки БПЛА.
21	Влияние формы крыла на аэродинамические характеристики БПЛА.
22	Влияние углов атаки и скольжения на динамику полёта БПЛА.
23	Материалы и конструктивные решения для улучшения аэродинамических свойств БПЛА.
24	Принципы выбора оптимальной аэродинамической компоновки БПЛА.
25	Этапы аэродинамического проектирования БПЛА.
26	Роль вычислительной гидро- и аэродинамики в разработке БПЛА.
27	Показатели аэродинамической эффективности и пути её увеличения.
28	Особенности полётов на больших высотах.
29	Влияние температуры окружающей среды на аэродинамику БПЛА.
30	Перспективы и вызовы в развитии БПЛА.
31	Датчики для измерения аэродинамических параметров.
32	Значимость учета взаимодействия корпуса и крыла при проектировании БПЛА.
33	Методы снижения уровня шума при полёте БПЛА.
34	Технологические тренды в создании композитных материалов для БПЛА.
35	Экологически чистый дизайн БПЛА.

7.3.2. Критерии и нормы оценки

Курс	Форма проведения промежуточной аттестации	Критерии и нормы оценки	
5	Зачет (устно)	«зачтено»	Набрано не менее 55 баллов
		«не зачтено»	Набрано менее 55 баллов

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1. Обязательная литература

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
1	В. Ф. Копачев ; под ред. И. О. Красновой.	Гидрогазодинамика	учебное пособие	2021	ЭБС "IPRbooks"
2	С. Н. Потемкина, В. А. Сарафанова, Н. В. Чиркунова [и др.]	Механика. Молекулярная физика и термодинамика	электронное учебно-методическое пособие	2021	ЭБС "Репозиторий "
3	Д. Ч. Ким, И. Г. Махро, Д. И. Левит.	Физика. Механика. Курс лекций с примерами решения задач	учебное пособие	2021	ЭБС "Лань"
4	А. В. Сацюк, Н. В. Володарец.	Гибридные алгоритмы компьютерного зрения для прецизионного автономного управления БПЛА	монография	2026	ЭБС "ZNANIUM"
5	А. Т. Козлова, А. В. Исаев.	Беспилотные летательные аппараты	учебное пособие	2026	ЭБС "IPRbooks"
6	Т. Х. Ахмедов, А. К. Бродский, И. Ф. Галанин, Р. М. Зелеев.	Аппараты с машущими движителями и их природные аналоги	монография	2025	ЭБС "ZNANIUM"
7	А. Л. Золкин.	Проектирование и разработка систем управления беспилотных транспортных средств	учебное пособие	2025	ЭБС "Лань"
8	Л. М. Макаров.	Эскизное проектирование беспилотных транспортных средств	учебное пособие	2024	ЭБС "ZNANIUM"

8.2. Дополнительная литература

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
1	Н. Ф. Краснов.	Основы аэродинамического расчета : [Аэродинамика тел вращения, несущих и управляющих поверхностей. Аэродинамика летательных аппаратов : учеб. пособие]	учебное пособие	1981	аб
2	С. А. Горбатенко, Э. М. Макашов, Ю. Ф. Полушкин, Л. В. Шефтель.	Расчет и анализ движения летательных аппаратов	инженерный справочник	1971	аб
3	А. Л. Стасенко.	Физические основы полета	-	2005	аб
4	А. В. Ефремов, В. Ф. Захарченко, В. Н. Овчаренко, В. Л. Суханов ; под ред. Г. С. Бюшгенса.	Динамика полета	учебник	2011	ЭБС "ЛАНЬ"
5	Н. Н. Поляхов, С. А. Зегжда, М. П. Юшков ; под ред. П. Е. Товстика.	Динамика полета беспилотных летательных аппаратов	учебник	2012	аб
6	Н. Ф. Краснов.	Аэродинамика : учеб. для техн. вузов. Ч. 2. Методы аэродинамического расчета	учебник	1976	аб
7	А. А. Лебедев, Л. С. Чернобровкин ; под редакцией А. А. Лебедева.	Динамика полета беспилотных летательных аппаратов	учебное пособие	1973	аб

8.3. Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

- IPRbooks[Электронный ресурс] : научная электронная библиотека. – Москва : НЭБ, 2000. – Режим доступа : iprbookshop.ru. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.
- Elibrary[Электронный ресурс] : научная электронная библиотека. – Москва : НЭБ, 2000. – Режим доступа : elibrary.ru. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.
- Журнал «Силовая электроника» [Электронный ресурс] : науч. журн. / — Электрон. журн. — Москва, Санкт-Петербург. — Режим доступа к журн.: <http://power-e.ru/>
- WebofScience[Электронный ресурс] : мультидисциплинарная реферативная база данных. — Philadelphia: ClarivateAnalytics, 2016— . — Режим доступа : apps.webofknowledge.com. — Загл. с экрана. — Яз. рус., англ.
- Scopus[Электронный ресурс] : реферативная база данных. – Netherlands: Elsevier.

8.4. Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование ПО	Реквизиты договора (дата, номер, срок действия)
1	Windows: WinPro 10 RUS Upgrd OLP NL Acdmc	договор № 757 от 04.07.2018, срок действия – бессрочно; контракт № 1653 от 14.12.2018, срок действия – бессрочно
2	Office Standard: Office Stdandard 2013 Russian OLP NL AcademicEdition	договор № 690 от 19.05.2015, срок действия – бессрочно
3	Mirapolis Human Capital Management	лицензионный договор № 1346 от 24.12.2024, срок действия – до 31.12.2025

8.5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий, помещений для самостоятельной работы обучающихся (номер аудитории)	Перечень основного оборудования
1	Э-402 Лаборатория имитационного моделирования. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации.	Стол двухместный ученический, стол преподавательский, доска аудиторная, стул, компьютеры, жалюзи, щит электрический.
2	Г-401 Помещение для самостоятельной работы обучающихся	Стол, стулья, компьютеры