

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Петербургский государственный университет путей сообщения

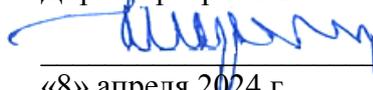
Императора Александра I»

(ФГБОУ ВО ПГУПС)

Ярославский филиал ПГУПС

УТВЕРЖДАЮ

Директор Ярославского филиала ПГУПС



О.М. Епархин

«8» апреля 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОПЦ.09 ОСНОВЫ АЭРОДИНАМИКИ И ДИНАМИКИ ПОЛЕТА

для специальности

25.02.08 Эксплуатация беспилотных авиационных систем

Квалификация – **Оператор беспилотных летательных аппаратов**

Форма обучения – очная

Ярославль
2024

Рассмотрено на заседании ЦК
Технической эксплуатации подвижного состава
протокол № 8 от «1» апреля 2024 г.
Председатель  /Маничев С.Н./

Рабочая программа учебной дисциплины ОПЦ.09 Основы аэродинамики и динамики полета разработана на основе Федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования (далее ФГОС СПО) по специальности 25.02.08 Эксплуатация беспилотных авиационных систем, утвержденного приказом Министерства просвещения Российской Федерации от 09.01.2023 г. № 2.

Разработчик программы:
филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I» в г. Ярославле (Ярославский филиал ПГУПС)

СОДЕРЖАНИЕ

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ	4
2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ	6
3. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ	13
4. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ	15

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ ОПЦ.09 ОСНОВЫ АЭРОДИНАМИКИ И ДИНАМИКИ ПОЛЕТА

1.1. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы

Учебная дисциплина ОПЦ.09 Основы аэродинамики и динамики полета является обязательной частью общепрофессионального цикла программы подготовки специалистов среднего звена в соответствии с ФГОС СПО по специальности 25.02.08 Эксплуатация беспилотных авиационных систем.

Особое значение дисциплина имеет при формировании и развитии ОК 01, ПК 1.2, ПК 2.2, ПК 3.2

1.2. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины

В рамках программы учебной дисциплины обучающимися осваиваются умения и знания

Код ПК, ОК	Умения	Знания
ПК 1.2	определять статические и динамические нагрузки на элементы конструкций беспилотных воздушных судов.	основы аэродинамики беспилотных воздушных судов самолетного и вертолетного типа, их центровку и этапы полета;
		летно-технические характеристики беспилотных ВС, основные конструкции беспилотных ВС (планер, системы управления, энергетические системы, топливные системы);
		классификацию авиадвигателей и принципы работы, компоновку различных типов беспилотных ВС, системы защиты беспилотных ВС (противопожарная, противообледенительная)
ПК 2.2	определять статические и динамические нагрузки на элементы конструкций беспилотных воздушных судов.	основы аэродинамики беспилотных воздушных судов самолетного и вертолетного типа, их центровку и этапы полета;
		летно-технические характеристики беспилотных ВС, основные конструкции беспилотных ВС (планер, системы управления, энергетические системы, топливные системы);
		классификацию авиадвигателей и принципы работы, компоновку различных типов беспилотных ВС, системы защиты беспилотных ВС (противопожарная, противообледенительная)
ПК 3.2	определять статические и динамические нагрузки на элементы конструкций беспилотных воздушных судов.	основы аэродинамики беспилотных воздушных судов самолетного и вертолетного типа, их центровку и этапы полета;
		летно-технические характеристики беспилотных ВС, основные конструкции

		беспилотных ВС (планер, системы управления, энергетические системы, топливные системы);
		классификацию авиадвигателей и принципы работы, компоновку различных типов беспилотных ВС, системы защиты беспилотных ВС (противопожарная, противообледенительная)
ОК 01	владеть актуальными методами работы в профессиональной и смежных сферах	актуальный профессиональный и социальный контекст, в котором приходится работать и жить
		методы работы в профессиональной и смежных сферах

2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Объем в часах
Объем образовательной программы учебной дисциплины	76
в т.ч. в форме практической подготовки	48
в т. ч.:	
теоретическое обучение	16
лабораторные занятия	32
практические занятия	16
курсовая работа (проект)	-
Самостоятельная работа	4
Консультации	2
Промежуточная аттестация в форме экзамена	6

2.2. Тематический план и содержание учебной дисциплины

Наименование разделов и тем	Содержание учебного материала и формы организации деятельности обучающихся	Объем, акад. ч / в том числе в форме практической подготовки, акад. ч	Коды компетенций, формированию которых способствует элемент программы
1	2	3	4
Раздел 1. Основы конструкции БВС и авиационных двигателей.		36/28	ОК 01, ПК 1.2, ПК 2.2, ПК 3.2
Тема 1.1. Беспилотные воздушные суда и требования, предъявляемые к ним	Содержание	6/4	ОК 01, ПК 1.2, ПК 2.2, ПК 3.2
	Современные БВС, эксплуатируемые в России. БВС по массе, дальности, назначению и скорости захода на посадку. Лётно-технические характеристики современных беспилотных воздушных судов России.	2/-	
	В том числе практических и лабораторных занятий	4/4	
	Лабораторное занятие № 1. Изучение лётно-технических характеристик современных БВС Российских и зарубежного производства.	4/4	
Тема 1.2. Основные конструкции беспилотных воздушных судов самолетного типа.	Содержание	14/12	ОК 01, ПК 1.2, ПК 2.2, ПК 3.2
	Требования, предъявляемые к БВС. Типы конструкций БВС, их особенности, преимущества и недостатки.	2/-	
	Назначение фюзеляжа, крыла, шасси, оперения. Требования, предъявляемые к ним, их конструктивные особенности. Силовой набор. Продольный и поперечный набор.		
	Управление БВС. Назначение и расположение органов управления и рулевых поверхностей (руля высоты, направления, элеронов, спойлеров). Принцип управления БВС.		
	Взлетно-посадочная механизация крыла. Назначение. Виды механизации. Варианты использования на взлете и посадке.		

	Силовые установки: поршневые, турбовинтовые, турбовентиляторные реактивные. Требования, предъявляемые к ним. Их отличия, преимущества, недостатки. Условия эксплуатации.		
	В том числе практических и лабораторных занятий	12/12	ОК 01, ПК 1.2, ПК 2.2, ПК 3.2
	Практическое занятие № 1. Знакомство с конструкцией планера самолета, шасси.	4/4	
	Практическое занятие № 2. Знакомство с конструкцией поршневых, турбовинтовых и турбовентиляторных двигателей.	4/4	
	Лабораторное занятие № 2. Анализ отличий силовых установок по способу получения и передачи энергии.	4/4	
Тема 1.3. Основные конструкции беспилотных воздушных судов вертолетного типа.	Содержание	16/12	ОК 01, ПК 1.2, ПК 2.2, ПК 3.2
	Беспилотные воздушные суда вертолетного типа. Отечественные и зарубежные. Конструктивные особенности БВС с одноосной и двухосной схемой. Применение в народном хозяйстве. Роль и назначение несущего винта, рулевого винта.	2/-	
	Особенности управления БВС вертолетного типа. Расположение органов управления. Динамика полета. Взлет и виды взлета. Посадка и виды посадки.		
	В том числе практических и лабораторных занятий	12/12	
	Лабораторное занятие № 3. Изучение характеристик в условиях эксплуатации силовых установок БВС самолетного типа.	4/4	
	Лабораторное занятие № 4. Изучение характеристик в условиях эксплуатации силовых установок БВС вертолетного типа	4/4	
	Практическое занятие № 3. Сравнение характеристик в условиях эксплуатации силовых установок БВС самолетного и вертолетного типов	4/4	
	Самостоятельная работа обучающихся Проработка конспектов занятий, учебных и дополнительных изданий. Поиск, анализ и оценка дополнительной информации по содержанию учебного материала. Подготовка к выполнению лабораторных и практических заданий	2/-	

Раздел 2. Аэродинамика, динамика полета БВС.		32/20	ОК 01, ПК 1.2, ПК 2.2, ПК 3.2
Тема 2.1. Аэродинамика как наука.	Содержание	6/4	ОК 01, ПК 1.2, ПК 2.2, ПК 3.2
	Аэродинамика как наука. Строение атмосферы. Основные физикомеханические свойства воздуха: плотность, статическое давление, температура, вязкость газов, инертность сжимаемость воздуха. МСА. Причины ее ввода.	2/-	
	Основные законы аэродинамики. Уравнение состояния газов. Уравнение постоянства расхода (уравнение неразрывности) – закон Эйлера. Какой закон природы лежит в основе.		
	Уравнение Бернулли. Зависимость давления и скорости воздушного потока от площади поперечного сечения. Полная энергия потока. Скоростной напор.		
	Понятие воздушного потока и струйки воздуха. Обтекание тел воздушным потоком. Понятие о пограничном слое. Режимы течения в пограничном слое. Число Рейнольдса.		
	В том числе практических и лабораторных занятий	4/4	
	Лабораторное занятие № 5. Использование законов и уравнений по аэродинамике для проведения расчетов. Решение задач по аэродинамике (в соответствии с заданием).	4/4	
Тема 2.2. Причины возникновения аэродинамических сил на крыле.	Содержание	6/4	ОК 01, ПК 1.2, ПК 2.2, ПК 3.2
	Геометрические характеристики крыла. Размах, удлинение, угол стреловидности, угол поперечного V. Профиль крыла, хорда, относительная толщина профиля.	2/-	
	Причина образования подъемной силы, лобового сопротивления, полной аэродинамической силы. Индуктивное сопротивление. Аэродинамические коэффициенты подъемной силы и лобового сопротивления.		
	Уравнение Бернулли. Зависимость давления и скорости воздушного потока от площади поперечного сечения. Полная энергия потока. Скоростной напор.		

	Зависимость аэродинамических сил от угла атаки. Поляра крыла, поляра самолета. Зависимость C_y по α . Характерные углы атаки на поляре. Аэродинамическое качество крыла и самолета.		
	Распространение малых возмущений при различных скоростях полета. Конус Маха, число Маха. Возникновение «скачков уплотнения». Интерференция. Пути повышения K самолета.		
	В том числе практических и лабораторных занятий	4/4	
	Практическое занятие № 4. Рассмотрение аэродинамических сил на крыле конкретного типа ВС.	4/4	
Тема 2.3. Этапы полета БВС самолетного типа.	Содержание	6/4	ОК 01, ПК 1.2, ПК 2.2, ПК 3.2
	Взлет самолета. Траектория движения и основные участки взлета.	2/-	
	Горизонтальный полет. Уравнение движения горизонтального полета. Потребная скорость горизонтального полета. Влияние эксплуатационных факторов. Потребная тяга и мощность для горизонтального полета, Кривые потребных и располагаемых тяг и мощностей		
	Виращ. Разворот. Уравнение движения самолета по криволинейной траектории в вертикальной и горизонтальной плоскостях. Основные характеристики правильного виража. Перегрузка и ее зависимость от крена. Спираль.		
	Снижение самолета. Траектория движения и основные участки посадки. Основные характеристики снижения. Влияние эксплуатационных факторов на длину пробега и посадочную дистанцию.		
	В том числе практических и лабораторных занятий	4/4	
	Лабораторное занятие № 6. Системы управления самолетом. Определение расположения органов управления и рулевых поверхностей.	4/4	
Тема 2.4. Равновесие, устойчивость и управляемость	Содержание	6/4	ОК 01, ПК 1.2, ПК 2.2, ПК 3.2
	Основные понятия равновесия и устойчивости ВС. Центр тяжести БВС. Центровка. Причины ограничения предельно-передней и предельно-задней центровок БВС.	2/-	
	Продольная устойчивость и управляемость БВС. Факторы,		

самолета.	влияющие на продольную устойчивость самолета. Балансировка БВС.		
	Путевая устойчивость и управляемость. Факторы, влияющие на продольную устойчивость. Боковые силы и моменты.		
	Поперечная устойчивость и управляемость. Боковая устойчивость и управляемость. Полет на больших углах атаки. Ограничения ВС по углу атаки. АУАСП, сигнализация.		
	Полет в условиях обледенения. Изменение летных характеристик ВС при попадании в условия обледенения. Полет в турбулентной атмосфере, ограничение по скорости. Попадание ВС в зону спутного следа.		
	Попадание ВС в зону ливневых осадков. Изменение летных характеристик ВС при попадании в условия ливневых осадков.		
	Теоретический и практический потолки полета ВС. Причины ограничения. Оптимальная высота полета. Понятие о дальности и продолжительности полета. Часовые и километровые расходы топлива. Допустимые высоты полета самолета.		
	В том числе практических и лабораторных занятий	4/4	
	Лабораторное занятие № 7. Определение САХ и центровки самолета.	4/4	
Тема 2.5. Особенности аэродинамики и динамики полета БВС вертолетного типа.	Содержание	8/4	ОК 01, ПК 1.2, ПК 2.2, ПК 3.2
	Особенности аэродинамики и динамики полета БВС. Назначение несущего и рулевого винтов на вертолете. Создание подъемной силы (тяги) несущим винтом. Аэродинамические силы, действующие на БВС. Управление БВС, органы управления. Виды взлета и посадки БВС	2/-	
	В том числе практических и лабораторных занятий	4/4	
	Лабораторное занятие № 8. Определение систем управления БВС, расположением органов управления, несущего и рулевого винтов.	4/4	
	Самостоятельная работа обучающихся Проработка конспектов занятий, учебных и дополнительных изданий. Поиск, анализ и оценка дополнительной информации по содержанию учебного материала. Подготовка к выполнению лабораторных и практических заданий	2/-	

Консультации	2	
Промежуточная аттестация	6	
Всего:	76/48	

3. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Материально-техническое обеспечение

Для реализации программы учебной дисциплины предусмотрены следующие специальные помещения:

- кабинет основ авиационной метеорологии и аэродинамики, оснащенный в соответствии с п. 6.1.2.1 образовательной программы по специальности 25.02.08 Эксплуатация беспилотных авиационных систем;
- помещения для самостоятельной и воспитательной работы, оснащенные в соответствии с п. 6.1.2.2 образовательной программы по специальности 25.02.08 Эксплуатация беспилотных авиационных систем.

3.2. Информационное обеспечение реализации программы

Для реализации программы библиотечный фонд образовательной организации укомплектован печатными и (или) электронными образовательными и информационными ресурсами, рекомендованными для использования в образовательном процессе.

3.2.1. Основные электронные издания

1. Белов, С. В. Аэродинамика и динамика полета : учебное пособие / С. В. Белов, А. В. Гордиенко, В. Д. Проскурин. — Оренбург : ОГУ, 2014. — 109 с. — ISBN 978-5-7410-1200-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/97961> (дата обращения: 11.12.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Погорелов, В. И. Беспилотные летательные аппараты: нагрузки и нагрев : учебное пособие для среднего профессионального образования / В. И. Погорелов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 191 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-10061-7. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/516778> (дата обращения: 08.12.2023).
3. Беспилотные летательные аппараты : учебное пособие / С. Н. Денисенко, А. Ю. Смирнов, А. М. Хрусталева, И. Г. Штеренберг. — Санкт-Петербург : СПбГИ (ТУ), 2023. — 115 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/365894> (дата обращения: 08.12.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Аэродинамика самолетов гражданской авиации : учебное пособие / составители Е. Н. Коврижных, А. Н. Мирошин. — Ульяновск : УИ ГА, 2021. — 147 с. — ISBN 978-5-7514-0299-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/216455> (дата обращения: 08.12.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3.2.2. Дополнительные источники

1. Конструкция и летная эксплуатация воздушных судов : учебное пособие / составитель Е. М. Гурьянова. — Ульяновск : УИ ГА, 2018. — 114 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/162503> (дата обращения: 08.12.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Саленко, С. Д. Динамика полета : учебное пособие / С. Д. Саленко, А. Д. Обуховский. — Новосибирск : НГТУ, 2014 — Часть 1 : Траектории летательных аппаратов — 2014. — 140 с. — ISBN 978-5-7782-2438-4. — Текст : электронный // Лань :

- электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/310610> (дата обращения: 08.12.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Саленко, С. Д. Динамика полета : учебное пособие / С. Д. Саленко, А. Д. Обуховский. — Новосибирск : НГТУ, [б. г.]. — Часть 2 : Устойчивость и управляемость летательных аппаратов — 2015. — 128 с. — ISBN 978-5-7782-2707-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/118183> (дата обращения: 11.12.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

4. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Результаты обучения	Критерии оценки	Методы оценки
Знания		
<p>основы аэродинамики беспилотных воздушных судов самолетного и вертолетного типа, их центровку и этапы полета;</p> <p>летно-технические характеристики беспилотных ВС, основные конструкции беспилотных ВС (планер, системы управления, энергетические системы, топливные системы);</p> <p>классификацию авиадвигателей и принципы работы, компоновку различных типов беспилотных ВС, системы защиты беспилотных ВС (противопожарная, противообледенительная);</p> <p>актуальный профессиональный и социальный контекст, в котором приходится работать и жить;</p> <p>методы работы в профессиональной и смежных сферах.</p>	<p>основы аэродинамики беспилотных воздушных судов самолетного и вертолетного типа, их центровку и этапы полета;</p> <p>летно-технические характеристики беспилотных ВС, основные конструкции беспилотных ВС (планер, системы управления, энергетические системы, топливные системы);</p> <p>классификацию авиадвигателей и принципы работы, компоновку различных типов беспилотных ВС, системы защиты беспилотных ВС (противопожарная, противообледенительная);</p> <p>актуальный профессиональный и социальный контекст, в котором приходится работать и жить;</p> <p>методы работы в профессиональной и смежных сферах.</p>	<p>Письменный/устный опрос; тестирование;</p> <p>оценка результатов самостоятельной работы (сообщений, теоретической части проектов, учебных исследований и т.д.), экзамен</p>
Умения		
<p>определять статические и динамические нагрузки на элементы конструкций беспилотных воздушных судов;</p> <p>владеть актуальными методами работы в профессиональной и смежных сферах.</p>	<p>определять статические и динамические нагрузки на элементы конструкций беспилотных воздушных судов;</p> <p>владеть актуальными методами работы в профессиональной и смежных сферах.</p>	<p>Письменный/устный опрос; тестирование;</p> <p>оценка результатов самостоятельной работы (сообщений, теоретической части проектов, учебных исследований и т.д.), экзамен</p>