

Рабочая программа учебной дисциплины

Системы и оборудование воздушных судов

(Наименование дисциплины)

**«25.03.01 Техническая эксплуатация летательных аппаратов и двигателей,
направленность (профиль) «Инженерно-техническое обеспечение устройств и
беспилотных авиационных систем»»**

(Направление подготовки / Профиль)

Бакалавр

(Квалификация)

Кафедра разработчик

Естественных наук и профессиональных коммуникаций

Год набора

2027

Вид учебной деятельности	Трудоемкость (объем) дисциплины
	Очная форма
	д
Зачетные единицы	4
Общее количество часов	144
Аудиторные часы контактной работы обучающегося с преподавателями:	64
– Лекционные (Л)	32
– Практические (ПЗ)	32
– Лабораторные (ЛЗ)	
– Семинарские (СЗ)	
Самостоятельная работа обучающихся (СРО)	44
К (Р-Г) Р (П) (+;-)	
Тестирование (+;-)	
ДКР (+;-)	
Зачет (+;-)	
Зачет с оценкой (+;- (Кол-во часов))	
Экзамен (+;- (Кол-во часов))	+ (36)

Волгоград 2026

Содержание

Раздел 1. Организационно-методический раздел	3
Раздел 2. Тематический план.....	6
Раздел 3. Содержание дисциплины.....	7
Раздел 4. Организация самостоятельной работы обучающихся	9
Раздел 5. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся.....	11
Раздел 6. Оценочные средства промежуточной аттестации (с ключами).....	15
Раздел 7. Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	18
Раздел 8. Материально-техническая база и информационные технологии	19
Раздел 9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины	21

Раздел 1. Организационно-методический раздел

1.1. Цели освоения дисциплины

Дисциплина «Системы и оборудование воздушных судов» входит в «Обязательную часть» подготовки обучающихся по направлению подготовки «25.03.01 Техническая эксплуатация летательных аппаратов и двигателей, направленность (профиль) «Инженерно-техническое обеспечение устройств и беспилотных авиационных систем»»

Целью дисциплины является формирование **компетенций** (в соответствии с ФГОС ВО и требованиями к результатам освоения основной профессиональной образовательной программы высшего образования (ОПОП ВО)):

ОПК-3. Способен применять теорию технической эксплуатации, основы конструкции и систем воздушных судов, электрических и электронных источников питания приборного оборудования и систем индикации воздушных судов, систем управления воздушным судном и бортовых систем навигационного и связного оборудования

Дескрипторы универсальной компетенции:

ОПК-3.1. Демонстрирует понимание теории технической эксплуатации, основ конструкции и систем воздушных судов, электрических и электронных источников питания приборного оборудования и систем индикации воздушных судов, систем управления воздушным судном и бортовых систем навигационного и связного оборудования.

ОПК-3.2. Применяет теорию технической эксплуатации, основы конструкции и систем воздушных судов, электрических и электронных источников питания приборного оборудования и систем индикации воздушных судов, систем управления воздушным судном и бортовых систем навигационного и связного оборудования при решении профессиональных задач

Перечисленные компетенции формируются в процессе достижения индикаторов компетенций:

Обобщенная трудовая функция/ трудовая функция	Код и наименование дескриптора компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенций (из ПС)
	ОПК-3.1. Демонстрирует понимание теории технической эксплуатации, основ конструкции и систем воздушных судов, электрических и электронных источников питания приборного оборудования и систем индикации воздушных судов, систем управления воздушным судном и бортовых систем навигационного и связного оборудования. ОПК-3.2. Применяет теорию технической эксплуатации, основы конструкции и систем воздушных судов, электрических и электронных источников питания приборного оборудования и систем	Знает: ИД 1 ОПК-3.1 Теорию технической эксплуатации, основы конструкции и систем воздушных судов, электрических и электронных источников питания приборного оборудования и систем индикации воздушных судов, систем управления воздушным судном и бортовых систем навигационного и связного оборудования (без привязки к профессиональному стандарту); ИД 2 ОПК-3.2 Порядок и принципы применения теории технической эксплуатации, основ конструкции и систем воздушных судов, электрических и электронных источников питания приборного оборудования и систем индикации воздушных судов, систем управления воздушным судном и бортовых систем навигационного и связного

	индикации воздушных судов, систем управления воздушным судном и бортовых систем навигационного и связного оборудования при решении профессиональных задач	оборудования при решении профессиональных задач (без привязки к профессиональному стандарту). Умеет: ИД 3 ОПК-3.1 Оценить техническое состояние и потребность в техническом обслуживании и ремонте конструкций и систем воздушных судов, электрических и электронных источников питания приборного оборудования и систем индикации воздушных судов, систем управления воздушным судном и бортовых систем навигационного и связного оборудования (без привязки к профессиональному стандарту); ИД 4 ОПК-3.2 Применять теорию технической эксплуатации, основы конструкции и систем воздушных судов, электрических и электронных источников питания приборного оборудования и систем индикации воздушных судов, систем управления воздушным судном и бортовых систем навигационного и связного оборудования при решении профессиональных задач (без привязки к профессиональному стандарту). Имеет навыки: ИД 5 ОПК-3.1 Оценки технического состояния и потребности в техническом обслуживании и ремонте конструкций и систем воздушных судов, электрических и электронных источников питания приборного оборудования и систем индикации воздушных судов, систем управления воздушным судном и бортовых систем навигационного и связного оборудования (без привязки к профессиональному стандарту); ИД 6 ОПК-3.2 Применения теории технической эксплуатации, основ
--	--	---

		конструкции и систем воздушных судов, электрических и электронных источников питания приборного оборудования и систем индикации воздушных судов, систем управления воздушным судном и бортовых систем навигационного и связного оборудования при решении профессиональных задач (без привязки к профессиональному стандарту).
--	--	---

1.2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

направления подготовки «**25.03.01 Техническая эксплуатация летательных аппаратов и двигателей, направленность (профиль) «Инженерно-техническое обеспечение устройств и беспилотных авиационных систем»»**

№	Предшествующие дисциплины (дисциплины, изучаемые параллельно)	Последующие дисциплины
1	2	3
1	Основы инженерной деятельности	Основы беспилотных авиационных систем
2	Основы схемотехники	Системы и оборудование воздушных судов

1.3. Нормативная документация

Рабочая программа учебной дисциплины составлена на основе:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки «**25.03.01 Техническая эксплуатация летательных аппаратов и двигателей, направленность (профиль) «Инженерно-техническое обеспечение устройств и беспилотных авиационных систем»»**;
- Учебного плана направления подготовки «**25.03.01 Техническая эксплуатация летательных аппаратов и двигателей, направленность (профиль) «Инженерно-техническое обеспечение устройств и беспилотных авиационных систем»»** 2027 года набора;
- Образца рабочей программы учебной дисциплины (приказ № 113-О от 01.09.2021 г.).

Раздел 2. Тематический план

Очная форма обучения (полный срок)

№	Тема дисциплины	Трудоемкость				
		Все го	Аудиторные занятия		СРО	Код индикатора и дескриптора достижения компетенций
			Л	ПЗ (ЛЗ, СЗ)		
1	2	3	4	5	6	7
1	Тема 1. Гидравлические системы воздушных судов	13	4	4	5	ИД 1 ОПК-3.1 ИД 2 ОПК-3.2 ИД 3 ОПК-3.1 ИД 4 ОПК-3.2 ИД 5 ОПК-3.1 ИД 6 ОПК-3.2
2	Тема 2. Шасси самолетов и вертолетов	13	4	4	5	ИД 1 ОПК-3.1 ИД 2 ОПК-3.2 ИД 3 ОПК-3.1 ИД 4 ОПК-3.2 ИД 5 ОПК-3.1 ИД 6 ОПК-3.2
3	Тема 3. Топливные системы авиационной техники	13	4	4	5	ИД 1 ОПК-3.1 ИД 2 ОПК-3.2 ИД 3 ОПК-3.1 ИД 4 ОПК-3.2 ИД 5 ОПК-3.1 ИД 6 ОПК-3.2
4	Тема 4. Противообледенительные и противопожарные системы	13	4	4	5	ИД 1 ОПК-3.1 ИД 2 ОПК-3.2 ИД 3 ОПК-3.1 ИД 4 ОПК-3.2 ИД 5 ОПК-3.1 ИД 6 ОПК-3.2
5	Тема 5. Системы кондиционирования воздуха (СКВ) и регулирования давления (СРД)	14	4	4	6	ИД 1 ОПК-3.1 ИД 2 ОПК-3.2 ИД 3 ОПК-3.1 ИД 4 ОПК-3.2 ИД 5 ОПК-3.1 ИД 6 ОПК-3.2
6	Тема 6. Электроснабжение и светотехническое оборудование	14	4	4	6	ИД 1 ОПК-3.1 ИД 2 ОПК-3.2 ИД 3 ОПК-3.1 ИД 4 ОПК-3.2 ИД 5 ОПК-3.1 ИД 6 ОПК-3.2
7	Тема 7. Высокочастотное и связанное радиооборудование	14	4	4	6	ИД 1 ОПК-3.1 ИД 2 ОПК-3.2 ИД 3 ОПК-3.1 ИД 4 ОПК-3.2 ИД 5 ОПК-3.1 ИД 6 ОПК-3.2
8	Тема 8. Навигационное оборудование и пилотажно-навигационные комплексы (EFIS/EICAS)	14	4	4	6	ИД 1 ОПК-3.1 ИД 2 ОПК-3.2 ИД 3 ОПК-3.1 ИД 4 ОПК-3.2 ИД 5 ОПК-3.1 ИД 6 ОПК-3.2
Вид промежуточной аттестации(Экзамен)		36				
Итого		144	32	32	44	

Раздел 3. Содержание дисциплины

3.1. Содержание дисциплины

Тема 1. Гидравлические системы воздушных судов

- Принципы работы и физические основы (закон Паскаля). Рабочие жидкости (тип АМГ, Skydrol), их спецификации и требования к чистоте.
- Основные элементы: насосы постоянной производительности и переменного объема (аксиально-поршневые), гидроаккумуляторы, фильтры, клапаны приоритетные и челночные.
- Схемы построения систем: открытые/закрытые центры, системы с полной нагрузкой давлением (Power-by-Wire).
- Приводы механизации крыла (закрылки, спойлеры) и управления шасси. Резервирование гидросистем современных лайнеров (Airbus A320/B737).

Тема 2. Шасси самолетов и вертолетов

- Конструктивно-силовые схемы опор (рычажные, телескопические). Особенности велосипедного и многоопорного шасси тяжелых транспортных самолетов.
- Амортизационные стойки: жидкостно-газовые амортизаторы, расчет поглощаемой энергии при посадке.
- Тормозные системы колес: дисковые тормоза из композиционных материалов, антиюзная система (ABS/autobrake), противоюзное регулирование по угловой скорости и ускорению.
- Система поворота носовой опоры, демпферы шимми. Сигнализация положения шасси и весовых датчиков касания (WoW — Weight on Wheels).

Тема 3. Топливные системы авиационной техники

- Компоновка баков в крыле и фюзеляже. Отсеки для обеспечения необходимой центровки самолета в полете.
- Подкачивающие насосы топливных баков, струйные насосы (эжекторы) для перекачки топлива.
- Системы дренажа и наддува баков нейтральным газом (азотирование) для предотвращения взрыва паров топлива.
- Управление расходом топлива (Fuel Management), работа расходомеров и сигнализаторов критического остатка.

Тема 4. Противообледенительные и противопожарные системы

- Типы обледенения и опасности для аэродинамики. Воздушно-тепловые системы обогрева передних кромок крыла и входных направляющих аппаратов (ВНА) двигателей.
- Электрический обогрев лопастей винтов, приемников воздушного давления (ПВД), стекол кабины пилотов.
- Кислородные системы пожаротушения в отсеках ВСУ, грузовых кабинах и туалетах. Использование галона (Halon 1301) и альтернативных хладагентов.
- Системы обнаружения дыма (детекторы ионизационного и оптического типов), логика формирования сигналов предупреждения экипажу.

Тема 5. Системы кондиционирования воздуха (СКВ) и регулирования давления (СРД)

- Источники горячего воздуха (bleed air) от двигателей или ВСУ. Работа турбохолодильников (air cycle machine).
- Распределение воздуха по салону (mixing manifold), датчики температуры в зонах (zone temperature control).
- Герметичная кабина, гермошпангоуты. Расчет избыточного давления (ΔP \Delta P) и вертикальной скорости изменения давления (V/SV/SV/S).
- Предохранительные и выпускные клапаны сброса давления. Автоматика аварийной разгерметизации.

Тема 6. Электроснабжение и светотехническое оборудование

- Первичные источники электроэнергии: генераторы переменного тока постоянного привода (IDG), привод-генераторы с переменной скоростью (VSCF).
- Трансформаторы-выпрямители (TRU) для получения постоянного тока 28 В. Аккумуляторные батареи как аварийный источник.

- Внешнее освещение: посадочные, рулежные фары, проблесковые маяки (anti-collision lights), навигационные огни.
- Внутреннее освещение: аварийная подсветка пола, дежурное и индивидуальное освещение пассажирских кресел.

Тема 7. Высокочастотное и связное радиооборудование

- Организация радиосвязи в диапазонах KB (HF), VHF и UHF. Селективная вызовная связь (SELCAL).
- Бортовые переговорные устройства (СПУ): обслуживание экипажа, громкая связь (РА) в салоне.
- Спутниковая связь (SATCOM) для трансконтинентальных рейсов. Передача данных ACARS (Aircraft Communications Addressing and Reporting System).
- Магнитофоны записи переговоров в кабине (CVR) и параметров полета (FDR): стандарты ED-112, время сохранности записи после аварии.

Тема 8. Навигационное оборудование и пилотажно-навигационные комплексы (EFIS/EICAS)

- Инерциальные навигационные системы (IRS/INS): лазерные гироскопы, накопление ошибки со временем.
- Радионавигация: VOR/DME, ILS (курсовой и глиссидный маяки), маркерные радиомаяки.
- Метеонавигационный радиолокатор (Weather Radar): принцип работы антенны, режимы отображения турбулентности (Turbulence mode).
- «Стеклянная кабина» (Glass Cockpit): дисплеи EFIS (PFD/MFD) и системы контроля двигателей EICAS/ECAM. Интеграция данных GPS (GNSS) в навигационный комплекс.

3.2. Содержание практического блока дисциплины

Очная форма обучения (полный срок)

№	Тема практического (семинарского, лабораторного) занятия
1	2
ПЗ 1	Тема 1. Гидравлические системы воздушных судов
ПЗ 2	Тема 2. Шасси самолетов и вертолетов
ПЗ 3, 4	Тема 3. Топливные системы авиационной техники
ПЗ 5	Тема 4. Противообледенительные и противопожарные системы
ПЗ 6, 7	Тема 5. Системы кондиционирования воздуха (СКВ) и регулирования давления (СРД)
ПЗ 8	Тема 6. Электроснабжение и светотехническое оборудование

3.3. Образовательные технологии

Очная форма обучения (полный срок)

№	Тема занятия	Вид учебного занятия	Форма / Методы интерактивного обучения	% учебного времени
1	2	3	4	5
1	Тема 1. Гидравлические системы воздушных судов	ПЗ	Метод кейсов	75
2	Тема 2. Шасси самолетов и вертолетов	Л	Лекция-ситуация	25
3	Тема 3. Топливные системы авиационной техники	ПЗ	Метод кейсов	75
4	Тема 4. Противообледенительные и противопожарные системы	ПЗ	Мозговой штурм	25
5	Тема 5. Системы кондиционирования воздуха (СКВ) и регулирования давления (СРД)	Л	Мозговой штурм	50
6	Тема 6. Электроснабжение и	ПЗ	Метод кейсов	75

	светотехническое оборудование			
7	Тема 7. Высокочастотное и связанное радиооборудование	ПЗ	Метод кейсов	75
8	Тема 8. Навигационное оборудование и пилотажно-навигационные комплексы (EFIS/EICAS)	ПЗ	Деловая игра	75
Итого				29,68%

Раздел 4. Организация самостоятельной работы обучающихся

4.1. Организация самостоятельной работы обучающихся

№	Тема дисциплины	№ вопросов	№ рекомендуемой литературы
1	2	3	4
1	Тема 1. Гидравлические системы воздушных судов	1, 2	1, 3, 5
2	Тема 2. Шасси самолетов и вертолетов	3, 4, 5, 6	1, 3, 5
3	Тема 3. Топливные системы авиационной техники	7, 8, 9	3, 4, 5
4	Тема 4. Противообледенительные и противопожарные системы	10, 11, 12, 13	2, 3, 4, 5
5	Тема 5. Системы кондиционирования воздуха (СКВ) и регулирования давления (СРД)	14, 15, 16	3, 4, 5
6	Тема 6. Электроснабжение и светотехническое оборудование	17, 18	2, 3, 5
7	Тема 7. Высокочастотное и связанное радиооборудование	19-25	1, 3, 5
8	Тема 8. Навигационное оборудование и пилотажно-навигационные комплексы (EFIS/EICAS)	26, 27, 28	2, 3, 5, 6

Перечень вопросов, выносимых на самостоятельную работу обучающихся

1. Эволюция гидравлических жидкостей. Сравнительный анализ минеральных масел (АМГ-10), фосфатных эфиров (Skydrol) и биоразлагаемых гидрожидкостей с точки зрения пожаробезопасности, совместимости с уплотнениями и экологии.

2. Технология Fly-by-Wire в системах управления. Принцип передачи сигналов от сайдстика к рулевым приводам по проводам. Архитектура вычислителей ELAC/SEC на самолете Airbus A320.

3. Электрические системы управления (Power-by-Wire). Электрогидростатические приводы (ЕНА) и электрогидравлические приводы (ЕВНА) как резервные каналы без центральной гидросистемы (на примере истребителя F-35 или лайнера B787).

4. Амортизаторы шасси нового поколения. Применение магнитореологических жидкостей для адаптивного демпфирования при посадке и движении по ВПП разного качества.

5. Система измерения веса и центровки в полете. Использование тензодатчиков на стойках шасси для автоматического расчета взлетного веса (GW) и предотвращения выхода за пределы допустимого диапазона центровок.

6. Наддув топливных баков инертным газом (OBIGGS). Физико-химические принципы работы генераторов азота мембранного типа для обеспечения взрывопожаробезопасности крыльевых кессонов.

7. Борьба со статическим электричеством ВС. Система разрядников: физика стекания заряда в полете и проблемы коррозии кромок крыла из-за блуждающих токов.

8. Турбохолодильники (ТХУ) систем кондиционирования. Расчет термодинамического цикла воздушного охлаждения. Особенности эксплуатации ТХУ в условиях высокой запыленности аэродромов.

9. Системы рециркуляции воздуха в салоне. Работа HEPA-фильтров тонкой очистки, задерживающих до 99.9% бактерий и вирусов. Нормативы кратности воздухообмена в кабине экипажа.

10. Аварийная разгерметизация. Алгоритм действий автоматики Cabin Pressure Control System (CPCS) при экстренном снижении самолета Boeing 737 MAX при потере давления.

11. Бесперебойное электроснабжение (без разрыва фазы). Статические преобразователи частоты (Cycloconverters/VSCF) для питания бортовой сети 115В/400Гц от двигателей с переменной частотой вращения ротора.

12. Светодиодное (LED) освещение воздушных судов. Преимущества LED-технологий перед люминесцентными лампами: ресурс, экономия массы проводки, отсутствие задержки включения проблесковых маяков.

13. Цифровые шины данных (AFDX / ARINC 664). Отличие детерминированной Ethernet-сети от аналоговых жгутов. Технология виртуальных каналов (Virtual Links) в системе связи авионики Airbus A380.

14. Спутниковая система мониторинга авиационных двигателей (ACARS Engine Telemetry). Передача параметров EGT, вибрации и расхода топлива в реальном времени в центр контроля авиакомпании (Aerodata/Airman).

15. Лазерные гироскопы в бесплатформенных ИНС (БИНС/SINS). Эффект Саньяка, дрейф нуля лазерного контура и алгоритмы начальной выставки ориентации на стоянке.

16. Метеонавигационные РЛС с функцией обнаружения сдвига ветра (Predictive Windshear). Обработка доплеровского спектра отраженного сигнала для предупреждения экипажа о микропорывах на взлете.

17. Оборудование кабины пилотов класса «Glass Cockpit». Режимы отказоустойчивости дисплеев PFD/MFD (Reversionary Mode) при выходе из строя одного из экранов или источников видеосигнала.

18. Кислородные системы защиты органов дыхания. Различия между системами подачи кислорода под давлением (Pressure Demand) для экипажей и химическими генераторами для пассажиров (Drop-down masks).

19. Регистрация полетных данных твердотельными накопителями (SSFDR). Ударопрочность корпусов («черных ящиков»), стандарты TSO-C124b и методы считывания информации после катастрофического воздействия огня.

20. Интерьер современных широкофюзеляжных самолетов. Проектирование монументов кухонь-буфетов (galleys) и туалетных модулей с учетом требований эргономики, пожарной безопасности материалов (FAR 25.853) и удобства обслуживания персоналом.

4.2. Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа обучающихся обеспечивается следующими учебно-методическими материалами:

1. Указаниями в рабочей программе по дисциплине (п.4.1.)
2. Лекционные материалы в составе УМК по дисциплине
3. Заданиями и методическими рекомендациями по организации самостоятельной работы обучающихся в составе УМК по дисциплине.
4. Глоссарием по дисциплине в составе УМК по дисциплине.

Раздел 5. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся

Фонд оценочных средств по дисциплине представляет собой совокупность контролируемых материалов, предназначенных для измерения уровня достижения обучающимися установленных результатов образовательной программы. ФОС по дисциплине используется при проведении оперативного контроля и промежуточной аттестации обучающихся. Требования к структуре и содержанию ФОС дисциплины регламентируются Положением о фонде оценочных материалов по программам высшего образования – программам бакалавриата, магистратуры.

5.1. Паспорт фонда оценочных средств Очная форма обучения (полный срок)

№	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Оценочные средства			
		Л	ПЗ (ЛЗ, СЗ)	СРО	Код индикатора и дескриптора достижения компетенций
1	2	3	4	5	6
1	Тема 1. Гидравлические системы воздушных судов	УО		ПРВ	ИД 1 ОПК-3.1 ИД 2 ОПК-3.2 ИД 3 ОПК-3.1 ИД 4 ОПК-3.2 ИД 5 ОПК-3.1 ИД 6 ОПК-3.2
2	Тема 2. Шасси самолетов и вертолетов	УО	КМ	ПРВ	ИД 1 ОПК-3.1 ИД 2 ОПК-3.2 ИД 3 ОПК-3.1 ИД 4 ОПК-3.2 ИД 5 ОПК-3.1 ИД 6 ОПК-3.2
3	Тема 3. Топливные системы авиационной техники	ЛС	МШ	ПРВ	ИД 1 ОПК-3.1 ИД 2 ОПК-3.2 ИД 3 ОПК-3.1 ИД 4 ОПК-3.2 ИД 5 ОПК-3.1 ИД 6 ОПК-3.2
4	Тема 4. Противообледенительные и противопожарные системы	УО	КМ	ПРВ	ИД 1 ОПК-3.1 ИД 2 ОПК-3.2 ИД 3 ОПК-3.1 ИД 4 ОПК-3.2 ИД 5 ОПК-3.1 ИД 6 ОПК-3.2
5	Тема 5. Системы кондиционирования воздуха (СКВ) и регулирования давления (СРД)	УО	МШ	ПРВ	ИД 1 ОПК-3.1 ИД 2 ОПК-3.2 ИД 3 ОПК-3.1 ИД 4 ОПК-3.2 ИД 5 ОПК-3.1 ИД 6 ОПК-3.2
6	Тема 6. Электроснабжение и светотехническое оборудование	УО		ПРВ	ИД 1 ОПК-3.1 ИД 2 ОПК-3.2 ИД 3 ОПК-3.1 ИД 4 ОПК-3.2 ИД 5 ОПК-3.1 ИД 6 ОПК-3.2
7	Тема 7. Высокочастотное и связное радиооборудование	УО	КМ	ПРВ	ИД 1 ОПК-3.1 ИД 2 ОПК-3.2 ИД 3 ОПК-3.1 ИД 4 ОПК-3.2 ИД 5 ОПК-3.1 ИД 6 ОПК-3.2

8	Тема 8. Навигационное оборудование и пилотажно-навигационные комплексы (EFIS/EICAS)	УО	ДИ	ПРВ	ИД 1 ОПК-3.1 ИД 2 ОПК-3.2 ИД 3 ОПК-3.1 ИД 4 ОПК-3.2 ИД 5 ОПК-3.1 ИД 6 ОПК-3.2
---	---	----	----	-----	--

Условные обозначения оценочных средств (Столбцы 3, 4, 5):

УО – устный (фронтальный, индивидуальный, комбинированный) опрос;

ПРВ – проверка рефератов, отчетов, рецензий, аннотаций, конспектов, графического материала, эссе, переводов, решений заданий, выполненных заданий в электронном виде и т.д.;

МШ – Метод мозгового штурма;

КМ – Кейс-метод;

ДИ – Деловая игра;

ЛС – Лекция-ситуация.

5.2. Оценочные средства текущего контроля

Перечень практических (семинарских) заданий

Задачи

1. Расчет гидравлической системы. Дан гидроаккумулятор объемом 10 литров, заряженный азотом до давления $P_0=80P_0=80 \text{ кгс/см}^2$. В процессе работы давление в системе выросло до $P_{\max}=210P_{\max}=210 \text{ кгс/см}^2$. Рассчитайте полезный объем жидкости, который может отдать аккумулятор в систему при условии политропного процесса расширения газа ($n=1.4$).
2. Анализ схемы уборки шасси. По принципиальной гидравлической схеме (предоставляется фрагмент) определить последовательность срабатывания замка убранного положения и створок ниши шасси. Описать путь прохождения потока жидкости от насоса к цилиндру распора.
3. Диагностика антиюзовой системы (ABS). На пробеге после посадки загорелась индикация отказа тормозов «ANTI-SKID INOP» для левой основной стойки. Используя логическую схему FCOM/AAM, определите три наиболее вероятные причины (датчик угловой скорости, клапан управления, обрыв цепи WoW) и порядок их проверки по бортовому журналу.
4. Балансировка топлива в полете. Самолет находится в крейсерском полете с дисбалансом топлива между левым и правым крыльевыми баками в 500 кг. Составьте алгоритм действий пилота или инженера АТБ по перекачке топлива из полукрыла в полукрыло через центральный бак, учитывая работу струйных насосов (jet pumps).
5. Термодинамика СКВ (Системы кондиционирования воздуха). Воздух отбирается от двигателя с температурой $+250 \text{ }^\circ\text{C}$ и давлением 3 атм. Пройдя через турбохолодильник, его температура на выходе составила $+5 \text{ }^\circ\text{C}$. Рассчитайте коэффициент полезного действия (КПД) процесса расширения в турбине, если известно давление за ней.
6. Расчет герметичности кабины. Определите требуемую производительность системы автоматического регулирования давления (СРД), если площадь утечек в гермокабине составляет эквивалентное отверстие $A_L=50A_L=50 \text{ см}^2$, а перепад давлений $\Delta P=0.5 \Delta P=0.5 \text{ кгс/см}^2$. Используйте формулу расхода воздуха через сопло.
7. Подбор предохранительного клапана СРД. Выберите уставку срабатывания сбросного клапана избыточного давления для самолета, максимальная высота полета которого 12 000 метров, а расчетная высота в кабине — 2 400 метров. Учесть запас прочности согласно нормам АП-25.
8. Анализ электроснабжения переменным током. При отказе одного из двух основных генераторов переменного тока (IDG) автоматика отключила часть потребителей (грузовые отсеки, кухни). Постройте диаграмму распределения нагрузки (Load Shedding) и объясните приоритет питания систем навигации над развлекательной системой IFE.
9. Проверка работоспособности ПОЖ (Противообледенительной системы). Во время руления при проверке обогрева приемников воздушного давления (ПВД) амперметр показал ток

потребления 15 А вместо паспортных 25 А. Опишите методику поиска неисправности: проверка целостности нагревательного элемента ТЭН мультиметром или поиск падения напряжения в силовой цепи.

10. Работа огнетушителей грузовых отсеков. Дана схема кольцевого трубопровода пожаротушения с двумя баллонами галона. Рассчитать время подачи огнегасящего состава во второй отсек, если первый был разряжен ранее, зная расход через распылительные форсунки и свободный объем отсека.

11. Настройка метеолокатора (Weather Radar). Экипаж выполняет полет в зоне мощно-кучевой облачности. Объясните разницу между режимом «WX» (анализ интенсивности осадков по цвету) и режимом «TURB» (обнаружение турбулентности). Почему зона турбулентности отображается сплошным красным цветом («Magenta») даже при отсутствии сильного дождя?

12. Инерциальная навигация (IRS). После включения ИНС на стоянке начался процесс выравнивания (Alignment). Опишите физические принципы определения истинного курса по вращению Земли (эффект гирокомпасирования) и почему процедура невозможна при перемещении самолета буксировкой.

13. Чтение QR-кодов технического бортового журнала. Расшифруйте запись в электронном журнале о дефекте: NAV IR2 FAULT / ATTN UNIT. Используя перечень ATA Chapters, определите номер системы и предложите процедуру замены вычислителя ADIRU №2.

14. Светотехническое оборудование. Рассчитайте силу света посадочной фары мощностью 600 Вт, установленной под углом 15 градусов к продольной оси самолета, необходимую для освещения ВПП на расстоянии 500 метров, исходя из закона обратных квадратов освещенности.

15. Аварийные радиомаяки (ELT). Проведите инспекцию переносного аварийного маяка частоты 406 МГц. Проверьте срок годности литиевой батареи, целостность гидроизоляционного чехла и работоспособность функции самотестирования (Self-test), расшифровав количество вспышек светодиода-индикатора согласно инструкции производителя.

5.3. Тематика письменных работ обучающихся

Рефераты по выбранным темам выполняются в письменной форме обучающимися всех форм обучения. Учебно-методические материалы, необходимые для выполнения работ, а также примерная тематика рефератов содержатся в УМК по дисциплине.

1. Эволюция гидравлических систем: от центральных насосов к концепции «Power-by-Wire». Сравнительный анализ надежности традиционных гидросистем (Ил-96, Ту-204) и электрических приводов управления (Boeing 787, истребители 5-го поколения).

2. Физика амортизации шасси. Жидкостно-газовые амортизаторы многоколесных тележек сверхтяжелых транспортных самолетов (Ан-124). Расчет поглощаемой энергии при посадке максимальной посадочной массы.

3. Технология Fly-by-Wire (FBW): искусственная устойчивость. Принципы работы системы дистанционного управления на примере Airbus A320/A350. Законы управления (Control Laws) Normal Law и их влияние на безопасность полета.

4. Системы предотвращения сваливания: Shaker & Pusher. Механические и электродистанционные системы тряски штурвала и автоматического отдачи органов управления для вывода самолета из критического угла атаки.

5. Топливные баки-кессоны и система инертного газа (OBIGGS/OGS). Методы снижения концентрации кислорода в надтопливном пространстве ниже предела воспламенения с использованием мембранной технологии разделения газов.

6. Турбохолодильники (ТХУ) систем кондиционирования воздуха. Термодинамический цикл воздушного охлаждения. Особенности эксплуатации СКВ в условиях экстремально высоких температур наружного воздуха (Middle East operations).

7. Автоматическое регулирование давления (СРД). Алгоритм вычисления вертикальной скорости изменения давления (VcV_cVc) для предотвращения баротравм у пассажиров. Работа резервных клапанов сброса избыточного давления.

8. Светодиодное (LED) освещение современных лайнеров. Преимущества LED-технологий перед люминесцентными лампами: экономия массы проводки за счет высокого напряжения (115 В постоянного тока), отсутствие задержки включения проблесковых маяков.

9. Бортовое устройство регистрации полетных данных (SSFDR). Эволюция твердотельных накопителей. Стандарты ударопрочности TSO-C124b и методы считывания информации после воздействия высоких температур свыше 1000 °С.

10. Метеонавигационные РЛС с функцией обнаружения сдвига ветра (Predictive Windshear). Обработка доплеровского спектра отраженного сигнала для предупреждения экипажа о микропорывах на этапах взлета и посадки.

11. Лазерные гироскопы в бесплатформенных инерциальных системах (БИНС/SINS). Физический принцип работы (эффект Саньяка), дрейф нуля лазерного контура и алгоритмы начальной выставки ориентации на земле.

12. Цифровые шины передачи данных ARINC 664 (AFDX). Отличие детерминированной Ethernet-сети современного пассажирского самолета от аналоговых жгутов прошлых поколений. Технология виртуальных каналов (Virtual Links).

13. Оборудование кабины класса «Glass Cockpit». Режимы отказоустойчивости дисплеев PFD/MFD (Reversionary Mode) при выходе из строя одного из экранов или источников видеосигнала (DAU failure).

14. Кислородные системы защиты органов дыхания. Различия между системами подачи под давлением (Pressure Demand) для экипажей высотных самолетов и химическими генераторами кислорода для пассажиров (Drop-down masks).

15. Спутниковая связь ACARS и FANS. Применение цифровых линий передачи данных «диспетчер-экипаж» для реализации процедур организации воздушного движения в океанических районах (CPDLC, ADS-C).

5.4. Перечень вопросов промежуточной аттестации по дисциплине

Список вопросов для зачета

1. Гидравлические системы. Опишите принцип работы и назначение гидроаккумулятора. Как изменится его эффективность при падении давления зарядки газовой полости ниже нормы?

2. Системы управления (Fly-by-Wire). Что такое «законы управления» (Control Laws) в электродистанционных системах? Охарактеризуйте основные режимы Normal Law, Alternate Law и Direct Law на самолете Airbus.

3. Шасси. Объясните физический принцип работы жидкостно-газового амортизатора. Почему для поглощения энергии посадки используется именно смесь жидкости и сжатого газа, а не просто пружина?

4. Тормозные системы. Назовите основные компоненты автоматической антиюзовой системы (ABS). По какому параметру датчик определяет начало блокировки колеса?

5. Топливная система. Для чего применяется система дренажа топливных баков и как работает клапан отрицательного перепада давления?

6. Наддув баков. В чем заключается опасность образования взрывоопасной смеси паров топлива с воздухом и как система инертного газа (OBIGGS/OGS) предотвращает это явление?

7. Система кондиционирования (СКВ). Каким образом турбохолодильник преобразует энергию набегающего потока горячего воздуха от двигателей в холодный воздух для салона?

8. Регулирование давления (СРД). Что произойдет с избыточным давлением в гермокабине, если один из двух выпускных клапанов заклинит в закрытом положении при нормальной работе автоматики?

9. Противообледенительная система (ПОС). Сравните воздушно-тепловую и электротепловую противообледенительные системы по эффективности использования энергии самолета и зонам их применения.

10. Кислородное оборудование. В чем принципиальное различие между кислородными масками непрерывного потока (для пассажиров) и системами подачи под давлением (Pressure Demand) для экипажа высотных самолетов?

11. Электроснабжение. Что такое привод постоянных оборотов (CSD/IDG) генератора переменного тока и почему он необходим для питания бортовой сети 115В/400Гц старых типов ВС?

12. Светотехническое оборудование. Какие огни воздушного судна являются обязательными к включению в темное время суток согласно ФАП при рулении на предварительный старт?

13. Метеонавигационный радиолокатор (МРЛ). Объясните разницу между режимами отображения «WX» (интенсивность осадков) и «TURB» (обнаружение турбулентности). Почему зоны турбулентности могут отображаться красным цветом при отсутствии сильного дождя?

14. Инерциальные навигационные системы (IRS/SINS). Почему процедура начальной выставки (Alignment) ИНС невозможна во время буксировки или руления самолета?

15. Высотное оборудование. Дайте определение понятию «аэродинамический потолок» самолета. Как работа системы регулирования давления влияет на максимальную высоту полета при разгерметизации?

16. Бортовые самописцы. Какой параметр является основным критерием оценки ударопрочности («черного ящика») согласно стандарту TSO-C124b: перегрузка (GGG), длительность воздействия или температура горения?

17. Цифровые шины данных. В чем преимущество цифровой шины ARINC 629 или AFDX перед традиционной радиальной схемой подключения оборудования отдельными проводами?

18. Связное оборудование (VHF/HF). В каких случаях экипаж обязан использовать диапазон коротких волн (HF) вместо ультракоротких (VHF) и каковы особенности распространения сигнала HF?

19. Система предупреждения столкновений (TCAS). На основе каких данных TCAS выдает команду вертикального маневра (RA — Resolution Advisory) пилоту, и почему она имеет приоритет над командами диспетчера УВД?

20. Общие вопросы эксплуатации. Что означает аббревиатура MEL (Minimum Equipment List)? Можно ли выполнять коммерческий рейс при неисправном датчике температуры груза, если данный дефект внесен в MEL категории «С»?

Раздел 6. Оценочные средства промежуточной аттестации (с ключами)

1. Закрытого типа с одним верным вариантом ответа

Прочитайте текст и выберите один правильный ответ. Какое рабочее тело используется в большинстве гидравлических систем современных российских самолетов (например, Ту-204, Ил-96)? а) Минеральное масло МК-8; б) Синтетическая жидкость на основе эфиров фосфорной кислоты (Skydrol); в) Гидравлическая жидкость АМГ-10; г) Водогликолевая смесь. **Правильный ответ: в)**

Прочитайте текст и выберите один правильный выход. Какой компонент системы кондиционирования воздуха отвечает за резкое охлаждение горячего сжатого воздуха от двигателей путем его расширения? а) Теплообменник предварительного охлаждения (Pre-cooler); б) Турбохолодильная установка (ТХУ); в) Влагоотделитель; г) Смесительная камера. **Правильный ответ: б)**

Прочитайте текст и выберите один правильный ответ. Что произойдет с избыточным давлением в гермокабине, если автоматика СРД откажет при наборе высоты, а выпускные клапаны останутся в последнем рабочем положении? а) Давление продолжит расти пропорционально высоте полета до срабатывания механических предохранителей; б) Давление мгновенно сравняется с забортным; в) Давление останется неизменным на уровне аэродрома вылета; г) Произойдет мгновенная разгерметизация из-за разрушения шпангоутов. **Правильный ответ: а)**

Прочитайте текст и выберите один правильный ответ. Для чего предназначена система наддува топливных баков нейтральным газом (OGGS/IGGS)? а) Для повышения текучести топлива на больших высотах; б) Для предотвращения образования взрывоопасной смеси паров топлива с кислородом; в) Для измерения точной массы оставшегося топлива; г) Для охлаждения насосов подкачки. **Правильный ответ: б)**

Прочитайте текст и выберите один правильный ответ. Какой тип датчика является основным для определения угловой скорости вращения колеса в антиюзовой системе (ABS)? а)

Тензодатчик усилия на стойке; б) Индукционный датчик или датчик Холла; в) Термопара нагрева тормозного диска; г) Потенциометр положения педали тормоза. **Правильный ответ: б)**

2. Закрытого типа с двумя верными вариантами ответа

Прочитайте текст и выберите два правильных ответа. Какие функции выполняет привод постоянных оборотов (IDG — Integrated Drive Generator) генератора переменного тока? а) Преобразование нестабильной частоты вращения ротора двигателя в стабильные 400 Гц; б) Понижение напряжения со стандартного бортового до 5В для авионики; в) Генерация переменного тока постоянной частоты независимо от режима работы двигателя; г) Аккумулирование энергии при резких скачках нагрузки. **Правильный ответ: а), в)**

Прочитайте текст и выберите два правильных ответа. Какие элементы входят в состав автономной системы пожаротушения грузового отсека транспортного самолета? а) Датчики дыма оптического или ионизационного типа; б) Форсунки распыления огнегасящего состава; в) Система реверсивной тяги двигателей; г) Регулятор давления кислорода экипажа. **Правильный ответ: а), б)**

3. На установление последовательности

Укажите правильную последовательность процесса автоматического выравнивания бесплатформенной инерциальной навигационной системы (БИНС/IRS) на земле:

1. Определение азимута (курса) по изменению проекции вектора угловой скорости Земли;
2. Подача питания и запуск самодиагностики лазерных гироскопов;
3. Определение угла наклона (крена и тангажа) относительно локальной вертикали;
4. Переход в режим NAV (Navigation) готовность к полету. **Правильный ответ: 2-3-1-4**

Укажите правильную последовательность действий автоматической антиюзовой системы при обнаружении блокировки колеса:

1. Открытие клапана сброса давления жидкости в гидросистеме тормоза;
2. Сигнал от датчика о нулевой угловой скорости при движении самолета вперед;
3. Повторное повышение давления после восстановления вращения;
4. Затормаживание колеса до полной остановки юзом. **Правильный ответ: 2-1-3-** (возврат к торможению) (Примечание: цикл повторяется несколько раз в секунду). **Базовая цепочка: 2-1-3**

4. На установление соответствия

Установите соответствие между системой ВС и её основной рабочей жидкостью/средой:

Система	Рабочее тело
А) Противообледенительная система крыла (тепловая)	1) Огнегасящий состав (Галон / Novec)
Б) Система пожаротушения ВСУ	2) Горячий воздух от компрессора двигателя
В) Система кондиционирования воздуха	3) Хладагент (фреон/R134a) в цикле с испарителем
Г) Система охлаждения радиоэлектронного оборудования	4) Отбираемый воздух (Bleed air)

Правильный ответ: А – 2, Б – 1, В – 4, Г – 3

Установите соответствие между типом светосигнального прибора и его назначением согласно ФАП:

Прибор	Назначение
А) Проблесковый маяк (Beacon)	1) Осмотр полосы перед касанием (Retractable Landing Light)
Б) Навигационные огни (Position Lights)	2) Предупреждение персонала о работающих двигателях на стоянке

В) Посадочная фара	3) Обозначение габаритов ВС (левый красный, правый зеленый, хвостовой белый)
Г) Строб-фары (Strobes)	4) Повышение видимости ВС в воздухе для предотвращения столкновений

Правильный ответ: А – 2, Б – 3, В – 1, Г – 4

5. Открытого типа с одним-двумя словами

Прочитайте текст и запишите правильный ответ. Ответ следует записать с маленькой буквы. Устройство, преобразующее постоянный ток аккумуляторов в переменный ток 115В/400Гц для аварийного питания критической авионики, называется ____ . **Правильного ответа: инвертор**

Прочитайте текст и запишите правильный ответ. Ответ следует записать с маленькой буквы. Минимальный остаток топлива, при котором включается желтая лампа предупреждения и запрещается взлет, называется ____ топливо. **Правильного ответа: невырабатываемое (или неснижаемый)**

6. Открытого типа с определением понятия (расширенный ответ)

Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ. Ответ следует записать с маленькой буквы: дайте определение понятию **законы управления (control laws)** в электродистанционной системе управления самолетом — это ... **Правильный ответ:** математические алгоритмы, заложенные в вычислители Fly-by-Wire, которые определяют зависимость отклонения рулевых поверхностей от перемещения органов управления пилота, учитывая текущие параметры полета (скорость, высота, перегрузка) для обеспечения безопасности и комфорта (*ответ студента может быть представлен в интерпретации, эквивалентной приведенному правильному ответу*)

Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ. Ответ следует записать с маленькой буквы: дайте определение понятию **MEL (minimum equipment list)** — это ... **Правильный ответ:** перечень оборудования, отказ которого не препятствует выполнению безопасного полета в течение определенного времени, разрешая эксплуатацию воздушного судна с задержкой ремонта согласно утвержденным правилам авиационных властей (*ответ студента может быть представлен в интерпретации, эквивалентной приведенному правильному ответу*)

Раздел 7. Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

7.1. Основная литература

1. Рипинский, А. И. Конструкция и прочность воздушных судов. Система регулирования давления в гермокабине : учебно-методическое пособие / А. И. Рипинский. — Минск : БГАА, 2022. — 52 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/305549>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Попов, В. М. Авиационные приборы : учебное пособие / В. М. Попов. — Иркутск : ИФ МГТУ ГА, 2020 — Часть 2 : Приборное оборудование аналоговых и цифровых комплексов пилотажнонавигационного оборудования — 2020. — 182 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/325766>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

7.2. Дополнительная литература

3. Ходацкий, С. А. Конструкция и прочность двигателей воздушного судна : учебное пособие / С. А. Ходацкий. — Иркутск : ИФ МГТУ ГА, 2022 — Часть 1 : Конструкция основных узлов двигателя — 2022. — 119 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/325763> — Режим доступа: для авториз. пользователей.

7.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. Электронно-библиотечная система -Цифровой образовательный ресурс IPR SMART – электронная библиотека по всем отраслям знаний [Электронный ресурс]. – URL:
2. <http://www.iprbookshop.ru>
3. Справочник математических формул <http://www.pm298.ru/>
4. Каталог ГОСТов - <https://snip.ruscable.ru/>
5. <http://www.consultant.ru/>— Консультант Плюс
6. <http://www.garant.ru/>— Гарант
7. Программное обеспечение для организации конференции.

Раздел 8. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

8.1. Учебные аудитории для проведения лекционных и практических занятий (для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся всех направлений подготовки).

Учебная аудитория оборудована:

- Стол для преподавателя
- Стул для преподавателя
- Столы для обучающихся
- Стулья для обучающихся
- Компьютер для преподавателя с выходом в интернет
- ЖК панель
- Компьютеры для обучающихся
- Симулятор БПЛА «AgroTechSim»
на 10 рабочих мест
- Симулятор БПЛА «DJI Simulator» на 20 рабочих мест
- Симулятор «FlightGear»
на 20 рабочих мест
- Симулятор «AirSim» на 20 рабочих мест
- Пульт дистанционного управления «RadioMaster TX12 MK2 ELRS» – 10 шт.
- Пульт дистанционного управления «DJI MR1SD25» – 10 шт.
- Пульт дистанционного управления «FLYSKY SM001» - 2 шт.
- Пульт дистанционного управления «BETA FPV» - 13 шт.
- Пульт дистанционного управления «DJI RC-N1 от DJI MAVIC MINI 2» - 1 шт.
- Пульт дистанционного управления «DJI FPV RC 2 от DJI AVATA» - 1 шт.
- Пульт дистанционного управления «DJI FPV RC 3 от DJI NEO» - 1 шт.
- Пульт дистанционного управления «DJI RC1B от DJI MAVIC 2 PRO» - 1 шт.
- Пульт дистанционного управления «DJI GL300L от DJI PHANTOM 4 MULTISPECTRAL» - 1 шт.
- VR FPV шлем «LS008D 5,8G» – 5 шт.
- VR FPV шлем «DMKR 008D PRO 5,8G» – 5 шт.
- Очки VR FPV DJI Googles N3 - 1 шт.
- Очки VR FPV DJI Googles 2 - 1 шт.
- Шлем VR BETA FPV - 10 шт.
- Видеоадаптер HDMI to AV, HDMI кабель (для подключения очков к симулятору) – 10 шт.
- Квадрокоптер DJI PHANTOM 4 MULTISPECTRAL (БВС вертолетного типа) – 1 шт
- Квадрокоптер DJI AVATA (БВС вертолетного типа) – 1 шт.
- Квадрокоптер DJI NEO MOTION (БВС вертолетного типа) – 1 шт.
- Квадрокоптер DJI MAVIC 2 MINI (БВС вертолетного типа) – 1 шт.
- Квадрокоптер DJI MAVIC 2 PRO (БВС вертолетного типа) – 1 шт.
- БПЛА смешанного типа «Titan Dynamics Cobra VTOL» (БВС смешанного типа) – 1 шт.
- БПЛА смешанного типа «Flightory SuperStingRay VTOL» (БВС смешанного типа) – 1 шт.
- БПЛА самолетного типа «Titan Dynamics Crane» (БВС самолетного типа) – 1 шт.
- БПЛА самолетного типа «SonicModel ArWingPro» (БВС самолетного типа) – 1 шт.
- Учебный Квадрокоптер ручного управления HappyModel Mobula 6 (БВС вертолетного типа) – 11 шт.
- Учебный Квадрокоптер ручного управления HappyModel Mobula 7 (БВС вертолетного типа) – 8 шт.
- Учебный Квадрокоптер ручного управления Happy Model Mobula 8 (БВС вертолетного типа) – 3 шт.
- Учебный Квадрокоптер BETA FPV CETUS LITE FPV KIT (БВС вертолетного типа) – 10 шт.
- Учебный Квадрокоптер BETA FPV CETUS LITE (WITHOUT FPV) KIT (БВС вертолетного типа) – 3 шт.

- Комплект для самостоятельной сборки FPV 7-дюймового квадрокоптера (БВС вертолетного типа) – 3 шт.:

1. Корпус (рама) из углеродного волокна (карбон) 7 дюймов «Mark4 7inch»
2. Видео-передатчик «VTX TS582000 5.8ГГц 2Вт»
3. Полетный контроллер «SpeedyBee F405V3 50A»
4. FPV камера «Caddx Ratel 2»
5. Радиоприемник «Bauck ELRS 2.4»
6. Складной пропеллер «DALPROP 7inch»

7. Комплект электромоторов (4шт.) «iFlight XING 2806.5 1800KV»

- Комплект для самостоятельной сборки FPV 7-дюймового квадрокоптера (БВС вертолетного типа) – 2 шт.:

1. Корпус (рама) из углеродного волокна (карбон) 7 дюймов «Mark4 7inch»;
2. Видео-передатчик «VTX TS582000 5.8ГГц 2Вт»;
3. Полетный контроллер «SpeedyBee F405V3 50A»;
4. FPV камера «Caddx Ratel 2»;
5. Радиоприемник «Bauck ELRS 2.4»;
6. Комплект Складных пропеллеров (4шт.) «DALPROP 7inch»;
7. Комплект электромоторов (4шт.) «Brotherhobby 2806.5 1920KV»

- Комплект средств и инструментов для технического обслуживания БАС - (10 шт.):

1. Термостойкий коврик для пайки и ремонта электроники
2. Паяльный набор инструментов (паяльник, набор наконечников, губка для чистки жала, проволока для пайки, пинцет, нож для снятия изоляции, припой, экстрактор припоя, подставка под паяльник, гель флюс, мультиметр, средство сухой очистки жала, средство влажной очистки жала, кусачки)
3. Набор инструментов для ремонта электроники (набор лопаток 8 шт., нож, набор магнитных отверток 8 шт., пинцет, присоска, медиатор 5 шт.)
4. Лампа настольная
5. Вентилятор настольный
6. Очки защитные

-Комплект запасных частей для - DJI PHANTOM

4 MULTISPECTRAL (БВС вертолетного типа) – 1 шт

-Комплект запасных частей для DJI AVATA (БВС вертолетного типа) – 1 шт.

-Комплект запасных частей для DJI NEO MOTION (БВС вертолетного типа) – 1 шт.

-Комплект запасных частей для DJI MAVIC 2 MINI (БВС вертолетного типа) – 1 шт.

-Комплект запасных частей для DJI MAVIC 2 PRO (БВС вертолетного типа) – 1 шт.

-Комплект запасных частей для HappyModel Mobula 6 (БВС вертолетного типа) – 11 шт.

-Комплект запасных частей для управления HappyModel Mobula 7 (БВС вертолетного типа) – 8 шт.

-Комплект запасных частей для HappyModel Mobula 8 (БВС вертолетного типа) – 3 шт.

-Комплект запасных частей для BETA FPV CETUS LITE FPV KIT (БВС вертолетного типа) – 10 шт.

-Комплект запасных частей для BETA FPV CETUS LITE (WITHOUT FPV) KIT (БВС вертолетного типа) – 3 шт.

- Комплект запасных частей для самосборного FPV 7-дюймового квадрокоптера – 5 шт.

- Комплект запасных частей для «Titan Dynamics Cobra VTOL» (БВС смешанного типа) – 1 шт.

- Комплект запасных частей для «Flightory SuperStingRay VTOL» (БВС смешанного типа) – 1 шт.

- Комплект запасных частей для «Titan Dynamics Crane» (БВС самолетного типа) – 1 шт.

- Комплект запасных частей для «SonicModel ArWingPro» (БВС самолетного типа) – 1 шт.

- Программное обеспечение для обработки полётной информации):

1. DJI FLY на 20 рабочих мест
2. DJI GO4 на 20 рабочих мест
3. DJI PILOT на 20 рабочих мест
4. DJI GS PRO на 20 рабочих мест
5. DJI TERRA на 20 рабочих мест
6. DJI LIGHTCUT

на 20 рабочих мест

- IMAGE COMPOSITE EDITOR на 20 рабочих мест
- WEB OPEN DRONE MAP на 20 рабочих мест
- ARDUPILOT MISSION PLANNER на 20 рабочих мест
- PIX4D CAPTURE на 20 рабочих мест
- PIX4DMATIC на 20 рабочих мест
- INAV на 20 рабочих мест
- BETAFLIGHT на 20 рабочих мест
- АВИАТОР+ на 20 рабочих мест
- СППИ на 20 рабочих мест
- НЕБОСВОД на 20 рабочих мест
- Набор круглых подвесных колец (ворот) (50см) «LDARC» для тренировок и соревнований на FPV квадрокоптерах - 10 шт.
- Аккумулятор GNB 1S LiPo 380 Mah - 30 шт.
- Аккумулятор GNB 2S LiPo 850 Mah - 5 шт.
- Аккумулятор GNB 2S LiPo 650 Mah - 2 шт.
- Аккумулятор Lipo 6S 6500Mah 60C XT60 «Youme» - 5 шт.
- Аккумулятор BETA FPV 1S LiPo 450 Mah - 12 шт.
- Аккумулятор GNB 1S LiHv 660 Mah - 10 шт.
- Зарядное устройство (67W, Type C - 2 выхода, USB-A- 2 выхода) - 10 шт.
- Зарядное устройство для 1S LiPo «ViFLY WHOOPSTAR v3» - 5 шт.
- Зарядное устройство для 2S-6S литиевых аккумуляторов «HTRC C240» - 1 шт.
- Полезная нагрузка (система сброса) для DJI MAVIC 2 PRO -1 шт.
- Смартфон SAMSUNG GALAXY A7 - 1 шт.
- Планшет IPAD MINI 7 - 1 шт.
- Монитор FPV MONITOR 5.8G - 1 шт.
- Взлётно-посадочная площадка – 2шт.

8.2. Помещение для самостоятельной работы обучающихся (помещение общего пользования с подключением к системам телекоммуникации и с обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду (доступ в сеть Интернет, Wi-Fi, глобальные поисковые системы, электронная почта и т.д.)

Специализированная мебель и технические средства обучения:

- Стол для преподавателя
- Стул для преподавателя
- Столы для обучающихся
- Стулья для обучающихся
- Компьютеры для преподавателя с выходом в интернет
- Компьютеры для обучающихся выходом в интернет
- ПО: MS Office, Яндекс браузер
- Цифровой образовательный ресурс IPR SMART
- доступ в ЭИОС.

Раздел 9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Освоение дисциплины «**Системы и оборудование воздушных судов**» можно построить в соответствии со списком вопросов для подготовки к экзамену. Для эффективного изучения курса Безопасности жизнедеятельности рекомендуется следующий порядок:

Сначала изучаются теоретические вопросы по соответствующей теме с проработкой как конспектов лекций, так и учебников. *Лекции* дают систематизированные основы научных знаний по соответствующей теме, концентрируют внимание на наиболее сложных узловых вопросах. Особое внимание следует обратить на *понимание смысла* основных понятий, определений. Затем

нужно самостоятельно **подробно разобрать типовые примеры**, выясняя в деталях **практическое значение выученного теоретического материала**.

Добросовестное изучение всего материала, заключённого в лекциях, практических занятиях и домашних заданиях, гарантирует каждому обучающемуся успешные результаты на экзаменах. Для подготовки к экзамену необходимо, прежде всего, по лекциям и учебникам повторить и систематизировать весь теоретический материал, изученный в семестре.

При ответе на теоретические вопросы на экзамене следует привести необходимые определения, формулировку и примеры. Решение задач (если они есть в билете) следует излагать подробно и аккуратно, объясняя и мотивируя все действия по ходу решения.

Во время экзамена требуется иметь калькулятор для выполнения расчетных заданий.

Не забудьте обратить внимание на применение рассматриваемых вопросов и задач в будущей профессиональной деятельности. Понимание необходимости и возможности такого применения оценивается на экзамене очень высоко.

Учебно-методическое издание

Рабочая программа учебной дисциплины

Системы и оборудование воздушных судов

*(Наименование дисциплины в соответствии с учебным
планом)*

Беликова Екатерина Владимировна

(Фамилия, Имя, Отчество составителя)