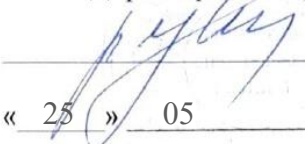


МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г.ШУХОВА»**
(БГТУ им. В.Г. Шухова)

УТВЕРЖДАЮ
Директор института


В.А. Уваров
« 25 » 05 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
Дисциплины

Применение и обслуживание БПЛА в отрасли

направление подготовки (специальность):

08.03.01 - Строительство

Направленность программы (профиль, специализация):

Производство строительных материалов, изделий и конструкций

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

Очная

Институт Инженерно-строительный институт

Кафедра Строительного материаловедения, изделий и конструкций

Белгород 2023

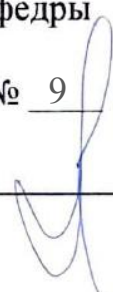
Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 08.03.01 Строительство (уровень бакалавриата), утвержденного приказом Министерством образования и науки Российской Федерации от 31 мая 2017 года № 481;
- учебного плана, утвержденного ученым советом БГТУ им. В.Г. Шухова в 2023 году.

Составитель: канд. техн. наук, доцент.  М.Ю. Елистраткин

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

« 23 » мая 2023 г., протокол № 9

Заведующий кафедрой: д-р техн. наук, проф.  В.С. Лесовик

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

« 25 » мая 2023 г., протокол № 10

Председатель канд. техн. наук, доцент  А.Ю. Феоктистов

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Категория (группа) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине
Профессиональные	ПК-4. Способен планировать и организовывать работу производственного подразделения предприятия по производству строительных материалов, изделий и конструкций	ПК-4.4. Использует беспилотные авиационные системы в профессиональной деятельности	<p>Знать: возможности применения БАС в профессиональной деятельности; основные нормативные правовые акты, регламентирующие организацию и выполнение полетов; основные летно-технические характеристики БАС и влияние на них эксплуатационных факторов; порядок планирования полета беспилотного воздушного судна и построения маршрута полета.</p> <p>Уметь: использовать программное обеспечение для составления программы полета и ввода ее в бортовой навигационный комплекс беспилотного воздушного судна; осуществлять запуск и дистанционное пилотирование и (или) контроль параметров полета беспилотного воздушного судна.</p> <p>Владеть: навыками распознавания и контроля факторов угроз и ошибок при выполнении полетов, обеспечения безопасного выполнения полета беспилотным воздушным судном</p>

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1. Компетенция ПК-4. Способен планировать и организовывать работу производственного подразделения предприятия по производству строительных материалов, изделий и конструкций.

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
6	Производственная исполнительская практика
8	Организация и управление технологическими процессами
8	Основы предпринимательской деятельности
8	Производственная преддипломная практика
8	Эксплуатация и пилотирование беспилотных авиационных систем
8	ГИА
	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зач. единиц, 108 часов.

Форма промежуточной аттестации зачёт

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 8
Общая трудоемкость дисциплины, час	108	108
Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:	34	34
лекции	16	16
лабораторные	-	-
практические	16	16
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации	2	2
Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:	72	72
Курсовой проект	-	-
Курсовая работа	-	-
Расчетно-графическое задание	-	-
Индивидуальное домашнее задание	9	9
Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	63	63
Экзамен	-	-

Дисциплина реализуется в рамках практической подготовки: 1 з.е.

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Наименование тем, их содержание и объем

Курс 4 Семестр 8

№ раздела	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа
семестр №8					
1	Принципы полета современных БАС, системы координат, органы управления БАС	3	-	-	8
2	Основы устройства современных БЛА. Узлы и агрегаты БЛА	3	4	-	10
3	Нормативные акты, регулирующие использование БАС в воздушном пространстве	3	-	-	10
4	Системы планирования полетного задания. Алгоритм формирования полетного задания	2	7	-	15
5	Поведение при нештатной ситуации в процессе управления БЛА	2	2	-	10

6	Применение БАС в сфере производства и применения строительных материалов, изделий и конструкций	3	3	-	10
ИТОГО:		16	16	-	63

4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического (семинарского) занятия	К-во часов	К-во часов СРС
Семестр №8				
1	Основы устройства современных БЛА. Узлы и агрегаты БЛА	Предполётная подготовка БПЛА	2	4
2		Послеполётное обслуживание БПЛА	2	4
3	Системы планирования полетного задания.	Системы планирования полетного задания. Алгоритм формирования полетного задания	2	4
4	Алгоритм формирования полетного задания	Приобретение навыков управления БПЛА в автоматическом, полуавтоматическом и ручном режимах	5	8
5	Поведение при нештатной ситуации в процессе управления БЛА	Поведение при нештатной ситуации при управлении БПЛА	2	4
6	Применение БАС в сфере производства и применения строительных материалов, изделий и конструкций	Обработка информации полученной в ходе полёта	3	8
ВСЕГО:			16	32

4.3. Содержание лабораторных занятий

В соответствии с учебным планом лабораторных занятий не предусмотрено.

4.4. Содержание курсового проекта/работы

Не предусмотрено учебным планом.

4.5. Содержание индивидуальных домашних заданий

В рамках выполнения РГЗ требуется подготовить обзорную лекцию по одной из тем:

1. Принципы полета современных БЛА.
2. Основные степени свободы, системы координат и органы управления БЛА.
3. Управляющие силы и моменты в процессе полёта БЛА.
4. Узлы и агрегаты, составные части БЛА.

5. Конструкция БЛА, виды винтомоторных групп.
6. Источники питания, элементы и схемы питания БЛА.
7. Основные методы планирования полетного задания.
8. Программно-аппаратные комплексы планирования полетного задания малых БЛА.
9. Свободная (за исключением выше перечисленных).

Продолжительность лекции до 30 мин., что соответствует 2...3 страницам текста.

Лекцию необходимо строить по следующему плану:

1. Дать определение и точную краткую характеристику *предмета лекции*.
2. Привести краткие исторические сведения о возникновении и развитии *предмета лекции*.
3. Обозначить основные возможности и области применения *предмета лекции*, акцентировать внимание на возможности и особенностях применения *предмета лекции* инженеров в области строительства.
4. * Раскрыть основные принципы функционирования *предмета лекции*. При этом не следует углубляться в технические подробности, требующие для их понимания специальных знаний. Можно рассказать о форматах хранения информации (файлов), структуре данных и т.п., если это имеет значение для правильного восприятия *предмета лекции*.
5. * Осуществить краткий обзор рынка продуктов связанных с *предметом лекции*, выделяя лидеров и (или) группируя продукты по характерным признакам. Указать примерную стоимость продуктов.
6. Привести примеры удачных внедрений или возможных выгод применения *предмета лекции* для инженера строителя-технолога и производства.
7. Дать прогноз на ближайшее будущее (2..3 года) о перспективах *предмета лекции*, направлении его развития.
8. Посоветовать 3...5 источников для получения более подробной информации по предмету лекции (книги, вэб ресурсы).

* n-ты 4 и 5 можно менять местами

Обязательные требования по оформлению лекции:

1. Объем не более 4...5 страниц при стандартном оформлении (*шрифт Times New Roman, 14 пт, междустрочный интервал – полуторный, поля страницы А4 сверху и снизу 1,5 см, слева – 2,5 см, справа – 1 см*).
+ Титульный лист в произвольной форме.
2. Отсутствие лишней информации, не относящейся к *предмету лекции* или не требующейся для его правильного восприятия.
3. Иллюстрации и другой графический материал представить в виде презентации. В текст лекции их не включать.

Пожелания по разрабатываемой лекции:

- Кратко, но всесторонне рассмотреть *предмет лекции*, для формирования у слушателя чёткого общего представления о нём.

- Сделать лекцию интересной.

Пожелания по разрабатываемой презентации:

- Количество слайдов – любое.
- По возможности сделать слайды информативными, как минимум – снабдить подписями.
- Желательно что бы слайд сразу отображался полностью, т.е. не использовать выплывающие надписи, картинки и т.п.
- Порядок слайдов должен соответствовать ходу повествования и иллюстрировать его. По тексту лекции желательно сделать пометки о номерах соответствующих слайдов.

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5.1. Реализация компетенций

1. Компетенция ПК-4. Способен планировать и организовывать работу производственного подразделения предприятия по производству строительных материалов, изделий и конструкций

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК-4.4. Использует беспилотные авиационные системы в профессиональной деятельности	Устный опрос, ИДЗ, зачёт

5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

5.2.1. Перечень контрольных вопросов для зачёта

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Принципы полета современных БАС, системы координат, органы управления БАС	1. Что такое БЛА? 2. Какие виды БЛА бывают? 3. Какие способы создания подъемной силы используют БЛА? 4. Напишите основные сферы применения БЛА и способы их использования. 5. Объясните принцип работы трикоптера. 6. Укажите правильное направление вращения моторов.
2	Основы устройства современных БЛА. Узлы и агрегаты БЛА	1. Какие материалы и крепеж используются при производстве БЛА? 2. Какие виды электромоторов применяют в беспилотной авиационной технике? 3. Какие частоты используются в БЛА для связи. 4. Опишите основное устройство и принцип работы автопилота.

		<p>5. Какие виды АКБ используют в БЛА?</p> <p>6. Почему LiPo самый распространенный вид АКБ в БЛА?</p> <p>7. Опишите питание компонентов БЛА (импульсный и линейный стабилизаторы).</p> <p>8. Одноплатные компьютеры, где применяются и как их использовать?</p>
3	Нормативные акты, регулирующие использование БАС в воздушном пространстве	<p>1. Какие нормативные акты регламентируют владение и использование БЛА в производственной и технической деятельности?</p> <p>2. Чем определяется уровень образования и допуска к полётам оператора БЛА?</p> <p>3. Какие законы определяют ответственность лиц, должностных и юридических лиц за неправомерное применение БЛА?</p> <p>4. Виды воздушных инцидентов с участием БЛА и ответственность лиц, должностных и юридических лиц.</p>
4	Системы планирования полетного задания. Алгоритм формирования полетного задания	<p>1. Каким образом работает воздушный винт (шаг, размер, угол атаки) на что влияет и в чем измеряется?</p> <p>2. Какие виды пропеллеров используются и почему? (в чем разница при различном количестве лопастей и шаге)</p> <p>3. Какие регуляторы оборотов используются и как их подбирать?</p> <p>4. Системы оснащения БЛА или полезная нагрузка и ее виды.</p> <p>5. Зачем применяются конфигураторы?</p> <p>6. Механика движения БЛА (как ведет себя силовая установка для выполнения различных эволюций в пространстве) на примере квадрокоптера.</p> <p>7. Системы frv приема - передачи (как работают и как используются).</p> <p>8. Принципы автоматического полета и работа системы навигации (опишите кратко).</p>
5	Поведение при нештатной ситуации в процессе управления БЛА	<p>1. Опишите основные тезисы по технике безопасности при работе с БЛА.</p> <p>2. Какие факторы влияют на полет БЛА, каких мест, событий и ситуаций стоит чаще избегать и почему?</p> <p>3. Принципы управления БЛА (углы крена тангажа и рысканья).</p>
6	Применение БАС в сфере производства и применения строительных материалов, изделий и конструкций	<p>1. Как использовать различные робототехнические системы в БЛА?</p> <p>2. Опишите основные режимы полета.</p> <p>3. Как найти информацию о БЛА в интернете?</p> <p>4. Какие языки программирования являются наиболее используемые в БЛА и почему?</p> <p>5. Как использовать OSD?</p>

5.2.2. Перечень контрольных материалов для защиты курсового проекта/ курсовой работы

Не предусмотрено учебным планом.

5.3. Типовые контрольные задания (материалы) для текущего контроля в семестре

5.3.1. Перечень контрольных вопросов для собеседования

Текущий контроль осуществляется в течение семестра при проведении практических занятий.

Практические занятия. Контроль проводится в форме собеседования (устного опроса) преподавателя со студентом по теме практического занятия. Примерный перечень контрольных вопросов представлен в таблице.

Примерный перечень контрольных вопросов для собеседования

№ п/п	Тема практического занятия	Примерные контрольные вопросы
1	Предполётная подготовка БПЛА	<ol style="list-style-type: none">1. Назначение и общая характеристика предполётного обслуживания.2. Периодичность предполётного обслуживания.3. Перечень и объём операций по осуществлению предполётного обслуживания.4. Требования к квалификации лиц осуществляющих предполётное обслуживание.5. Порядок ведения учёта выполнения предполётного обслуживания.
2	Послеполётное обслуживание БПЛА	<ol style="list-style-type: none">1. Назначение и общая характеристика послеполётного обслуживания.2. Периодичность послеполётного обслуживания.3. Перечень и объём операций по осуществлению предполётного обслуживания.4. Требования к квалификации лиц осуществляющих послеполётное обслуживание.5. Порядок ведения учёта выполнения послеполётного обслуживания.
3	Системы планирования полётного задания. Алгоритм формирования полётного задания	<ol style="list-style-type: none">1. Что включает в себя полётное задание.2. Основные этапы планирования полётного задания.3. Какие алгоритмы применяются для формирования полётного задания для аппаратов разных типов.4. Какие внешние факторы должны быть учтены при составлении полётного задания.5. Компьютерные программы для формирования полётного задания.6. Порядок утверждения полётного задания.
4	Приобретение навыков управления БПЛА в автоматическом, полуавтоматическом и ручном режимах	<ol style="list-style-type: none">1. Порядок выполнения учебных полётов на тренажёре.2. Порядок выполнения учебных полётов в закрытом помещении.3. Особенности выполнения учебных полётов в различных реальных локациях.4. Доступные оператору средства управления в автоматическом режиме.5. Доступные оператору средства управления в полуавтоматическом режиме.6. Технические средства оснащения оператора для осуществления полётов в ручном режиме.

5	Поведение при нештатной ситуации при управлении БПЛА	<ol style="list-style-type: none"> 1. Действия оператора при нарушении канала визуального контроля полёта. 2. Действия оператора при нарушениях в канале связи и управления БЛА. 3. Действия оператора по предотвращению столкновения с неподвижными препятствиями и преградами. 4. Действия оператора по предотвращению столкновения с движущимися воздушными и наземными аппаратами. 5. Действия оператора при возникновении погодной и орнитологической опасности. 6. Особенности осуществления полётов в районе высоковольтных ЛЭП, аэропортов и других объектов повышенной опасности.
6.	Обработка информации полученной в ходе полёта	<ol style="list-style-type: none"> 1. Выгрузка и протоколирование материалов фото-, видеосъёмки и инструментального сканирования местности и объектов. 2. Общий порядок обработки собранных массивов данных, генерация 3D моделей объектов и местности. 3. Инструменты для дистанционного аэромониторинга различных видов полезных ископаемых и загрязняющих минеральных агентов при производстве строительных материалов.

5.3.3 Фонд оценочных средств для контроля сформированности компетенций

Перечень оценочных материалов (закрытого типа)

Номер задания	Содержание вопроса/задания	Эталон ответа
Эксплуатация и пилотирование беспилотных авиационных систем		
1	<p>Что такое акселерометр? <i>(выберите один вариант ответа)</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Устройство анализирующее ускорение летательного аппарата в трёх плоскостях (x, y, z). 2. Устройство анализирующее скорость летательного аппарата в трёх плоскостях (x, y, z). 3. Устройство для стабилизации летательного аппарата в трёх плоскостях (x, y, z). 4. Устройство определяющее координаты летательного аппарата в трёх плоскостях (x, y, z). 5. Устройство определяющее относительную высоту летательного аппарата в данный момент времени. 	1
2	<p>Что понимают под аббревиатурой FPV, применительно к различным видам БЛА? <i>(выберите несколько вариантов ответа)</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Способ взаимодействия оператора с летательным аппаратом. 2. Режим ручного управления БЛА. 3. Оператор управляющий БЛА. 4. Трансляцию видеоизображения с курсовой камеры по отдельному видео каналу. 5. БЛА с полной массой до 30 кг, способные нести различные предметы на внешней подвеске. 	1, 4
3	<p>Почему схема БЛА с четырьмя несущими винтами получила широкое распространение? <i>(выберите несколько вариантов ответа)</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Автоматическая компенсация закручивающего момента при противоположном направлении вращения диагонально расположенных 	1, 3, 4

	<p>винтов.</p> <p>2. Экономия количества используемых электродвигателей.</p> <p>3. Высокая нагрузочная способность при относительной простоте конструкции и пилотирования.</p> <p>4. Возможность висения и движения в произвольном направлении без разворота аппарата.</p> <p>5. Высокая скорость, низкое аэродинамическое сопротивление.</p> <p>6. Это минимальное количество несущих винтов, при которых возможно управление аппаратом без профессиональной лётной подготовки.</p>	
4	<p>Что такое конвертоплан? <i>(выберите один вариант ответа)</i></p> <p>1. Грузовой БЛА.</p> <p>2. Беспилотный или пилотируемый летающий автомобиль.</p> <p>3. БЛА самолётного типа, способный садиться по вертолётному, за счёт поворота двигателей или несущих винтов.</p> <p>4. Мультикоптер (аппарат имеющий более 4 винтов) способный задействовать нужное количество несущих винтов в зависимости от нагрузки и параметров режима полёта.</p>	3
5	<p>Что является основной задачей аэродинамики? <i>(выберите один вариант ответа)</i></p> <p>1. Выбор рациональной внешней формы .</p> <p>2. Пропаривание в малонапорных пропарочных камерах.</p> <p>3. Естественное твердение в воздушно-сухих условиях.</p> <p>4. Естественное твердение в воздушно-влажных условиях.</p> <p>5. Электротермообработка.</p> <p>6. СВЧ или гелиообработка.</p>	1
6	<p>Основная задача комплекса управления БЛА <i>(выберите несколько вариантов ответа)</i></p> <p>1. Обеспечение связи с другими БЛА и оператором.</p> <p>2. Обеспечить ручное управление БЛА.</p> <p>3. Обеспечить доставку информации, полученной бортовыми средствами БЛА на пункт управления.</p> <p>4. Обеспечить вывод БЛА в заданный район и выполнение операций в соответствии с полётным заданием.</p> <p>5. Осуществлять дистанционный мониторинг параметров работы систем БЛА.</p> <p>6. Адаптивное принятие решений с использованием технологий искусственного интеллекта и нейросетевого моделирования.</p>	3, 4
7	<p>Для каких целей на БЛА применяется гироскоп? <i>(выберите один вариант ответа)</i></p> <p>1. Для определения БЛА в пространстве.</p> <p>2. Для оценки влажности окружающей среды и коррекции режимов работы двигателей.</p> <p>3. Для измерения дальности полёта.</p> <p>4. Для измерения высоты полёта.</p> <p>5. Для управления устройствами установленными на внешней подвеске.</p> <p>6. Для управления движением БЛА.</p>	1

Перечень оценочных материалов (открытого типа)

Номер задания	Содержание задания/вопроса	Эталон ответа
Эксплуатация и пилотирование беспилотных авиационных систем		
1	<p>Перечислите и кратко охарактеризуйте Какие виды БЛА бывают?</p> <p><i>Основные компоненты правильного ответа:</i></p> <p>Основные виды БЛА: самолетные, мультироторные, вертолетные, конвертопланы (аппараты вертикального взлета и посадки).</p>	
2	<p>Какие способы создания подъемной силы используют БЛА? (ответ поясните)</p>	

	<p><i>Основные компоненты правильного ответа:</i> Подъемная сила, создаваемая воздушным винтом; подъемная сила, создаваемая набегающим потоком при взаимодействии с аэродинамической поверхностью (в основном у самолетов).</p>
3	<p>Какие виды электромоторов применяют в беспилотной авиационной технике?</p> <p><i>Основные компоненты правильного ответа:</i> Коллекторные и синхронные трехфазные бесколлекторные двигатели.</p>
4	<p>Напишите основные сферы применения БЛА и способы их использования.</p> <p><i>Основные компоненты правильного ответа:</i> Геодезия, аэрофотостемка, кинематография, научно-исследовательская деятельность, горно-добывающая промышленность, в том числе производство строительных материалов, шоу и развлечения.</p>
5	<p>Объясните принцип работы трикоптера.</p> <p><i>Основные компоненты правильного ответа:</i> Трикоптер создает подъемную силу за счет трех электромоторов, вращающих воздушные винты. Для компенсации крутящего момента от силовых установок один из лучей БЛА имеет поворотную ось, наклоняющую электромотор, таким образом изменяя вектор тяги и компенсируя момент.</p>
6	<p>Опишите основное устройство и принцип работы автопилота (кратко).</p> <p><i>Основные компоненты правильного ответа:</i> Автопилот состоит из однокристалльной ЭВМ, бесплатформенной инерциальной навигационной системы в виде МЭМС, гироскопа и акселерометра. Задача автопилота получать данные с сенсоров и команды управления от оператора и исходя из этих показаний вносить правки в полет, управлять приводами, силовой установкой и другими устройствами</p>
7	<p>Каким образом работает воздушный винт (шаг, размер, угол атаки) на что влияет и в чем измеряется)?</p> <p><i>Основные компоненты правильного ответа:</i> Шаг винта - расстояние по вертикали пройденное за 1 полный оборот винта в плотной жидкости. Размер пропеллера измеряется в дюймах и является диаметром, характеризует площадь, охватываемой воздушным винтом поверхности. Преобразует крутящий момент двигателя в силу тяги. Пропеллер, вращаемый силовой установкой ускоряет воздушную смесь за счет того, что лопасти при вращении отбрасывают ее в обратном направлении.</p>
8	<p>Системы оснащения БЛА или полезная нагрузка и ее виды.</p> <p><i>Основные компоненты правильного ответа:</i> Камеры и их стабилизаторы, системы измерения и сбора данных, датчики и сенсоры для сбора информации, оборудование для спектрального анализа, груз, системы захвата и сброса, военное оборудование.</p>
9	<p>Опишите основные тезисы по технике безопасности при работе с БЛА.</p> <p><i>Основные компоненты правильного ответа:</i> При работе с оборудованием необходимо ознакомиться с мануалом. При работе с электросетью запрещается напрямую контактировать с источником. При работе с инструментом, запрещается трогать наконечник инструмента, лезвия, жало паяльника и термопистолета. При работе с электрокомпонентами необходимо убрать со стола любую жидкость, кроме технической (флюс, спирт, жидкий компаунд и другие). При работе с АКБ не допускайте контакта батареи с острыми предметами или поверхностями, не роняйте их на пол. Во время тестов БЛА и его компонентов необходимо снять воздушные винты. При наблюдении за полетом стойте за спиной у оператора. Если БЛА работает ни в коем случае не касайтесь воздушных винтов до момента полного отключения моторов.</p>
10	<p>Механика движения БЛА (как ведет себя силовая установка для выполнения различных эволюций в пространстве)</p> <p><i>Основные компоненты правильного ответа:</i> На примере квадрокоптера. Аппарат управляется путем изменения углов крена тангажа и рысканья (рис.), а также уровня газа. Изменение углов и уровня газа приводит к изменению вектора скорости ЛА, что в свою очередь приводит его к движению. Для поворота ЛА по оси тангажа, регулируется тяга передних и задних моторов, к примеру, для движения вперед, необходимо установить угол по оси тангажа, для этого на определенный промежуток времени задние моторы начинают вращаться сильнее передних. Аналогично по углу крена. Для изменения углов рыскания БЛА сбрасывает обороты электромоторов по одной из</p>

	диагоналей, увеличивает обороты на другой диагонали. Для перемещения ЛА в пространстве происходит совместное управление всех углов и уровня газа, при котором происходит изменение направления суммарного вектора силы тяги. Также на ЛА действует сила тяжести. Сумма вектора тяги ЛА и его силы тяжести является силой определяющей направление движения БЛА.
--	---

5.4. Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания

При промежуточной аттестации в форме зачёта, используется следующая шкала оценивания: зачтено, не зачтено.

Критериями оценивания достижений показателей являются:

Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине	Критерий оценивания
Знания	Должен знать возможности применения БАС в профессиональной деятельности; основные нормативные правовые акты, регламентирующие организацию и выполнение полетов; основные летно-технические характеристики БАС и влияние на них эксплуатационных факторов; порядок планирования полета беспилотного воздушного судна и построения маршрута полета.
Умения	Должен уметь использовать программное обеспечение для составления программы полета и ввода ее в бортовой навигационный комплекс беспилотного воздушного судна; осуществлять запуск и дистанционное пилотирование и (или) контроль параметров полета беспилотного воздушного судна.
Навыки	Должен иметь навыки распознавания и контроля факторов угроз и ошибок при выполнении полетов, обеспечения безопасного выполнения полета беспилотным воздушным судном

Оценка преподавателем выставляется интегрально с учётом всех показателей и критериев оценивания.

Оценка сформированности компетенций по показателю Знания.

Критерий	Уровень освоения и оценка	
	Не зачтено	Зачтено
Возможности применения БАС в профессиональной деятельности; основные нормативные правовые акты, регламентирующие организацию и выполнение полетов;	Не знает назначение и возможности применения БАС в профессиональной деятельности и основные регулирующие правовые акты	Знает назначение и возможности применения БАС в профессиональной деятельности и основные регулирующие правовые акты
Основные летно-технические характеристики БАС и влияние на них эксплуатационных факторов;	Не знает основные летно-технические характеристики БАС и влияние на них эксплуатационных факторов	Знает основные летно-технические характеристики БАС и влияние на них эксплуатационных факторов
Порядок планирования полета беспилотного воздушного судна и построения маршрута полета.	Не знает порядок планирования полета беспилотного воздушного судна и построения маршрута полета	Знает порядок планирования полета беспилотного воздушного судна и построения маршрута полета

Оценка сформированности компетенций по показателю Умения

Критерий	Уровень освоения и оценка	
	Не зачтено	Зачтено
Умение использовать программное обеспечение для составления программы полета и ввода ее в бортовой навигационный комплекс беспилотного воздушного судна	Не умеет использовать программное обеспечение для составления программы полета и ввода ее в бортовой навигационный комплекс беспилотного воздушного судна	Умеет использовать программное обеспечение для составления программы полета и ввода ее в бортовой навигационный комплекс беспилотного воздушного судна
Умение осуществлять запуск и дистанционное пилотирование и (или) контроль параметров полета беспилотного воздушного судна.	Не умеет осуществлять запуск и дистанционное пилотирование и (или) контроль параметров полета беспилотного воздушного судна.	Умеет осуществлять запуск и дистанционное пилотирование и (или) контроль параметров полета беспилотного воздушного судна.

Оценка сформированности компетенций по показателю Навыки

Критерий	Уровень освоения и оценка	
	Не зачтено	Зачтено
Навыки распознавания и контроля факторов угроз и ошибок при выполнении полетов, обеспечения безопасного выполнения полета беспилотным воздушным судном	Не владеет навыками распознавания и контроля факторов угроз и ошибок при выполнении полетов, обеспечения безопасного выполнения полета беспилотным воздушным судном	Владеет навыками распознавания и контроля факторов угроз и ошибок при выполнении полетов, обеспечения безопасного выполнения полета беспилотным воздушным судном

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Материально-техническое обеспечение

№	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	Компьютерный класс (ГУК 412, 414, 414а, 509, 511, 512)	Специализированная мебель, мультимедийный проектор, экран; ПК Intel Core i5; комплект радиоаппаратуры управления с приемниками Radiomaster TX12 Mark II; FPV-шлемы
2	Лаборатория ЦВТ203	Специализированная мебель; ПК; VR-оборудование HTC VIVE Cosmos
3	Модуль летно-технических испытаний ФЦ БАС	Квадрокоптеры DJI Mavic 2 Enterprise; DJI Phantom 2; Геоскан Gemini; FPV-дроны 5'', 7.5'' и 10''; FPV-шлемы; комплект радиоаппаратуры управления с приемниками

№	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
		Radiomaster TX12 Mark II, средства имитации радиопомех, антидрон-ружье Гарпия
4	Читальный зал библиотеки для самостоятельной работы	Специализированная мебель. Компьютер.

6.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

№	Перечень лицензионного программного обеспечения.	Реквизиты подтверждающего документа
1	Microsoft Windows 10 Корпоративная	Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633. Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2023). Договор поставки ПО 0326100004117000038-0003147-01 от 06.10.2017
2	Microsoft Office Professional Plus 2016	Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633. Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2023
3	Kaspersky Endpoint Security «Стандартный Russian Edition»	Сублицензионный договор № 102 от 24.05.2018. Срок действия лицензии до 19.08.2020 Гражданско-правовой Договор (Контракт) № 27782 «Поставка продления права пользования (лицензии) Kaspersky Endpoint Security от 03.06.2020. Срок действия лицензии 19.08.2023г.
4	Google Chrome	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения
5	Mozilla Firefox	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения
6	nanoCAD	Соглашение №НР-22/220-ВУЗ от 17.02.2022г. Лицензия бессрочная
7	DRL Drone Simulator ORQA FPV Skydive Tiny Whoop GO Real Drone Simulator DJI Drone Flight Simulator Free Version Crazy Games Drone Simulator FPV Free Rider FPV Air 2 World Adrift Island Creator Flowstate	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения

6.3. Перечень учебных изданий и учебно-методических материалов

Перечень основной литературы

1. Беспилотные авиационные системы. Общие сведения и основы эксплуатации [Текст] / С.А. Кудряков, В.Р. Ткачев, Г.В. Трубников и др. / Под ред. Кудрякова С.А. СПб: «Свое издательство», 2015. 121 с.
2. Кошкин, Р.П. Беспилотные авиационные системы. М.: Изд-во

«Стратегические приоритеты», 2016. 676 с.

3. Карташкин, А.С. Авиационные радиосистемы. Учебное пособие [Текст] / А.С. Карташкин. М.: РадиоСофт. 2015, 303 с.

4. Скрышник, О.Н. Радионавигационные системы воздушных судов. Учебник [Текст] / О.Н. Скрышник. М.: Инфра-М, 2014.

5. Аэросъемка фотограмметрия и дистанционное зондирование: учебное пособие И. Н. Розенберг, В. Я. Цветков. М.: МГУПС (МИИТ), 2015.

6. Литвиненко, В.И. Борьба с беспилотными летательными аппаратами. Учебное пособие. М.: КноРус, 2023. 148 с.

7. Гвоздева, В.А. Интеллектуальные технологии в беспилотных системах. Учебник. М.: Инфра-М, 2022. 176 с.

8. Головин, Д.Ю. и др. Динамические термографические методы неразрушающего экспресс-контроля. М.: Техносфера, 2020. 214 с.

Перечень дополнительной литературы

1. Баррат, Д. Последнее изобретение человечества: Искусственный интеллект и конец эры Homo sapiens : научно-популярное / Д. Баррат, Н. Лисова. – Москва : Альпина нон-фикшн, 2016. - 304 с. (Искусственный интеллект). – Режим доступа: <https://znanium.com/catalog/document?id=118518>

2. Беспилотные летательные аппараты, их электромагнитная стойкость и математические модели систем стабилизации : монография / В. А. Крамарь, А. Н. Володин, Е. В. Евтушенко, В. П. Макогон, А. И. Харланов. — Москва : ИНФРА-М, 2021. — 180 с. — (Научная мысль). — Режим доступа: <https://znanium.com/catalog/document?id=362113>

3. Братко, А. Г. Искусственный разум, правовая система и функции государства : монография / А. Г. Братко. — Москва : ИНФРА-М, 2021. — 282 с. — (Научная мысль). — Режим доступа: <https://znanium.com/catalog/document?id=361096>

4. Быков, А. И. Риски, вызванные массовым использованием беспилотных летательных аппаратов, для уголовно-исполнительной системы / А. И. Быков // Вестник института: преступление, наказание, исправление. — 2018. — № 42. — С. 66 - 70. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/journalArticle/486903/#1>

5. Гвоздева, В. А. Управление данными в транспортных системах : учебное пособие / В. А. Гвоздева. — Москва : ИНФРА-М, 2021. — 234 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). — Режим доступа: <https://znanium.com/catalog/document?id=3649077>

6. Гелож, Ю. А. Автоматическое управление летательными аппаратами при больших кратковременных возмущениях : монография / Ю. А. Гелож, П. П. Клименко, А. В. Максимов ; Южный федеральный университет. - Ростов-на-Дону ; Таганрог : Издательство Южного федерального университета, 2017. - 137 с. — Режим доступа: <https://znanium.com/catalog/document?id=339829>

7. Саленко, С. Д. Динамика полета. Устойчивость и управляемость летательных аппаратов. Ч.2 / С. Д. Саленко, А. Д. Обуховский. - Новосибирск : НГТУ, 2015. - 128 с. — Режим доступа: <https://znanium.com/catalog/document?id=78374>

8. Гаспарян, О. Н. Система управления квадрокоптером в программной среде

SIMULINK с помощью сигналов WI-FI / О. Н. Гаспарян, А. В. Давтян, Н. Г. Нерсисян // Вестник национального политехнического университета Армении. Информационные технологии, электроника, радиотехника. – 2019. - № 1. – С. 21 – 29. – Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41238253>

9. Двигатели для отечественных беспилотников: прошлое, настоящее и будущее / А. Н. Черкасов, Д. С. Легконогих, Ю. В. Зиненков, С. Ю. Панов // Вестник Самарского университета. Аэрокосмическая техника, технологии и машиностроение. — 2018. — № 3. — С. 127 - 137. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/journalArticle/527524/#1>

10. Канатникова, А. Н. Управление плоским движением квадрокоптера / А. Н. Канатникова, К. Р. Акопян // Математика и математическое моделирование. -2015. - № 2. – С. 23-36. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=24278292>

11. Курбонов, Р. К. Рекомендации по предполетной подготовке БПЛА / Р. К. Курбонов, О. М. Захарова // Электротехнологии и электрооборудование в АПК. – 2020. - № 1 (38). – С. 93-98. – Режим доступа : <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42684974>

12. Овчинников, В. В. Производство деталей летательных аппаратов : учебник / В. В. Овчинников. — Москва : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2021. — 367 с. – Режим доступа: <https://znanium.com/catalog/document?id=362121>

13. Функциональные системы летательных аппаратов. Электрическое и электронное оборудование : учеб. пособие / А. Г. Гарганеев, Л. К. Бурулько, В. П. Петрович, А. П. Леонов ; Томский политехнический университет. - Томск : Изд-во Томского политехнического университета, 2016. - 240 с. – Режим доступа: <https://znanium.com/catalog/document?id=344733>

14. Чугунов, М. В. Проектирование квадрокоптера на базе интегрированной модельной среды / М. В. Чугунов, И. Н. Полунина, М. А. Попков // Инженерные технологии и системы. — 2019. — № 2. — С. 169 - 186. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/journalArticle/544866/#1>

15. Бурдаков, С. Ф. Управление квадрокоптером при полетах с малыми и средними перегрузками : монография / С. Ф. Бурдаков, А. О. Марков. — Санкт-Петербург : СПбГПУ, 2016. — 250 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/8802711>

16. Вытовтов, А. В. Применение беспилотных летательных аппаратов при проведении культурно массовых мероприятий / А. В. Вытовтов, В. В. Шумилин, А. В. Калач // Computational nanotechnology. — 2015. — № 4. — С. 69-73. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/journalArticle/257314/#1>

17. Исаев, Б. А. Внедрение в учебный процесс беспилотного летательного аппарата (БПЛА) DJI квадрокоптера PHANTOM 3 PROFESSIONAL и программного обеспечения AGISOFT PHOTOSCAN PROFESSIONAL / Б. А. Исаев, К. Г. Дуйшонбек, Т. С. Умаров // Известия Кыргызского государственного технического университета им. И. Раззакова. — 2018. — № 47. — С. 486-492 — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/journalArticle/528503/#1>

18. Обзор современных достижений в фотограмметрии и аэрофотосъемке / И. А. Хабарова, Д. А. Хабаров, И. Д. Яворская, И. Н. Иванов // Международный журнал прикладных наук и технологий INTEGRAL – 2019. - № 4 - 2. – С. 2. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=4231799612>

19. Пахирка, А. И. Создание панорамных аэрофотоснимков с использованием

квадрокоптера / А. И. Пахирка, А. Г. Зотин, В. В. Буряченко // Программные продукты и системы. — 2018. — № 2. — С. 362 - 367. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/journalArticle/482425/#1>

20. Спасский, Б. А. Совместное применение беспилотных аппаратов различного базирования. Обзор состояния развития / Б. А. Спасский // Робототехника и техническая кибернетика. – 2016. - № 2 (11). – С. 8 – 19. _ Режим доступа : <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36882266> 38. Ткачева, О. А. Мониторинг земель: специфика и технологии ведения / О. А. Ткачева // Мониторинг. Наука и технологии. – 2016. - № 1 (26). – С. 59 – 64. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=25645833>

21. Федосеева, Н. А. Перспективные области применения беспилотных летательных аппаратов / Н. А. Федосеева, М. В. Загвоздкин // Научный журнал. – 2017. - № 9 (22). – С. 26 – 29. – Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=30561991>

6.4. Перечень интернет ресурсов, профессиональных баз данных, информационно-справочных систем

Электронно-библиотечная система «Лань»	http://e.lanbook.com
Электронно-библиотечная система IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru/
Официальный сайт компании "КонсультантПлюс"	http://www.consultant.ru/
Электронный журнал «Информационный бюллетень – нормирование и стандартизация в строительстве»	http://www.snip.ru/
Научно-техническая библиотека БГТУ им. В.Г. Шухова	http://elib.bstu.ru/
Киберленинка - интегратор научно-технической информации со свободным доступом	http://www.CyberLeninka.ru
Российский информационно-научный центр, каталог научных публикаций с частично свободным доступом к полным текстам материалов	http://www.elibrary.ru
Государственный образовательный портал со свободным доступом к учебным и научным материалам	http://www.window.edu.ru
Квадрокоптеры. Группа для всех владельцев квадрокоптеров.	https://t.me/DJI_Celgus
Группа для владельцев коптеров. Советы и взаимопомощь.	https://t.me/drones_ru
Модерируемый чат об оборудовании для дронов и гонок	https://t.me/onlydroneparts

7. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Рабочая программа утверждена на 20____ /20____ учебный год
без изменений / с изменениями, дополнениями

Протокол № _____ заседания кафедры от « ____ » _____ 20__ г.

Заведующий кафедрой _____
подпись, ФИО

Директор института _____
подпись, ФИО