

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



УТВЕРЖДАЮ  
Директор инженерно-  
строительного института  
В.А. Уваров  
\_\_\_\_\_ 05 \_\_\_\_\_ 2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
**дисциплины**

Применение и обслуживание БПЛА в отрасли

направление подготовки:

08.03.01 – Строительство

Направленность программы (профиль):

Водоснабжение и водоотведение

Квалификация

бакалавр

Форма обучения

очная

Институт инженерно-строительный

Кафедра экспертизы и управления недвижимостью

Белгород 2023

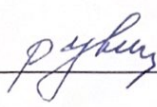
Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 08.04.01 «Строительство», утвержденным приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 31 мая 2017 г. № 481,
- учебного плана, утвержденного ученым советом БГТУ им. В.Г. Шухова в 2023 году.

Составитель: к.т.н., доц.  Саввин Н.Ю.

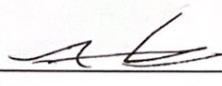
Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

23 мая 2023 г., протокол №13

Заведующий кафедрой: д.т.н., проф.  Уваров В.А.

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

25 мая 2023 г., протокол №10

Председатель: к.т.н., доцент  Феоктистов А.Ю.

## 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
ПК	ПК-5 Способность организовывать работы по строительству сооружений, монтажу и наладке оборудования систем водоснабжения и водоотведения	ПК-5.7 Участвует в использовании беспилотных авиационных систем в профессиональной деятельности	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— состав, содержание и требования к документации по созданию (реконструкции, ремонту, функционированию) объектов градостроительной деятельности;</li> <li>— научно-технические проблемы и перспективы развития науки, техники и технологии сферы градостроительной деятельности;</li> <li>— методы, приемы, средства и порядок проведения натурных обследований объектов градостроительной деятельности, установленные требования к таким обследованиям;</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— организовывать деятельность исполнителей работ по инженерно-техническому проектированию объектов градостроительной деятельности;</li> <li>— анализировать требования задания, включая результаты исследований, для планирования деятельности по инженерно-техническому проектированию объектов градостроительной деятельности;</li> <li>— производить натурное обследование объекта градостроительной деятельности, его частей, основания или окружающей среды в соответствии с установленными требованиями;</li> <li>— использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности для производства работ по инженерно-техническому проектированию объектов градостроительной деятельности;</li> </ul>

			<p>— определять значимые свойства объектов градостроительной деятельности, их окружения или их частей;</p> <p><b>Владеть:</b></p> <p>— аппаратно-программными технологиями производства натуральных обследований и мониторинга объектов капитального строительства;</p> <p>— инструментами и методами проведения натуральных обследований объекта, его частей, основания и окружающей среды</p>
--	--	--	---

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Содержание дисциплины опирается на изучение следующих дисциплин:

№	Наименование дисциплины (модуля)
1	Организация, управление и правовое обеспечение строительства
2	Технологические процессы в строительстве
3	Основы архитектуры и строительных конструкций
4	Конструкции гражданских и промышленных зданий
5	Технический анализ строительных объектов

## 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины 2 ЗЕ, 72 часа

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр №8
		Всего часов
Общая трудоемкость дисциплины, час	72	72
<b>Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:</b>	34	34
лекции	16	16
лабораторные	8	8
практические	8	8
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации	2	2
<b>Самостоятельная работа студентов, в том числе:</b>	38	38
Курсовой проект		
Курсовая работа		
Расчетно-графические задания		
Индивидуальное домашнее задание	9	9
Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	29	29
Форма промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	зачет	зачет

## 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1 Наименование тем, их содержание и объем

#### Курс 4, семестр 8

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
<b>1. Предмет, цели и задачи использования беспилотных летательных аппаратов в отрасли</b>					
	Зарождение и эволюция беспилотных летательных аппаратов в России и мире. Широко распространенные типы беспилотных летательных аппаратов, принципы их работы, конструктивные и технологические достоинства и недостатки для использования при решении изыскательских задач в строительстве и недвижимости. Отечественный и мировой опыт использования отраслевого беспилотного воздушного транспорта	2	2	—	3
<b>2. Организация работы БПЛА</b>					
	Летно-технические характеристики БПЛА. Основы воздушной навигации, аэродинамики и метеорологии в объеме, необходимом для организации полета БПЛА. Организация работы БПЛА как транспортного средства. Оценка технического состояния и готовности к использованию. Основы пилотирования БПЛА и планирование полета. Программное обеспечение и пользовательские интерфейсы БПЛА. FPV-дроны	2	2	—	3
<b>3. Устройство и обслуживание БПЛА коптерного типа</b>					
	Структура, компонентная база, основы и платформы компонентной интеграции. Программное обеспечение. Навесное оборудование для решения изыскательских задач в строительстве и недвижимости. Энергообеспечение. Бортовой навигационный комплекс. Планирование, организация и проведение обслуживания	2	—	2	4
<b>4. Основы аэрофотосъемки и фотограмметрии</b>					
	Цели и задачи аэрофотосъемки и фотограмметрии. Введение в основы аэрофотографирования и цифрового моделирования пространства. Инструменты и оборудование для проведения аэрофотосъемки и фотограмметрии. Комплектование, подготовка и операционное обслуживание оборудования. Технические особенности и задачи эффективной организации аэрофотосъемки и фотограмметрии по основным типам БПЛА	2	—	2	4
<b>5. Основы пространственного сканирования и термографии</b>					

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
	Цели и задачи пространственного сканирования и термографии. Введение в основы лазерной и инфракрасной локации. Инструменты и оборудование для проведения пространственных и тепловизионных измерений. Комплектование, подготовка и операционное обслуживание оборудования	2	—	2	4
<b>6. Основы нейросетевого распознавания изображений для решения технических задач в строительстве и недвижимости</b>					
	История, эволюция и классификация нейросетей. Введение в основы теории построения и обучения нейросетей. Глубокие сверточные нейросети. Организация обучения нейросетей и подготовка обучающих датасетов. Верификация и повышение качества результатов работы распознающей изображения нейросети	2	2	—	3
<b>7. Основы РЭБ и РЭР</b>					
	Цели и задачи радиоэлектронной борьбы и радиоэлектронной разведки. Введение в основы радиоподавления и помехозащиты. Технологии и оборудования РЭБ. Прикладные технологии помехозащиты БПЛА. Основы радиомаскировки	2	—	2	4
<b>8. Правовые вопросы использования БПЛА</b>					
	Нормативные документы, регулирующие организацию и выполнение полетов беспилотных воздушных судов. Права и обязанности владельца и пилота БПЛА, ответственность участников отраслевых процессов, использующих БПЛА. Подготовка и подача плана полетов органу единой системы организации воздушного движения. Сегрегированное воздушное пространство и ограниченные режимы использования БПЛА. Ведение и оформление полетной и технической документации	2	2	—	4
	<b>ИТОГО</b>	<b>16</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>29</b>

#### 4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического (семинарского) занятия	К-во часов	К-во часов СРС
<b>семестр №8</b>				
1	Предмет, цели и задачи использования беспилотных летательных аппаратов в отрасли	Поиск по открытым источникам, анализ и техническая сравнительная оценка современной базы БПЛА. Отработка навыков	2	1

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического (семинарского) занятия	К-во часов	К-во часов СРС
		ков многокритериального сравнения альтернативных технических решений БПЛА		
2	Организация работы БПЛА	Формирование и отработка навыков пилотирования БПЛА коптерного типа на виртуальном дрон-тренажере, включая эмуляцию FPV взаимодействия	2	1
3	Основы нейросетевого распознавания изображений для решения технических задач в строительстве и недвижимости	Постановка задачи распознавания изображений в строительстве/недвижимости, обучение нейросети на датасете, тестирование, совершенствование нейросети	2	1
4	Правовые вопросы использования БПЛА	Разработка элементов, отработка навыков ведения и оформления полетной и технической документации при выполнении изыскательской задачи в строительстве/недвижимости	2	1
<b>ИТОГО:</b>			<b>8</b>	<b>4</b>

### 4.3. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного занятия	К-во часов	К-во часов СРС
<b>семестр №8</b>				
1	Устройство и обслуживание БПЛА коптерного типа	Разборка, сборка, обслуживание БПЛА коптерного типа. Техническая оценка основных узлов и компонентов БПЛА. Описание путей рационализации сборки для эффективного решения технической задачи строительства и недвижимости	2	2
2	Основы аэрофото съемки и фотограмметрии	Построение плана производства изыскательских работ. Построение полетного задания для БПЛА коптерного типа. Обработка фотоматериала, построение цифровой модели местности	2	2
3	Основы пространственного сканирования и тепловидения	Построение плана производства изыскательских работ. Построение полетного задания для БПЛА коптерного типа. Обработка облака точек, анализ тепловых снимков, построение цифровой модели здания/сооружения, выполнение элементов заключения эксперта	2	2
4	Основы РЭБ и РЭР	Отработка навыков подготовки и применения инструмента электромагнитного подавления сигналов БПЛА (дронобоя). Изучение методов помехозащиты БПЛА. Навык управления БПЛА при радиопомехах	2	2

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного занятия	К-во часов	К-во часов СРС
ИТОГО:			8	8

#### 4.4. Содержание курсового проекта/работы

Курсовой проект/работа не предусмотрены.

#### 4.5. Содержание индивидуальных домашних заданий

Индивидуальным домашним заданием студента является подготовка технического задания на проведении всесезонных изысканий (выбрать):

- аэрофотографирования;
- фотограмметрии;
- пространственного сканирования;
- телевизионных;
- комплексных

объекта изысканий (выбрать):

- линейного строительного сооружения;
- высотного строительного сооружения;
- строительной площадки;
- трассы системы жизнеобеспечения;
- урбанизированной территории;
- производственной территории предприятия;
- территории складирования ТБО;
- территории водного объекта;
- территории объекта лесного фонда.

Техническое задание (до 30 стр. А4) включает следующие пункты:

1. Описание изыскательской задачи (5 стр.).
2. Составление программы изысканий (5 стр.).
3. Характеристика предлагаемых открытыми источниками БПЛА коптерного типа и навесного оборудования, обеспечивающих решение изыскательской задачи (10 стр.).
4. Разработка и описание показателей для многокритериального сравнения представленных альтернативных решений, критерия оптимальности и/или метода их многокритериального сравнения (5 стр.).
5. Многокритериальное сравнение представленных альтернативных решений и предложение рационального состава оборудования для изыскательской деятельности в рамках поставленной задачи (2 стр.).
6. Перечень оформляемой при проведении изысканий полетной и технической документации, описание порядка Подготовки и подачи плана полетов органу единой системы организации воздушного движения (3 стр.)

В процессе выполнения индивидуальных домашних заданий осуществляется контактная работа обучающегося с преподавателем. Консультации проводятся в аудитории и/или посредством электронной информационно-образовательной среды университета.



## 5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

### 5.1. Реализация компетенций

**Компетенция ПК-5** Способность организовывать работы по строительству сооружений, монтажу и наладке оборудования систем водоснабжения и водоотведения

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК-5.7 Участвует в использовании беспилотных авиационных систем в профессиональной деятельности	Собеседование (устный опрос), тестовый контроль, защита ИДЗ тестирование, ИДЗ, зачет

**Компетенция ПК-9.** Способность проводить прикладные документальные исследования в отношении объекта градостроительной деятельности для использования в процессе инженерно-технического проектирования

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК-9.1. Выбирает методики, инструменты и средства выполнения документальных исследований для производства работ по инженерно-техническому проектированию объектов градостроительной деятельности	Собеседование (устный опрос), тестовый контроль, защита ИДЗ тестирование, ИДЗ, зачет

### 5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

#### 5.2.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий) для экзамена / дифференцированного зачета / зачета

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Предмет, цели и задачи использования беспилотного летательных аппаратов в отрасли	Эволюция беспилотного транспорта. Типы и летно-технические характеристики беспилотных летательных аппаратов, представленных на рынке. Отечественный и мировой опыт использования отраслевого беспилотного воздушного транспорта. Принципы работы БПЛА различных типов, достоинства и недостатки БПЛА коптерного типа для изыскательской деятельности в строительстве/недвижимости.
2	Организация работы БПЛА	Принципы организации воздушной навигации. Аэродинамические и метеорологические факторы безопасности использования БПЛА. Порядок подготовки, эксплуатации и технического обслуживания БПЛА коптерного типа. Принципы формирования и рационализации полетного задания. Аппаратно-программное обеспечение FPV-дрона.
3	Устройство и обслуживание БПЛА коптерного типа	Состав и диапазон летно-технических характеристик современных БПЛА коптерного типа. Сборка и рационализации компонентной базы БПЛА. Принципы комплектования оборудования БПЛА для решения отраслевых изыскательских задач. Программное обеспечение БПЛА. Навигация БПЛА.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
		Энергообеспечение БПЛА.
4	Основы аэрофото- съемки и фотограм- метрии	<p>Отраслевые задачи аэрофотосъемки.</p> <p>Общие принципы аэрофотографирования, эффективного для решения отраслевых изыскательских задач.</p> <p>Оборудование для аэрофотосъемки при решении отраслевых изыскательских задач.</p> <p>Отраслевые задачи фотограмметрии.</p> <p>Общие принципы цифрового прототипирования местности, эффективного для решения отраслевых изыскательских задач.</p> <p>Оборудование для фотограмметрии при решении отраслевых изыскательских задач.</p> <p>Порядок установки, эксплуатации и обслуживания оборудования для аэрофотосъемки и фотограмметрии.</p> <p>Программное обеспечение, используемое для проведения и обработки результатов аэрофотосъемки и фотограмметрии.</p> <p>Природные и техногенные факторы снижения эффективности аэрофотосъемки и фотограмметрии, способы противодействия им</p>
5	Основы простран- ственного сканиро- вания и термогра- фии	<p>Отраслевые задачи пространственного сканирования и термографии.</p> <p>Общие принципы проведения пространственного сканирования, эффективного для решения отраслевых изыскательских задач.</p> <p>Оборудование для пространственного сканирования при решении отраслевых изыскательских задач.</p> <p>Отраслевые задачи термографии.</p> <p>Общие принципы осуществления тепловизионной съемки, эффективной для решения отраслевых изыскательских задач.</p> <p>Оборудование для тепловизионной съемки при решении отраслевых изыскательских задач.</p> <p>Порядок установки, эксплуатации и обслуживания оборудования для пространственного сканирования и термографии.</p> <p>Программное обеспечение, используемое для проведения и обработки результатов аэрофотосъемки и фотограмметрии.</p> <p>Природные и техногенные факторы снижения эффективности пространственного сканирования и термографии, способы противодействия им</p>
6	Основы нейросете- вого распознавания изображений для ре- шения технических задач в строитель- стве и недвижимо- сти	<p>Эволюция и классификация нейросетей.</p> <p>Принципы работы и технические возможности современных нейросетей, обеспечивающее эффективное решение отраслевых изыскательских задач.</p> <p>Характеристики и принципы работы глубоких сверточных нейросетей.</p> <p>Программное обеспечение, используемое при создании и обучении нейросетей, распознающих изображения.</p> <p>Порядок организации и проведения обучения нейросети распознаванию изображений в отраслевых изыскательских задачах.</p> <p>Верификация работоспособности распознающей изображение нейросети и факторы, обуславливающие ее рост.</p>
7	Основы РЭБ и РЭР	Общие принципы сбора информации и противодействия сбору информации на основе приёма и анализа электромагнитного излучения.

№ п/п	Наименование раз-дела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
		Оборудование, используемое при радиоподавлении БПЛА. Способы и оборудования помехозащиты БПЛА. Радиомаскировка оборудования и оператора БПЛА.
8	Правовые вопросы использования БПЛА	Нормативные документы, регулирующие использование воздушного пространства. Ответственность сторон. Состав и взаимодействия участников процессов использования БПЛА. Особенности эксплуатации БПЛА при решении отраслевых изыскательских задач. Подготовка и организация ведения полетной и технической документации при эксплуатации БПЛА. Ограничительные меры эксплуатации воздушного пространства, применимые к использованию БПЛА в отраслевых изыскательских задачах.

### 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

#### Практические занятия.

На практических занятиях в форме собеседования определяется остаточный уровень знаний студентов и предлагается ответить на практические и тестовые задания.

#### Типовые вопросы для проведения собеседования (устного опроса) на практических занятиях

1. Устройство БПЛА.
2. Физические основы полета БПЛА.
3. Меры безопасности при управлении БПЛА
4. Возможные неисправности БПЛА и способы их устранения.
5. Устройство, монтаж и эксплуатация фото и видеокамер для БПЛА.
6. Устройство, монтаж и эксплуатация лидаров для БПЛА.
7. Устройство, монтаж и эксплуатация тепловизоров для БПЛА.
8. Нештатные ситуации при эксплуатации БПЛА и способы их преодоления.
9. Управление БПЛА вне визуального контакта.
10. Климатические и техногенные факторы ограничения работы БПЛА.
11. Бортовой навигационный комплекс БПЛА, работы с полетным заданием.
12. Пульт управления БПЛА, назначение и использование элементов управления.
13. Аккумуляторная батарея БПЛА, правила эксплуатации и безопасности при обращении.

14. Принцип работы полетного контроллера БПЛА. Основные элементы полетного контроллера.

15. Правовые основы легального использования БПЛА.

**Тестирование.** При изучении дисциплины предусмотрено выполнение одной тестовой работы в качестве допуска к зачету. Тестирование проводится после освоения студентами всех учебных разделов дисциплины. Тестирование выполняется студентами в аудитории, под наблюдением преподавателя. Продолжительность тестирования 20 минут.

### Типовые задания для тестирования

1. Разрешено ли совершать полеты, осуществлять аэрофотосъемку над специальными и режимными объектами?

А) Запрещено

Б) Возможно, только получив специальное разрешение

В) Можно

Г) Можно, если БПЛА поставлен на учёт

2. Для постановки БПЛА на учет необходимо указывать:

А) Техническую характеристику

Б) Заявление о постановке на учет

В) Информацию о владельце

Г) Информацию об изготовителе

3. Кодекс РФ предусматривает ответственность за нарушение правил использования воздушного пространства:

А) Административную

Б) Уголовную

В) Дисциплинарную

Г) Материальную

4. Какова средняя точность современных лидаров, навешиваемых на БПЛА?

А) 10-20 см

Б) 10-20 мм

В) 1-2 мм

Г) 0,1-0,2 мм

5. Сигнатура сигнала — это:

А) Способ создания помех радиосигналу управления БПЛА

Б) Отличительный признак радиосигнала связи с БПЛА, характерный для производителя

В) Мощность радиосигнала БПЛА, обеспечивающая дальность его управляемого полета

Г) Резервная частота радиосигнала БПЛА, используемая для преодоления радиопомех

6. Тепловизионная камера фиксирует и оценивает:

А) излучаемое объектом тепло

Б) отражаемое объектом тепло

- В) поглощаемое объектом тепло  
 Г) накапливаемое объектом тепло
7. Радиоподавление дрона невозможно в случае:  
 А) Движения дрона со скоростью свыше 100 км/с  
 Б) Управление дроном на резервной частоте радиосигнала  
 В) Использовании радиопрозрачных материалов корпуса  
 Г) Движения дрона в режиме радиомолчания
8. Плата распределения питания необходима:  
 А) Для распределения питания от АКБ к регуляторам оборотов и полетного контроллера  
 Б) Для стабилизации изображения камеры  
 В) Для устойчивого управления дроном  
 Г) Для улучшения качества приема сигнала
9. Гироскоп выполняет функцию:  
 А) Измерения ускорения  
 Б) Регулировки оборотов двигателя  
 В) Измерения положения в пространстве  
 Г) Помехозащиты БПЛА
10. Горизонтальное движение БПЛА коптерного типа обеспечивается?  
 А) Изменением распределения массы  
 Б) Изменением распределения подъемной силы  
 В) Двигателями горизонтального движения  
 Г) Системами курсовой устойчивости

#### 5.4. Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания

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

Критериями оценивания достижений показателей являются:

Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине	Критерий оценивания
Знания	Знание терминов, определений, понятий, связанных с использованием воздушного пространства и БПЛА
	Знание основных закономерностей, принципов, устройства, оборудования БПЛА в отрасли
	Знания аппаратно-программной и приборной базы современной исследовательской деятельности с использованием БПЛА
	Объем освоенного материала
	Полнота ответов на вопросы
	Четкость изложения и интерпретации знаний
Умения	Умение ориентироваться в системе законодательства, регулирующего исследовательскую деятельность с применением БПЛА
	Умение использовать аппаратно-программное обеспечение и оборудование БПЛА для решения отраслевых исследовательских задач
	Умение подготавливать и оформлять сопроводительную документацию

Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине	Критерий оценивания
	Умение пользоваться информационно-правовыми ресурсами для решения профессиональных задач
Навыки	Владеть навыками осуществления практической изыскательской деятельности с использованием БПЛА
	Владеть навыками выбора оптимальных технологий и оборудования БПЛА для решения профессиональных задач

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

### Оценка сформированности компетенций по показателю Знания.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Знание терминов, определений, понятий, связанных с использованием воздушного пространства и БПЛА	Не знает	Знает, но допускает неточности формулировок	Знает	Знает, может корректно сформулировать самостоятельно
Знание основных закономерностей, принципов, устройства, оборудования БПЛА в отрасли	Не знает	Знает, с затруднениями в использовании	Знает, интерпретирует и использует	Знает, может самостоятельно их получить и использовать
Знания аппаратно-программной и приборной базы современной изыскательской деятельности с использованием БПЛА	Не знает	Знает, затрудняется в использовании	Знает, использует под руководством	Знает, самостоятельно использует
Объем освоенного материала	Не знает значительной части материала дисциплины	Знает только основной материал дисциплины, не усвоил его деталей	Знает материал дисциплины в достаточном объеме	Обладает твердым и полным знанием материала дисциплины, владеет дополнительными знаниями
Полнота ответов на вопросы	Не дает ответы на большинство вопросов	Дает неполные ответы на все вопросы	Дает ответы на вопросы, но не все полные	Дает полные, развернутые ответы на поставленные вопросы
Четкость изложения и интерпретации знаний	Излагает знания без логической последовательности	Излагает знания с нарушениями в логической последовательности	Излагает знания без нарушений в логической последовательности	Излагает знания в логической последовательности, самостоятельно их интерпретируя и анализируя
	Не иллюстрирует	Выполняет поясняющие схемы и рисунки небрежно и	Выполняет поясняющие рисунки	Выполняет поясняющие рисунки и

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
изложение поясняющими схемами, рисунками и примерами		с ошибками	и схемы корректно и понятно	схемы точно и аккуратно, раскрывая полноту усвоенных знаний
Неверно излагает и интерпретирует знания		Допускает неточности в изложении и интерпретации знаний	Грамотно и по существу излагает знания	Грамотно и точно излагает знания, делает самостоятельные выводы

### Оценка сформированности компетенций по показателю Умения

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Умение ориентироваться в системе законодательства, регулирующего изыскательскую деятельность с применением БПЛА	Не умеет ориентироваться или ориентируется крайне слабо	Удовлетворительно ориентируется	Хорошо ориентируется	Отлично ориентируется
Умение использовать аппаратно-программное обеспечение и оборудование БПЛА для решения отраслевых изыскательских задач	Не умеет использовать или использует со значительными ошибками	На достаточно приемлемом уровне умеет использовать с ошибками	Использует под руководством	Самостоятельно использует
Умение подготавливать и оформлять сопроводительную документацию	Не умеет подготавливать и оформлять	Подготавливает и оформляет с существенными ошибками	Подготавливает и оформляет под руководством	Самостоятельно подготавливает и оформляет
Умение пользоваться информационными ресурсами для решения профессиональных задач	Не умеет пользоваться	На начальном уровне умеет пользоваться	На хорошем уровне умеет пользоваться	В полной мере умеет пользоваться

### Оценка сформированности компетенций по показателю Навыки

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Владеть навыками осуществления практической изыскательской деятельности с использованием БПЛА	Не владеет	Владеет на начальном уровне	Владеет на уровне использования под руководством	Владеет на уровне самостоятельного использования
Владеть навыками выбора оп-	Не владеет	Владеет на уровне поиска источников	Владеет на уровне анализа источников	Владеет на уровне интерпретации и са-

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
тимальных технологий и оборудования БПЛА для решения профессиональных задач				мостоятельного использования

## 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 радиопаратуры 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 радиопаратуры управления с приемниками Radiomaster TX12 Mark II, средства имитации радиопомех, антидрон-ружье Гарпия

### 6.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

№	Перечень лицензионного программного обеспечения.	Реквизиты подтверждающего документа
1	Симулятор полетов Dji Free Version	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения
2	Симулятор полетов Tiny Whoop GO	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения
3	Agisoft Metashape Professional edition	Образовательная лицензия, привязанная к вычислительному узлу
4	nanoCAD GeoniCS: Основной модуль «Топоплан», Модуль «Генплан», Модуль «Геомодель»,	Образовательная лицензия, привязанная к вычислительному узлу



№	Перечень лицензионного программного обеспечения.	Реквизиты подтверждающего документа
5	VR-тренажер «Подготовка оператора управления беспилотными летательными аппаратами типа «КОПТЕР»	Образовательная лицензия, привязанная к вычислительному узлу

### 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. Скрыпник, О.Н. Радионавигационные системы воздушных судов. Учебник [Текст] / О.Н. Скрыпник. 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. Никишев, В.К. БПЛА – беспилотные летательные аппараты. Книга 1. Теория. Чебоксары: Изд-во Чуваш. Ун-та, 2020.
2. Никишев, В.К. БПЛА – беспилотные летательные аппараты. Книга 2. Практика. Экологические информационные системы на основе БПЛА.
3. Никишев, В.К. БПЛА – беспилотные летательные аппараты. Книга 3. Тесты.
4. Лебедев, Г.Н. Современные подходы к проектированию систем управления беспилотными летательными аппаратами. М.: 2015. 132 с.
5. Горбатенко С.А. Беспилотные летательные аппараты. Основы механики управляемого полета. М.: Вузовская книга, 2017. 140 с.
6. Никифоров, М.Б. и др. Сенсоры технического зрения. Учебное пособие для вузов. М.: Горячая линия – Телеком, 2018, 74 с.
7. Шеваль, В.В. Беспилотные летательные аппараты как носители оборудования комплексных систем наблюдения. М. Юрга, 2020. 104 с.
8. Крамарь, В.А. и др. Беспилотные летательные аппараты, их электромагнитная стойкость и математические модели систем стабилизации. М. 2024. 180 с.

9. Постолиит, А.В. Основы искусственного интеллекта в примерах на Python. 2-е изд. М.: БХВ, 2023. 448 с.

10. ГОСТ Р 57258-2016 Системы беспилотные авиационные. Термины и определения

11. ГОСТ Р 59518-2021 Беспилотные авиационные системы. Порядок разработки

12. ГОСТ Р 56122-2014 Воздушный транспорт. Беспилотные авиационные системы. Общие требования

13. Федеральные авиационные правила Подготовка и выполнение полетов в гражданской авиации Российской Федерации

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

1. Беспилотные авиационные системы (БАС).

URL:[http://www.aviadocs.net/icaodocs/Cir/328\\_ru.pdf](http://www.aviadocs.net/icaodocs/Cir/328_ru.pdf)

2. <http://e.lanbook.com/> Электронно-библиотечная система Лань

3. <http://www.iprbookshop.ru/> Электронно-библиотечная система IPRbooks

4. <http://www.consultant.ru/> Официальный сайт компании Консультантлюс

5. <http://www.snip.ru/> Электронный журнал Информационный бюллетень – нормирование и стандартизация в строительстве

6. <http://elibrary.ru/> Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU

7. <http://ntb.bstu.ru/> Научно-техническая библиотека БГТУ им. В.Г. Шухова

8. <http://ru.science.wikia.com/> Научная энциклопедия на русском языке

#### **7. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ**

Рабочая программа утверждена на 2023/2024 учебный год без изменений / с изменениями, дополнениями

Протокол №3 заседания кафедры ЭУН от 14 октября 2023 г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Наумов А.Е.

Директор института \_\_\_\_\_ Уваров В.А.