

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

СОГЛАСОВАНО  
Директор  
заочного образования  
С.Е. Спесивцева  
« 30 » мая 2023 г.

УТВЕРЖДАЮ  
Директор инженерно-  
строительного института  
В.А. Уваров  
« 30 » мая 2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
**дисциплины**

Применение и обслуживание беспилотных летательных аппаратов в отрасли

направление подготовки:

08.03.01 – Строительство

Направленность программы:

Промышленное и гражданское строительство

Квалификация

бакалавр

Форма обучения

очно-заочная

Институт инженерно-строительный

Кафедра строительства и городского хозяйства

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 \_\_\_\_\_ (С.М. Есипов)

ст. преп. \_\_\_\_\_ (М.В. Марушко)

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры Строительство и городского хозяйства

«17» мая 2023 г. протокол № 15.

Заведующий кафедрой: д-р техн. наук, профессор \_\_\_\_\_ (Л.А. Сулейманова)

Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой Строительство и городского хозяйства

Заведующий кафедрой: д-р техн. наук, профессор \_\_\_\_\_ (Л.А. Сулейманова)

«17» мая 2023 г.

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-11. Способен организовывать инновационные технологии и методы производства строительно-монтажных работ в промышленном и гражданском строительстве	ПК-11.10. Участвует в использовании беспилотных авиационных систем в профессиональной деятельности	<p><b>Знает</b> термины, определения, понятия, связанные с использованием воздушного пространства и БПЛА, основные закономерности, принципы, устройство, оборудование БПЛА в отрасли, аппаратно-программную и приборную базу современной изыскательской деятельности с использованием БПЛА.</p> <p><b>Умеет</b> ориентироваться в системе законодательства, регулирующего изыскательскую деятельность с применением БПЛА, использовать аппаратно-программное обеспечение и оборудование БПЛА для решения отраслевых изыскательских задач, подготавливать и оформлять сопроводительную документацию, пользоваться информационно-правовыми ресурсами для решения профессиональных задач.</p> <p><b>Владеет</b> навыками осуществления практической изыскательской деятельности с использованием БПЛА, навыками выбора оптимальных технологий и оборудования БПЛА для решения профессиональных задач.</p>

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Содержание дисциплины служит основой для изучения следующих дисциплин:

№	Наименование дисциплины (модуля)
1	Современные технологии в строительстве
2	Основы строительных профессий
3	Производственная преддипломная практика

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

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

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

Форма промежуточной аттестации – зачет

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр №10
		Всего часов
Общая трудоемкость дисциплины, час	108	108
<b>Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:</b>	51	51
лекции	32	32
лабораторные	-	-
практические	16	16
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации	3	3
<b>Самостоятельная работа студентов, в том числе:</b>	57	57
Курсовой проект		
Курсовая работа		
Расчетно-графические задания		
Индивидуальное домашнее задание	9	9
Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	48	48
Зачет		

### 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 4.1 Наименование тем, их содержание и объем

##### Курс 5, семестр 10

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
1. Предмет, цели и задачи использования беспилотных летательных аппаратов в отрасли					
	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	4	2	—	6

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
<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	4	2	—	6
<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	4	2	—	6
<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	4	2	—	6
<b>5. Основы пространственного сканирования и термографии</b>					
	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	4	2	—	6
<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	4	2	—	6

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
<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	4	2	—	6
<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	4	2	—	6
	<b>ИТОГО</b>	<b>32</b>	<b>16</b>	<b>-</b>	<b>48</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 №10</b>				
1	Предмет, цели и задачи использования беспилотного летательных аппаратов в отрасли	Поиск по открытым источникам, анализ и техническая сравнительная оценка современной базы БПЛА. Отработка навыков многокритериального сравнения альтернативных технических решений БПЛА	4	4
2	Организация работы БПЛА	Формирование и отработка навыков пилотирования БПЛА коптерного типа на виртуальном дрон-тренажере, включая эмуляцию FPV взаимодействия	4	4
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	4	4
4	Правовые вопросы использования БПЛА	Разработка элементов, отработка навыков ведения и оформления полетной и	4	4

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического (семинарского) занятия	К-во часов	К-во часов СРС
		технической документации при выполнении изыскательской задачи в строительстве/недвижимости		
ИТОГО:			16	16

### 4.3. Содержание лабораторных занятий

Лабораторные работы не предусмотрены.

### 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 проведение 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 аудитория и/или посредством электронной информационно-образовательной среды университета.

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

### 5.1. Реализация компетенций

**Компетенция ПК-11.** Способен организовывать инновационные технологии и методы производства строительно-монтажных работ в промышленном и гражданском строительстве

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК-11.10 Участвует в использовании беспилотных авиационных систем в профессиональной 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. Энергообеспечение БПЛА.



№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
4	Основы аэрофотосъемки и фотограмметрии	<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 пространственного сканирования и термографии	<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 нейросетевого распознавания изображений для решения технических задач в строительстве и недвижимости	<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	<p>Общие принципы сбора информации и противодействия сбору информации на основе приёма и анализа электромагнитного излучения.</p>

№ п/п	Наименование раздела 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 учёт необходимо указывать:

А) Техническую характеристику

Б) Заявление о постановке на учёт

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: неудовлетворительно, удовлетворительно, хорошо, отлично.

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 изыскательской деятельности с использованием БПЛА
	Объем освоенного материала
	Полнота ответов на вопросы
	Четкость изложения и интерпретации знаний
Умения	Умение ориентироваться в системе законодательства, регулирующего

Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине	Критерий оценивания
	изыскательскую деятельность с применением БПЛА
	Умение использовать аппаратно-программное обеспечение и оборудование БПЛА для решения отраслевых изыскательских задач
	Умение подготавливать и оформлять сопроводительную документацию
	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			
	Неудовлетворительно	Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
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 детали	Знает материал дисциплины в достаточном объеме	Обладает твердым и полным знанием материала дисциплины, владеет дополнительными знаниями
Полнота ответов на	Не дает ответы на	Дает неполные	Дает ответы на	Дает полные,

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	Неудовлетворительно	Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
вопросы	большинство вопросов	ответы на все вопросы	вопросы, но не все 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 изложение поясняющими схемами, рисунками и примерами	Выполняет поясняющие схемы и рисунки небрежно и с ошибками	Выполняет поясняющие рисунки и схемы корректно и понятно	Выполняет поясняющие рисунки и 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			
	Неудовлетворительно	Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
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 информационным	Не умеет пользоваться	На начальном уровне умеет пользоваться	На хорошем уровне умеет пользоваться	В полной мере умеет пользоваться

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	Неудовлетворительно	Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
и ресурсами для решения профессиональных задач				

### Оценка сформированности компетенций по показателю Навыки

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	Неудовлетворительно	Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
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 оптимальных технологий и оборудования БПЛА для решения профессиональных задач	Не владеет	Владеет на уровне поиска источников	Владеет на уровне анализа источников	Владеет на уровень интерпретации и самостоятельного 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 133, 024)	Специализированная мебель, мультимедийный проектор, экран; ПК Intel Core i5; комплект радиоаппаратуры управления с приемниками Radiomaster TX12 Mark II; FPV-шлемы
2	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 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
5	VR-тренажер оператора беспилотными аппаратами типа «КОПТЕР» «Подготовка управления 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. Постолиг, 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 202\_/202\_ учебный год  
без изменений / с изменениями, дополнениями

Протокол № \_\_\_\_\_ заседания кафедры СиГХ от \_\_\_\_\_ 202\_ г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Сулейманова Л.А.

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