



Частное учреждение  
«Центр дополнительного профессионального  
образования  
«Горное образование»

Юридический адрес: 129345, г. Москва, Гороховский пер., д. 5  
Адрес для корреспонденции: 107078, г. Москва, а/я 164  
Тел./факс (495) 641-00-45; e-mail: [info@gorobr.ru](mailto:info@gorobr.ru); [gorobr@inbox.ru](mailto:gorobr@inbox.ru)



УТВЕРЖДАЮ

В.В. Грицков

От «22» января 2021 г.

**Учебно-методический комплекс  
по программе  
дополнительного профессионального образования -  
программе повышения квалификации**

**ПРИМЕНЕНИЕ ПРОГРАММНО – АППАРАТНЫХ КОМПЛЕКСОВ НА  
БАЗЕ БЕСПИЛОТНЫХ АВИАЦИОННЫХ СИСТЕМ  
В НЕДРОПОЛЬЗОВАНИИ**

(наименование)

(72 часа)

г. Москва, 2021 г.

# **1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА**

Учебно-методический комплекс повышения квалификации дополнительного профессионального образования по направлению: «Применение программно – аппаратных комплексов (далее – ПАК) на базе беспилотных авиационных систем (далее БАС) в недропользовании» (далее – Программа). Комплекс предназначен для управления и самоуправления учебной деятельностью, направленной на повышение квалификации специалистов по: маркшейдерии, геодезии, картографии и фотограмметрии в целях подготовки квалифицированных специалистов для проведения аэрофото и видео съемочных работ с применением БАС объектов недропользования в целях маркшейдерского обеспечения производственной деятельности недропользователей. Создание комплекса обусловлено повышением требований к уровню квалификации и необходимостью освоения современных методов решения профессиональных задач.

## **Цели подготовки по программе:**

- повышение уровня квалификации специалистов в области производства аэрофото и видео съемочных работ в связи с необходимостью освоения современных методов и средств решения профессиональных задач;
- приобретение новых знаний, необходимых для решения задач, связанных с применением современных методов и технических средств, повышающих эффективность проведения аэросъемочных работ объектов недропользования.

## **Задачи подготовки по программе:**

1. Ознакомление с мировым и российским опытом в области применения ПАК на базе БАС.
2. Ознакомление с действующими нормативными правовыми актами и нормативно-технической документацией в области проведения аэросъёмки с использованием БАС в воздушном пространстве РФ.

3. Ознакомление с конструктивными особенностями БАС, принципами самолетовождения, оценки метеорологической обстановки и применяемой полезной нагрузки при проведении аэросъёмки при помощи БАС.

4. Получение теоретических знаний о возможностях применения ПАК на базе БАС для получения различных видов фото и видео материалов.

5. Ознакомление с современными технологиями ПАК в целях повышения эффективности и качества производства аэрофото и видео съемочных работ на объектах недропользования.

### **Требования к результатам освоения программы**

В результате освоения дисциплин слушатели должны:

#### ***получить знания:***

- о требованиях действующих нормативных документов по проведению аэросъёмки с использованием БАС в воздушном пространстве РФ;
- об основных конструктивных особенностях БАС;
- об основных летно-технических характеристиках современных БАС гражданского назначения;
- об основах самолетовождения и штурманского обеспечения полетов БАС;
- об основных метеорологических факторах и их влиянии на полеты БАС, включая опасные явления погоды, влияющие на безопасность полета БАС, характер их возникновения и развития;
- о типах полезной нагрузки устанавливаемого на БАС гражданского назначения аэросъемочного и специального оборудования;
- о порядке и содержании проводимых работ в ходе подготовки и выполнения аэросъемочных работ с использованием БАС;
- о теоретических основах геодезического обеспечения при проведении аэрофотосъемки БАС и обработки геодезических измерений;
- о методах и средствах создания опорных геодезических сетей при создании топографических планов и карт с применением БАС;
- о теоретических основах фотограмметрических методов обработки информации, получаемой БАС;

- о методах и технологиях, используемых для фотограмметрической обработки информации, получаемой БАС, с целью создания картографических материалов;
- о методах и технологиях, используемых для фотограмметрической обработки информации, получаемой БАС, с целью решения не топографических задач в различных областях науки и производства.

***Приобрести основные навыки и умения:***

- основные навыки необходимые при выполнении подготовительных работ при применении ПАК на базе БАС;
- основные навыки по объективной оценке метеоусловий перед проведением аэрофотосъемочных работ с применением БАС;
- основные навыки применения БАС для выполнения аэросъемочных работ;
- основные навыки проведения камеральной обработки информации и данных полученных в ходе выполнения аэросъемочных работ;
- уметь определять объемы и вести учет выполненных работ;
- владеть рациональными приемами поиска и использования научно-технической информации по применению ПАК на базе БАС.

## 2. УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН ПРОГРАММЫ

### 2.1 Объем программы и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов
Общий объем программы	72
Лекционные занятия	12
Лабораторные и практические занятия	56
Выполнение итоговой аттестационной работы	4

### 2.2 Учебный план

№	Наименование разделов и дисциплин	Всего	В том числе		Форма контроля
			Лекции	Пр, лаб, сем. занятия	
Лекции – 12 ч					
1	Мировой и российский опыт в области приме-	2	2		

№	Наименование разделов и дисциплин	Всего	В том числе		Форма контроля
			Лекции	Пр, лаб, сем. занятия	
	нения программно-аппаратных комплексов на базе БАС. Классификация БАС. Анализ рынка производства БАС и предоставляемых услуг с их использованием. Перспективы его развития. Основные этапы развития применения беспилотной авиации в РФ.				
3	Конструктивные особенности БАС и виды полезных нагрузок. Основы эксплуатации БАС и оценка погодных условий их применения.	4			
3.1	Конструктивные особенности БАС гражданского назначения. Виды полезной нагрузки используемой на БАС. Основные метеорологические факторы и их влияние на аэросъемку при помощи БАС.	2	2		
3.2	Основы самолетовождения и принципы автоматизированного самолетовождения, реализованные в БАС. Штурманская подготовка к полету для производства аэросъемки с использованием БАС.	2	2		
4	Нормативно-правовые основы применения программно-аппаратных комплексов на базе БАС в воздушном пространстве РФ. Порядок подготовки разрешительной документации для реализации полетов БАС в воздушном пространстве РФ.	2	2		
5	Основы фотограмметрии и автоматизации фотограмметрических измерений.	2	2		
6	Основы геодезического обеспечения при проведении аэрофотосъемки и обработки геодезических измерений	2	2		
Практические занятия класс 4 ч					
	Подготовка аэросъемочных проектов, проектирование планово – высотного обоснования.	4		4	
Практические занятия полигон 32 ч					
	Порядок выполнения аэрофотосъемки с применением БАС. Предварительная оценка качества данных АФС	32		32	
Практические занятия класс 20 ч					
7	Фотограмметрическая обработка данных АФС полученных при помощи БАС, с целью создания картографических материалов с применением ПАК.	20		20	
8	Итоговое тестирование	4			
	Итого	72			

## **2.3 Содержание программы**

**Раздел 1. Мировой и российский опыт в области применения программно-аппаратных комплексов на базе БАС для создания ортофотопланов и цифровых моделей местности. Основные этапы развития применения беспилотной авиации в РФ. Классификация БАС**

Основные понятия и определения в области применения БАС. История развития беспилотных авиационных систем в конце 20 - начале 21 веков. Мировой и Российский опыт применения БАС. Перспективы развития БАС в РФ. Классификация БАС.

**Раздел 2. Нормативно-правовые основы применения программно-аппаратных комплексов на базе БАС в воздушном пространстве РФ для создания ортофотопланов и цифровых моделей местности. Порядок подготовки разрешительной документации для реализации полетов БАС в воздушном пространстве РФ**

Основной перечень актуальных нормативно-правовых документов, определяющие порядок и правила получения разрешения на проведение аэрофотосъемки и последующего использования ее материалов.

Основной перечень актуальных нормативно-правовых документов, определяющих порядок и правила использования воздушного пространства БАС. Основной перечень нормативно – технической документации, определяющей требования к точности и другим характеристикам конечного картографического продукта.

Общая структура единой системы организации воздушного движения в РФ. Основные требования нормативных документов, определяющих порядок и правила получения разрешения на использование воздушного пространства РФ БАС. Ответственность за нарушения правил использования воздушного пространства.

**Раздел 3. Конструктивные особенности БАС и виды полезных нагрузок. Основы эксплуатации БАС и оценка погодных условий их применения**

### *Тема 3.1 Конструктивные особенности БАС гражданского назначения.*

#### *Виды полезной нагрузки, используемой на БАС*

Общая структурная схема БАС гражданского назначения. Основное назначение составных частей БАС. Достоинства и недостатки БАС.

Возможные варианты аэросъемочного оборудования, устанавливаемого на БАС. Модели фотокамер, устанавливаемых на БАС и их характеристики. Схемы установки и используемые платформы для установки. Используемые накопители информации. Особенности эксплуатации.

Модели видео- и тепловизионных камер, устанавливаемых на БАС, и их характеристики. Используемые платформы для установки и их характеристики. Используемые накопители информации. Особенности эксплуатации.

### *Тема 3.2 Основы самолетовождения и принципы автоматизированного самолетовождения, реализованные в БАС*

Основные понятия и определения самолетовождения. Способы вывода самолета в заданную точку. Принципы решения задачи автоматического самолетовождения, реализованные в БАС. Задачи, решаемые навигационным комплексом БАС.

### *Тема 3.3 Штурманская подготовка к полету для производства аэрофотосъемки с использованием БАС*

Аэронавигационная информация, используемая при подготовке к полету и в полете. Порядок и правила штурманского расчета полета на аэрофотосъемку. Методики расчета параметров аэрофотосъемки. Геоинформационные системы, виды карт и порядок их использования при подготовке к полету.

### *Тема 3.4 Основные метеорологические факторы и их влияние на аэрофотосъемку при помощи БАС*

Вертикальное перемещение воздуха. Термические воздушные потоки: причины и условия возникновения, характер воздействия на БАС. Динамические воздушные потоки: причины и условия возникновения, характер воздействия на БАС. Определение и классификация облаков по внешнему виду и по

высоте расположения. Условия образования облаков, их вертикальная мощность. Осадки и условия их образования. Влажность воздуха. Точка росы. Конденсация водяного пара. Обледенение. Влияние этих факторов на распространение волн видимого диапазона. Ограничения в работе аэрофотосъемочного оборудования по метеоусловиям. Оценка метеорологической обстановки по картам погоды. Оценка метеорологической обстановки в полете. Принятие решения на аэрофотосъемку. Оценка и анализ влияния прогнозируемых метеоусловий на выполнение аэрофотосъемки по открытым источникам метеоинформации.

#### **Раздел 4 Анализ рынка производства БАС и предоставляемых услуг с их использованием. Перспективы его развития.**

Сравнительный анализ развития рынка производства БАС гражданского назначения за рубежом и в РФ. Прогноз его развития. Сравнительный анализ развития рынка предоставления услуг с использованием БАС за рубежом и в РФ. Прогноз его развития. Сдерживающие факторы его развития.

#### **Раздел 5. Подготовительные работы при применении программно-аппаратных комплексов на базе беспилотных летательных аппаратов**

##### *Раздел 5.1 Подготовка аэросъемочных проектов, проектирование планово – высотного обоснования в качестве контрольных точек*

Подготовка аэросъемочных проектов на примере тестового полигона, в специальном программном обеспечении по планированию полетов.

Рекогносцировка объекта съемки, составление проекта точек планово – высотной подготовки в качестве контрольных точек.

##### *Раздел 5.2 Закладка, маркировка и измерение контрольных точек. Общие сведения о типах и методах применения наземных ГНСС приемников*

Общие сведения о системах координат. Преобразование координат и высот при геодезическом обеспечении аэрофотосъемочных работ. Преобразование между разнотипными системами координат. Преобразования между

геодезическими и нормальными высотами. Определение нормальных высот с помощью геодезической спутниковой аппаратуры.

Виды бортовой и наземной геодезической спутниковой аппаратуры и требования к ней. Планирование наблюдений геодезической спутниковой аппаратурой. Настройка бортовой и наземной геодезической спутниковой аппаратуры. Статические и кинематические режимы наблюдений. Использование режима RTK для решения задач топографии. Правила составления абриса в полевых условиях. Правила наблюдения на пунктах ГГС.

Техника безопасности при использовании спутниковой аппаратуры.

Маркирование точек ПВО. Составление карточки точки ПВО. Определение координат и высот базовых станций и точек ПВО с применением геодезической спутниковой аппаратуры.

## **Раздел 6. Аэрофотосъемочные работы с применением БАС.**

### *Раздел 6.1 Геодезическое обеспечение аэрофотосъемочных работ*

Роль геодезического обеспечения аэрофотосъемочных работ. Геодезические средства измерений, применяемые при обеспечении аэрофотосъемочных работ. Метрологическая поверка средств измерений. Периодичность поверок. Нормативные документы для проведения поверок.

Подготовка наземного спутникового геодезического оборудования к работе. Установка базовых станций.

### *Раздел 6.2 Порядок выполнения аэрофотосъемки с применением беспилотной авиационной системы*

Оценка погодных условий, для выполнения АФС. Подготовка БАС к работе на участке. Проведение предполетной проверки и выполнение аэрофотосъемки.

### *Раздел 6.3 Предварительная оценка качества данных АФС*

Проверка целостности геодезических измерений, траекторий полета, наличие и качество аэрофотоснимков.

## **Раздел 7 Камеральная обработка данных АФС**

*Раздел 7.1 Обработка геодезических данных с бортового ГНСС приемника и наземных базовых станций. Вычисление центров фотографирования*

Специальное программное обеспечение для обработки геодезических данных. Импорт данных. Форматы данных спутниковых наблюдений. RINEX-формат. Настройка обработки базовых линий. Варианты обработки базовых линий. Выбор параметров уравнивания. Особенности свободного уравнивания и уравнивания с ограниченными условиями. Обработка кинематических ГНСС измерений с целью определения высокоточных центров проекции. Создание каталога центров фотографирования для импорта в фотограмметрическую станцию.

*Раздел 7.2 Фотограмметрическая обработка данных АФС полученных при помощи БАС, с целью создания картографических материалов.*

*Раздел 7.2.1 Основы фотограмметрии и автоматизации фотограмметрических измерений.*

Кадровый снимок как центральная проекция. Элементы внутреннего и внешнего ориентирования снимка. Принцип определения координат точек местности по измеренным точкам на снимке. Прямая и обратная фотограмметрическая засечка. Построение и уравнивание фототриангуляции.

Основные методы идентификации соответственных точек на перекрывающихся снимках с целью определения их взаимного ориентирования и построения плотных облаков точек местности. Метод корреляции. Метод наименьших квадратов. Применение пирамиды изображений. Применение базисных линий. Вычисление градиента изображения. Различные операторы выделения характерных зон изображений. Масштабно-инвариантное преобразование (SIFT). Глобальный и полу глобальный метод.

*Раздел 7.2.2 Камеральная и полевая фотограмметрическая калибровка съемочной камеры*

Определение элементов внутреннего ориентирования съемочной камеры, параметров дисторсии и других систематических искажений цифрового снимка в лабораторных и полевых условиях. Требования к лабораторному тест-объекту и полевому тестовому полигону.

*Раздел 7.2.3 Фототриангуляция, построение ортофотоплана и трехмерных моделей местности. Экспорт данных в геоинформационные системы и САПР для дальнейшего анализа данных.*

Особенности построения и уравнивания фототриангуляции для аэрофотосъемки выполненной БАС. Оценка точности фототриангуляции по опорным и контрольным опорным точкам, по остаточным расхождениям измерений точек на снимке. Использование навигационных и высокоточных центров проекции. Особенности планово-высотной подготовки аэрофотоснимков. Фототриангуляция с самокалибровкой.

Основные технологические процессы фотограмметрической обработки аэрофотоснимков: создание плотного облака точек и модели поверхности, классификация плотного облака точек и построение матрицы рельефа, построение ортофотоплана по матрице рельефа и истинного ортофотоплана по модели поверхности, оценка точности ортофотоплана, построение 3-х мерных моделей местности.

Экспорт продуктов фотограмметрической обработки в ГИС и САПР: ортофотопланов, ЦММ, ЦМР, облаков точек, 3-х моделей и т.д.. Основы создания баз данных картографических материалов. Решение картометрических задач: определение длин линий, полигонов, площадей, объемов и т.д. Решение прикладных задач по картографическим данным (определение объемов сыпучих материалов, отвалов, объемов выработки на карьерах).

## **Раздел 8 Выполнение итоговой аттестационной работы**

Выполнение самостоятельной итоговой работы, проведение итогового тестирования (зачет), разбор ошибок и недочетов, поиск решений.

## **3. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОГРАММЫ**

### ***Основная литература:***

- 1) Астапенко П.Д. и др. Авиационная метеорология. М.: «Транспорт» 1985.
- 2) Баранов А.М. и др. Авиационная метеорология и метеорологическое обеспечение полетов. М.: Транспорт, 1993.

- 3) Лиховид А.С., Устюгов А.Н. Авиационная картография и военная топография. М., Воениздат, 1986.
- 4) Миронов Н.Ф. Воздушная навигация и аэронавигационное обеспечение полетов, М: «Транспорт» 1992 г.
- 5) Михайлов А.П., Чибуничев А.Г. Фотограмметрия, Москва, изд. МИИ-ГАиК 2016. 293стр.
- 6) Назаров А. С. Фотограмметрия. — ТерраСистемс, 2006.
- 7) Обидалов А. И., Лимонов А. Н., Гаврилова Л. А. Фотограмметрия и дистанционное зондирование Земли. — Колос, 2006.
- 8) Роберт А. Шовенгердт, перевод с англ. А.В. Кирюшина, А.И. Демьяникова. Дистанционное зондирование. Модели и методы обработки изображений. – Техносфера. 2010. – 352 с.
- 9) Селиханович В.Г. Геодезия: Учебник для вузов, Ч.II. - М.: «Недра», 1981. - 544 с.
- 10) К.М. Антонович; Использование спутниковых радионавигационных систем в геодезии [Текст]. В 2 т. Т. 2. Монография; ГОУ ВПО «Сибирская государственная геодезическая академия». – М.: ФГУП «Картгеоцентр», 2006. – 360 с.: ил.
- 11) Серапинас Б.Б. Глобальные системы позиционирования. - изд. 3-е, М.: ИКФ «Каталог», 2002.
- 12) Черный М.А., Кораблин В.И. Самолетовождение, М.: «Транспорт» 1991 г.
- 13) Ямбаев Х.К., Голыгин Н.Х. Геодезическое инструментоведение. Практикум - М., ЮКИС – 2005.
- 14) Hofmann-Wellenhof B., Lichtenegger H., Wasle E. GNSS - Global Navigation Satellite Systems (GPS, GLONASS, Galileo and more) - Springer, 2008.
- 15) Manual of Photogrammetry / J. Chris McGlone. — Sixth Edition. — Maryland, USA: ISPRS, 2013. — ISBN 1-57083-099-1.
- 16) Richards J.A. Remote Sensing Digital Image Analysis. An Introduction. Springer, 2013, -503 pp.

#### ***Нормативно-правовые документы:***

1. Воздушный кодекс Российской Федерации (ФЗ РФ от 19.03.1997 № 60-ФЗ).

2. Закон Российской Федерации от 21.02.1992 № 2395-1 «О недрах».
3. Закон Российской Федерации от 27 апреля 1993 г. № 4871-1 в ред. от 10.01.2003 №15-ФЗ «Об обеспечении единства измерений».
4. Федеральные авиационные правила «Организация воздушного движения в Российской Федерации» (утв. пр. Министерства транспорта РФ от 25.11.2011 № 293).
5. Федеральные авиационные правила «Подготовка и выполнение полетов в гражданской авиации Российской Федерации» (утв. приказом Министерства транспорта РФ от 31.07.2009).
6. Федеральные правила использования воздушного пространства Российской Федерации (утв. Постановлением Правительства РФ от 11.03.2010 № 138).
7. РД 07-603-03 «Инструкция по производству маркшейдерских работ», утверждена постановлением Госгортехнадзора России от 06.06.2003 № 73.
8. РД 07-604-03 «Инструкция по маркшейдерскому учету объемов горных работ при добыче полезных ископаемых открытым способом», утверждена постановлением Госгортехнадзора России от 06.06.2003 № 74.
9. Инструкция по фотограмметрическим работам при создании цифровых топографических карт и планов. -М.: ЦНИИГАиК, 2002. -100 с.
10. ГОСТ 22268-76 Геодезия. Термины и определения.
11. ГОСТ 21667-76. Картография. Термины и определения.
12. ГОСТ Р51833-2001 Фотограмметрия. Термины и определения.
13. ГОСТ Р 52369-2005 Фототопография. Термины и определения.
14. ГОСТ Р 53340-2009 Приборы геодезические. Общие технические условия.
15. ГКИНП - 02 - 033 - 79 «Инструкция по топографической съемке в масштабах 1:5 000, 1:2 000, 1:1 000 и 1:500».
16. ГКИНП (ГНТА)-02-036-02 «Инструкции по фотограмметрическим работам при создании цифровых топографических карт и планов».

17. ГКИНП-09-32-80 «Основные положения по аэрофотосъемке для создания и обновления топографических карт и планов».
18. ГКИНП 01-006-03 «Основные положения о государственной геодезической сети Российской Федерации».
19. ГКИНП 01-271-03 «Руководство по созданию и реконструкции городских геодезических сетей с использованием спутниковых систем ГЛОНАСС/GPS».
20. ГКИНП 06-278-04 «Руководство пользователя по выполнению работ в системе координат 1995 года (СК-95)».
21. ГКИНП 02-262-02 «Инструкция по развитию съемочного обоснования и съемке ситуации и рельефа с применением глобальных навигационных спутниковых систем ГЛОНАСС и GPS».
22. СП 47.13330.2016 «Инженерные изыскания для строительства. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 11-02-96».
23. СП 11-104-97 «Свод правил по инженерным изысканиям для строительства. Инженерно-геодезические изыскания для строительства» части I, II, III.
24. Руководство пользователя «Agisoft PhotoScan».
25. Инструкция по выполнению полетов БПЛА «Geoscan».

#### **4. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОГРАММЫ**

Для реализации программы используются:

- аудитории ЧУ «ЦПДО «Горное образование», оснащенные необходимым мультимедийным оборудованием и ПК с установленным специальным программным обеспечением необходимым для проведения учебного процесса;
- аудитории кафедры фотограмметрии оборудованные мультимедийным оборудованием и ПК, где установлены специализированные ПО: ЦФС - «Agisoft PhotoScan Pro», ГИС - «ГИС Спутник», программой планирова-

ния полетов - «GeoScan Planner», программа обработки ГНСС наблюдений - “Pinnacle” и другим ПО (САПР, ГИС) для оформления картографических материалов и решения прикладных задач по материалам фотограмметрической обработки АФС полученной с БАС;

- беспилотные летательные аппараты из линейки БАС «Геоскан»;
- материалы аэрофотосъемки, выполненной БАС;
- материалы планово-высотной подготовки и полевого дешифрирования снимков;
- тестовый полигон для выполнения учебных полетов и полевых работ по геодезическому обеспечению АФС.

## **5. СРЕДСТВА ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ**

Цель контроля - получение информации о результатах обучения и степени их соответствия результатам обучения.

Основным результатом освоения программы, с учетом профессиональных стандартов, является приобретение или совершенствование профессиональной квалификации, оценка которой имеет специфику в сравнении с оценкой умений и знаний.

### ***5.1. Текущий контроль***

Текущий контроль успеваемости, т.е. проверка усвоения учебного материала, регулярно осуществляется на протяжении обучения. Текущий контроль знаний слушателей организован как устный групповой опрос (УГО). Учитывается способность слушателей объективно оценивать состояние каждой проблемы и на профессиональном языке выражать свои мысли.

При оценке текущей успеваемости может реализоваться тестовая форма вопросов и ответов.

*Список вопросов для проведения текущего контроля и устного опроса слушателей:*

1. Общая структурная схема БАС гражданского назначения;
2. Порядок подготовки разрешительной документации для проведения АФС;
3. Ответственность за нарушения правил использования воздушного пространства БАС;
4. Оценка и анализ влияния прогнозируемых метеоусловий на выполнение аэросъемки по открытым источникам метеоинформации;
5. Геодезические средства измерений, применяемые при обеспечении аэрофотосъемочных работ;
6. Методы спутниковых измерений;
7. Для чего выполняют маркирование точек ПВО;
8. Метод спутниковых геодезических наблюдений применяемый для определения координат центров фотографирования;
9. Алгоритмы и методы автоматизации фотограмметрических измерений;
10. Методы лабораторной и полевой фотограмметрической калибровки цифровых съемочных камер;
11. Построения и уравнивание пространственной фототриангуляции.  
Оценка точности фототриангуляции;
12. Методы создания цифровых фотопланов и оценка их точности;
13. Состав ПАК «Геоскан», назначение элементов, технические характеристики линейки БАС «Геоскан»;
14. Порядок проведения АФС с использованием БАС из состава ПАК «Геоскан».

## **6. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ**

### ***Лекции***

Содержание лекций по программе должно отвечать следующим дидактическим требованиям:

- изложение материала от простого к сложному, от известного к неизвестному;
- логичность, четкость и ясность в изложении материала;

- возможность проблемного изложения, дискуссии, диалога с целью активизации деятельности слушателей;
- опора смысловой части лекции на подлинные факты, события, явления, статистические данные;
- тесная связь теоретических положений и выводов с практикой и профессиональной деятельностью слушателей.

Лекционные (аудиторные) занятия проводятся в интерактивной форме с использованием мультимедийного обеспечения (ноутбук, проектор).

Презентации позволяют качественно иллюстрировать практические занятия схемами, формулами, чертежами, рисунками. Кроме того, презентации позволяют четко структурировать материал занятия.

Электронная презентация позволяет отобразить процессы в динамике, что позволяет улучшить восприятие материала.

### ***Практические занятия***

Практические занятия по программе проводятся в форме семинаров и практических полевых и камеральных работ: с аэросъемочными БАС, наземными ГНСС приемниками, цифровыми фотограмметрическими системами. Такая форма проведения занятий позволяет привить слушателям практические навыки самостоятельной работы с научной - технической литературой, нормативными документами получить опыт полевых и камеральных работ.

На семинарах слушатели учатся грамотно излагать проблемы, свободно высказывать свои мысли и суждения, вести полемику, убеждать, доказывать, опровергать, отстаивать свои убеждения, рассматривают ситуации, способствующие развитию профессиональной компетентности. Всё это помогает приобрести навыки и умения, необходимые современному специалисту. Семинар проводится по узловым и наиболее сложным вопросам (темам, разделам) учебной программы. Он может быть построен как на материале одной лекции, так и на содержании обзорной лекции, а также по определённой теме без чтения предварительной лекции. Главная и определяющая особенность

любого семинара - наличие элементов дискуссии, диалога между преподавателем и слушателями, между самими слушателями.

Полевые испытания позволяют слушателям получить практические навыки по работе с БАС для решения инженерных задач.

## **7. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ СЛУШАТЕЛЕЙ ПО ОСВОЕНИЮ ПРОГРАММЫ**

Формирование у слушателей способностей и умения самостоятельно получать знания из различных источников, систематизировать полученную информацию и эффективно её использовать происходит в течение всего периода обучения через участие слушателей в лекционных и практических занятиях, причём самостоятельная работа слушателей играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

Самостоятельная работа, ее организация играют большую роль в обучении, а также в научной и творческой работе слушателя. От того, насколько слушатель подготовлен и включен в самостоятельную деятельность, зависят его успехи в учебе, научной и профессиональной работе. Самостоятельная работа, предусмотренная учебным планом, должна соответствовать более глубокому усвоению изучаемого курса, формировать навыки исследовательской работы и ориентировать слушателей на умение применять теоретические знания на практике.

Оценка результатов самостоятельной работы осуществляется как единство двух форм: самоконтроль и контроль со стороны преподавателей.

### ***Лекции***

Для понимания лекционного материала и качественного его усвоения слушателям необходимо вести конспекты лекций. В течение лекции слушатель делает пометки по тем вопросам лекции, которые требуют уточнений и

дополнений. Вопросы, которые преподаватель не отразил в лекции, слушатель должен изучать самостоятельно.

### ***Практические занятия***

На практических занятиях рекомендуется принимать активное участие в решении учебных задач, развивать способность на основе полученных знаний находить наиболее эффективные решения поставленных проблем по тематике практических занятий.

Слушателю рекомендуется следующая схема подготовки к практическому занятию:

- проработка конспекта лекций;
- чтение рекомендованной основной и дополнительной литературы по изучаемому разделу дисциплины;
- проработка наиболее сложных вопросов.

При возникновении затруднений следует сформулировать конкретные вопросы к преподавателю.

### ***Подготовка к зачету в форме тестирования***

При подготовке к зачету в форме тестирования у слушателя должен быть хороший учебник или конспект литературы, прочитанной по указанию преподавателя в процессе освоения программы.

Вначале следует просмотреть весь материал, отметить для себя трудные вопросы. Обязательно в них разобраться. В заключение еще раз целесообразно повторить основные положения, используя при этом опорные конспекты лекций.

Если в процессе самостоятельной работы над изучением теоретического материала или при выполнении практических заданий у слушателей возникают вопросы, разрешить которые самостоятельно не удается, необходимо обратиться к преподавателю для получения у него разъяснений или указаний. В своих вопросах слушатель должен четко выразить, в чем он испытывает затруднения, характер этого затруднения. За консультацией следует обращаться

и в случае, если возникнут сомнения в правильности ответов на вопросы самопроверки.

## **8. ВОПРОСЫ К ИТОГОВОМУ КОНТРОЛЮ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ**

1. Построения и уравнивание сетей пространственной фототриангуляции. Оценка точности фототриангуляции.
2. Методы построения цифровых моделей поверхности и рельефа и оценка их точности.
3. Методы создания цифровых фотопланов и оценка их точности;
4. Методы лабораторной и полевой фотограмметрической калибровки цифровых съемочных камер.
5. Алгоритмы и методы автоматизации фотограмметрических измерений.
6. Порядок подготовки разрешительной документации для проведения АФС.
7. Ответственность за нарушения правил использования воздушного пространства БАС.
8. Общая структурная схема БАС гражданского назначения.
9. Методика расчета параметров аэрофотосъемки.
10. Оценка и анализ влияния прогнозируемых метеоусловий на выполнение аэросъемки по открытым источникам метеоинформации.
11. Порядок проведения АФС с использованием БАС.
12. Методика фотограмметрической калибровки цифровых фотокамер.
13. Геодезические средства измерений, применяемые при обеспечении аэрофотосъемочных работ.
14. Требования, предъявляемые к спутниковыми приемниками применяемым для обеспечения аэрофотосъемочных работ.
15. Периодичность метрологических поверок используемых средств измерений.
16. Методы спутниковых измерений.
17. Требования, предъявляемые к пунктам наблюдений спутниковыми приемниками.

18. Какие высоты определяются спутниковой геодезической аппаратурой.
19. Для чего выполняют маркирование точек ПВО.
20. Метод спутниковых геодезических наблюдений применяемый для определения координат центров фотографирования.
21. Метод спутниковых геодезических наблюдений применяемый для определения координат точек ПВО.
22. Метод спутниковых геодезических наблюдений применяемый для определения высот базовых станций.
23. Состав ПАК «Геоскан», назначение элементов.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Учебно-методический комплекс повышения квалификации дополнительного профессионального образования по направлению: «Применение программно – аппаратных комплексов на базе беспилотных авиационных систем, для получения картографических материалов». Комплекс предназначен для управления и самоуправления учебной деятельностью, направленной на повышение квалификации специалистов по: аэрофотосъемке, геодезии, маркшейдерии, картографии и фотограмметрии в целях подготовки квалифицированных специалистов для проведения инженерных изысканий в различных областях хозяйственной и научной деятельности организаций, осуществляющих производство топографо-геодезических работ. Создание комплекса обусловлено повышением требований к уровню квалификации и необходимостью освоения современных методов решения профессиональных задач.

При разработке УМК для реализации программы основные акценты сделаны на ознакомлении специалистов различных организаций с мировым и российским опытом производства тографо-геодезических работ с использованием БАС, для решения задач в разных областях хозяйственной деятельности человека.

Успешное освоение программы обеспечивает актуализацию квалификации (соответствие требованиям профессиональных стандартов) специалистов, осуществляющих производство тографо-геодезических работ, в условиях изменения целей, содержания, технологий, нормативно-правового обеспечения профессиональной деятельности.

## **ГЛОССАРИЙ**

**Учебно-методический комплекс (УМК)** - совокупность учебно-методических материалов, способствующих эффективному формированию компетенций слушателей в рамках учебной дисциплины (модуля). Лекции – форма учебного занятия, цель которого состоит в рассмотрении теоретических вопросов излагаемой дисциплины в логически выдержанной форме.

**Практические занятия** – одна из форм учебного занятия, направленная на развитие самостоятельности слушателей и приобретение умений и навыков.

**Семинары** - составная часть учебного процесса, групповая форма занятий при активном участии слушателей. Семинары способствуют углублённому изучению наиболее сложных проблем науки и служат основной формой подведения итогов самостоятельной работы слушателей.

**Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО по направлению «Геодезия и дистанционное зондирование».**

Авторы: Кузнецов В.А., к.в.н., директор центра сбора данных аэрокосмического мониторинга ОАО «Газпром космические системы» (ГКС), Курков В.М., к.т.н., доцент Московский государственный университет геодезии и картографии (МИИГАиК), Прокоп А.Д. начальник отдела автономной некоммерческой организации (АНО) «Аудит недропользования и консалтинг», Курков М.В., начальник научно – исследовательского отдела ООО «Скан» (ГК «Геоскан»).