

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



УТВЕРЖДАЮ

Директор института

Перцев В.В.

«25» мая 2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

дисциплины

**Основы аэрогеодезии**

специальность

**21.05.04 Горное дело**

специализация

**Горные машины и оборудование**

Квалификация

Горный инженер

Форма обучения

Очная

Институт: **Архитектурный**

Кафедра: **Городского кадастра и инженерных изысканий**

Белгород 2023

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования - специалитет по специальности 21.05.04 «Горное дело», утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования РФ от 12 августа 2020 г. № 987
- учебного плана, утвержденного ученым советом БГТУ им. В.Г. Шухова в 2023 году.

Составитель (составители): к.т.н., доц.  (Н.М. Лозовой)  
ст. преп.  (Е.Р. Шин)  
асс.  (М.А. Лепёшкина)

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры ГКИИ

12.05.2023 г., протокол № 9/1

Заведующий кафедрой: к.т.н., доцент  / Н.В. Ширина /

Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой  
механического оборудования,

Заведующий кафедрой: к.т.н., доц.  /С.И. Анциферов/

« 23 » мая 2023 г.

Рабочая программа одобрена методической комиссией архитектурного института

25.05.2023 г., протокол № 9

Председатель: асс.  (М.А. Лепёшкина)

## 1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Категория (группа) компетенции	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине
Профессиональные компетенции	ПК-4 Способен работать с программными продуктами общего и специального назначения для моделирования горных машин и оборудования, реализовывать мероприятия по совершенствованию и повышению технического уровня техники, обеспечению конкурентоспособности горных машин и оборудования в современных экономических условиях (производственно-технологический)	ПК-4.4 Применяет аэрокосмические методы картографирования и моделирования, основанные на компьютерных технологиях обработки снимков, полученных, в том числе с применением БАС	<b>Знать:</b> методы дистанционного зондирования, аэрокосмические методы картографирования и моделирования, компьютерные технологии обработки снимков, полученных, в том числе с применением БАС <b>Уметь:</b> применять аэрокосмические методы картографирования и моделирования, основанные на компьютерных технологиях обработки снимков, полученных, в том числе с применением БАС <b>Владеть:</b> навыками картографирования и моделирования, компьютерными технологиями обработки снимков, полученных, в том числе с применением БАС

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

**Компетенция** ПК-4 Способен работать с программными продуктами общего и специального назначения для моделирования горных машин и оборудования, реализовывать мероприятия по совершенствованию и повышению технического уровня техники, обеспечению конкурентоспособности горных машин и оборудования в современных экономических условиях (производственно-технологический)

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1	Математическое моделирование и САПР Спецкурс по высшей математике
2	Производственная научно-исследовательская работа
3	Производственная преддипломная практика
4	Выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость составляет 2 зач. единиц, 72 часа.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 8
Общая трудоемкость дисциплины, час	72	72
<b>Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:</b>	36	36
лекции	17	17
лабораторные		
практические	17	17
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации	2	2
<b>Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:</b>	36	36
Курсовой проект		
Курсовая работа		
Расчетно-графическое задание		
Индивидуальное домашнее задание		
Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	36	36
Зачет	3	3

### 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 на подготовку к аудиторным занятиям <sup>1</sup>
<b>1. Предмет и основные задачи аэрогеодезии, ее связь с другими дисциплинами</b>					
	Предмет и основные задачи аэрогеодезии, ее связь с другими дисциплинами. Фототопография как составная часть фотограмметрии. История развития мировой и отечественной фотограмметрии.	2	-	-	2
<b>2. Аэрофотосъемочные работы</b>					
	Аэрофотосъемочные работы. Применение БПЛА. Требования к аэросъемочным работам. Определение основных параметров аэрофотосъемки. Влияние факторов полета на качество съемки.	2	2	-	4
<b>3. Трансформирование аэрофотоснимков</b>					

	Системы координат, применяемые в фотограмметрии. Элементы внутреннего ориентирования снимка. Вспомогательная система координат. Элементы внешнего ориентирования снимков (наземных и аэрофотоснимков). Элементы взаимного ориентирования пары снимков. Уравнение взаимного ориентирования снимков. Определение элементов взаимного ориентирования снимков. Случай неопределенности элементов взаимного ориентирования снимков.	2	2	-	4
<b>4. Пространственная фототриангуляция</b>					
	Аэрофототриангуляция. Метод независимых и частично зависимых моделей. Деформации моделей. Построение и уравнивание аналитической фототриангуляции по способу связок. Структура системы нормальных уравнений. Учёт нефотограмметрических измерений (бортовых GPS-определений). Эффективный алгоритм решения системы нормальных уравнений. Определение элементов ориентирования фотоснимка по опорным точкам. Другие методы определения элементов ориентирования. Метод определения угловых элементов ориентирования снимка, основанный на использовании кватернионов.	2	-	-	2
<b>5. Создание планов и карт на основе материалов аэросъемки</b>					
	Масштаб аэроснимка. Искажения изображения, вызываемые рельефом местности и наклоном снимка. Технология создания фотопланов. Трансформирование цифровых снимков. Создание цифровых фотопланов. Цифровые съёмочные камеры и фотограмметрические программные комплексы. Дешифрирование аэрофотоснимков. Методы и технология топографического дешифрирования. Технология построения планов и карт по результатам аэрофотосъемки.	4	6	-	10
<b>6. Обработка неметрических снимков</b>					
	Неметрические съёмочные камеры и неметрические снимки. Принципы обработки неметрических снимков Теоретические основы проективной геометрии: коллинеарные преобразования. Сложное отношение, проективные координаты, векторная интерпретация проективных координат. Представление уравнения коллинеарности через однородные проективные координаты. Алгоритмы обработки неметрических снимков.	3	5	-	8
<b>7. Воздушное лазерное сканирование</b>					
	Лазерные сканеры, принципиальное устройство сканера. Физические основы лазерной локации Области применения лазерного сканирования. Навигационное обеспечение лазерной локации. Лазерно-локационный метод в топографии и системы картографирования реального времени.	2	2	-	6
	<b>ВСЕГО</b>	<b>17</b>	<b>17</b>	<b>-</b>	<b>36</b>

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

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического (семинарского) занятия	К-во часов	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным
-------	---------------------------------	---	------------	---

				занятиям	
семестр № 8					
1	Аэрофотосъёмочные работы	Планирование аэрофотосъёмочных маршрутов. Использование и учет ЦМР при планировании АФС	2	4	
2	Трансформирование аэрофотоснимков	Ортотрансформирование снимков в ПО Agisoft Metashape	2	4	
3	Обработка неметрических снимков	Создание проекта в ПО Agisoft, загрузка снимков, ориентирование снимков, построение плотной модели, построение и экспорт ортофото- и облака точек.	5	10	
4	Создание планов и карт на основе материалов аэросъемки	Создание ортофотоплана. Дешифрирование ортофотоплана. Построение ситуационного плана Построение ЦМР, создание горизонталей и отметок высот. Согласование ситуационного плана и модели рельефа.	6	8	
5	Воздушное лазерное сканирование	Регуляризация облаков точек. Классификация облаков точек. Создание регулярных и нерегулярных моделей рельефа. Создание 3-D моделей	2	6	
ИТОГО:			17	32	

#### 4.3. Содержание лабораторных занятий

Не предусмотрено учебным планом.

#### 4.4. Содержание курсового проекта/работы

Не предусмотрено учебным планом.

#### 4.5. Содержание расчетно-графического задания, индивидуальных домашних заданий

Не предусмотрено учебным планом.

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

#### 5.1. Реализация компетенций

**Компетенция ПК-4** Способен работать с программными продуктами общего и специального назначения для моделирования горных машин и оборудования, реализовывать мероприятия по совершенствованию и повышению технического уровня техники, обеспечению конкурентоспособности горных машин и оборудования в современных экономических условиях (производственно-технологический)

Наименование достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК-4.4 Применяет аэрокосмические методы картографирования и моделирования, основанные на компьютерных технологиях обработки снимков, полученных, в том числе с применением БАС	зачет, решение практических заданий, тестирование

## 5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

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

Примерный перечень вопросов к экзамену для оценивания результатов обучения в виде ЗНАНИЙ (обучающийся помнит, понимает и может продемонстрировать широкий спектр знаний)

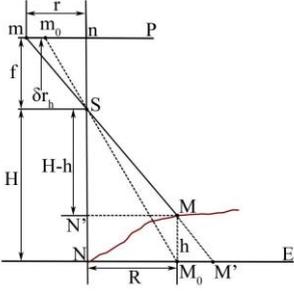
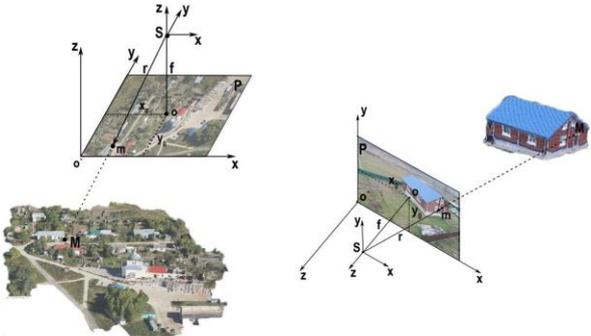
Компетенция	Вопросы
ПК- 4	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Чем отличаются активные и пассивные съёмочные системы?</li><li>2. Назовите основные источники деформации изображения в топографических аэрофотоаппаратах.</li><li>3. Перечислите основные параметры плановой топографической аэрофотосъёмки.</li><li>4. По каким критериям оценивается качество (фотографическое и фотограмметрическое) аэрофотоснимков?</li><li>5. Назовите особенности проведения аэрофотосъёмки застроенных территорий.</li><li>6. Каковы отличительные особенности получения космических снимков?</li><li>7. Перечислите элементы центральной проекции (плоскости, линии, точки).</li><li>8. Изобразите схему смещения точек на снимке вследствие его наклона.</li><li>9. Как смещаются точки на снимке под влиянием рельефа местности?</li><li>10. Что отражают поперечные параллаксы пары аэрофотоснимков?</li><li>11. Какие величины используют для расчёта превышения одной точки над другой для «идеальных снимков»?</li><li>12. Что называют фотосхемой?</li><li>13. Каковы назначение фотосхемы и способы монтажа?</li><li>14. Что называют цифровой моделью местности (ЦММ), рельефа (ЦМР), ситуации (ЦМС)?</li><li>15. Каково содержание цифровых карт (ЦК) и в чем их преимущество перед графическими (традиционными) картами?</li><li>16. Назовите элементы внутреннего ориентирования аэроснимка и как они определяются?</li><li>17. Какие системы координат используются при фотограмметрической обработке аэроснимков?</li><li>18. В чем суть аналитического трансформирования аэроснимков?</li><li>19. Каковы элементы взаимного ориентирования пары снимков?</li><li>20. Какова цель взаимного ориентирования стереопары?</li><li>21. Что называют привязкой аэрофотоснимков и как часто необходимо располагать знаки?</li><li>22. Что называют фототриангуляцией и как она классифицируется?</li><li>23. Какие полевые геодезические работы необходимо выполнить при производстве наземной стереофотограмметрической съёмке?</li><li>24. Назовите этапы цифровой фотограмметрической обработки одиночного снимка.</li><li>25. Укажите программные средства для работы с результатами аэросъёмки с БПЛА</li><li>26. Каковы требования к качеству цифровых снимков?</li><li>27. Технологические варианты ортотрансформирования и изготовления ортофотопланов</li><li>28. Основные сведения об аэро- и космических съёмках</li><li>29. Определение смещения точек и поправок за угол наклона аэрофотоснимка</li><li>30. Планово-высотная привязка аэроснимков</li></ol>

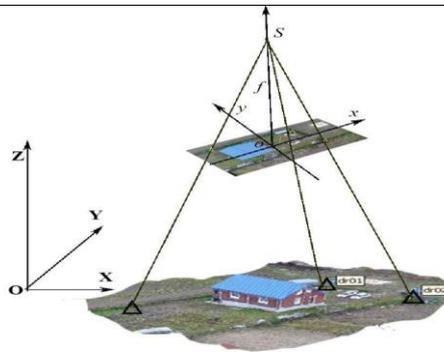
Примерный перечень практических контрольных заданий к экзамену для оценивания результатов обучения в виде УМЕНИЙ (применять, анализировать, оценивать, синтезировать: уметь использовать изученный материал в конкретных условиях и в новых ситуациях)

Компетенция	Практические контрольные задания
ПК-4	При дешифрировании аэрофотоснимка определяют: <b>А) конфигурацию объекта и/или его размер</b> Б) высоту сечения рельефа местности В) масштаб аэрофотоснимка
	Что называют фотосхемой? <b>А) непрерывное фотографическое изображение местности, созданное из нетрансформированных аэроснимков</b> Б) отдельные снимки местности В) схема местности, вычерченная по аэрофотоснимкам без использования масштаба
	Ортофотоплан – это А) непрерывное фотографическое изображение местности, созданное из нетрансформированных аэроснимков <b>Б) фотографический план местности на точной геодезической основе, полученный путём аэрофотосъёмки</b> В) фотографическое изображение (черно-белая или цветная фотографическая схема) местности, составленное из рабочих площадей снимков
	Фототопографическую съёмку делят на наземную и воздушную (аэрофототопографическую) съёмку в зависимости от А) фотоленки Б) фотобумаги <b>В) применяемых технических средств</b> Г) средств автоматизации Д) погодных условий
	Съёмочные системы, в которых изображение строится в виде двумерной непрерывной записи яркостей элементов ландшафта, называются А) оптическими <b>Б) кадровыми</b> В) механическими Г) съёмочными Д) техническими
	Фототопография, прикладная фотограмметрия, космическая фотограмметрия, цифровая фотограмметрия – это: А) направления геодезии Б) направления землеустройства В) направления планировки Г) направления кадастра <b>Д) направление фотограмметрии</b>
	Процесс распознавания изображенных на снимках объектов и определения их характеристик называется А) картографированием снимков Б) мензульной съёмкой В) топографической съёмкой <b>Г) дешифрированием снимков</b> Д) построением цифровых моделей рельефа
	Что называют фотосхемой? <b>А) непрерывное фотографическое изображение местности, созданное из нетрансформированных аэроснимков</b> Б) отдельные снимки местности В) схема местности, вычерченная по аэрофотоснимкам без использования масштаба
	Ортофотоплан – это А) непрерывное фотографическое изображение местности, созданное из нетрансформированных аэроснимков <b>Б) фотографический план местности на точной геодезической основе, полученный путём аэрофотосъёмки</b>

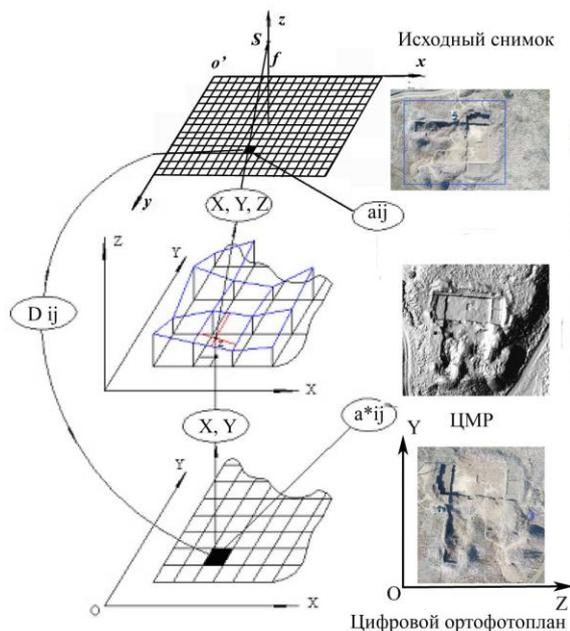
	В) фотографическое изображение (черно-белая или цветная фотографическая схема) местности, составленное из рабочих площадей снимков
	Фототопографическую съемку делят на наземную и воздушную (аэрофототопографическую) съемку в зависимости от А) фотопленки Б) фотобумаги <b>В) применяемых технических средств</b> Г) средств автоматизации Д) погодных условий
	Съемочные системы, в которых изображение строится в виде двумерной непрерывной записи яркостей элементов ландшафта, называются А) оптическими <b>Б) кадровыми</b> В) механическими Г) съемочными Д) техническими

Примерный перечень практических контрольных заданий к экзамену для оценивания результатов обучения в виде **НАВЫКОВ** (владеть наиболее общими, универсальными методами действий, познавательными, творческими, социально-личностными навыками).

Компетенция	Практические контрольные задания
ПК-4	<p>1. Опишите, что представлено на рисунке</p>  <p>2. Дайте разъяснения приведенным снимкам</p>  <p>3. Опишите элементы внутреннего ориентирования снимка</p>  <p>4. Укажите способ решения задачи. Дайте краткую характеристику</p>



5. Укажите процесс, приведенный на схеме, и дайте краткую характеристику



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

Не предусмотрено учебным планом.

### 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 методов дистанционного зондирования, аэрокосмических методов картографирования и моделирования, компьютерных технологий обработки снимков, полученных, в том числе с применением БАС
Умения	Умение применять аэрокосмические методы картографирования и моделирования, основанные на компьютерных технологиях обработки снимков, полученных, в том числе с применением БАС
Навыки	Владение навыками картографирования и моделирования, компьютерными технологиями обработки снимков, полученных, в том числе с применением БАС

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

Оценка сформированности компетенций по показателю Знания.

Критерий	Уровень освоения и оценка	
	Не зачтено	Зачтено
Знание методов дистанционного зондирования, аэрокосмических методов картографирования и моделирования, компьютерных технологий обработки снимков, полученных, в том числе с применением БАС	Не знает методов дистанционного зондирования, аэрокосмических методов картографирования и моделирования, компьютерных технологий обработки снимков, полученных, в том числе с применением БАС	Знает методы дистанционного зондирования, аэрокосмические методы картографирования и моделирования, компьютерные технологии обработки снимков, полученных, в том числе с применением БАС

Оценка сформированности компетенций по показателю Умения.

Критерий	Уровень освоения и оценка	
	Не зачтено	Зачтено
Умение применять аэрокосмические методы картографирования и моделирования, основанные на компьютерных технологиях обработки снимков, полученных, в том числе с применением БАС	Не умеет применять аэрокосмические методы картографирования и моделирования, основанные на компьютерных технологиях обработки снимков, полученных, в том числе с применением БАС	Умеет применять аэрокосмические методы картографирования и моделирования, основанные на компьютерных технологиях обработки снимков, полученных, в том числе с применением БАС

Оценка сформированности компетенций по показателю Навыки.

Критерий	Уровень освоения и оценка	
	Не зачтено	Зачтено
Владение навыками картографирования и моделирования, компьютерными технологиями обработки снимков, полученных, в том числе с применением БАС	Не владеет навыками картографирования и моделирования, компьютерными технологиями обработки снимков, полученных, в том числе с применением БАС	Владеет навыками картографирования и моделирования, компьютерными технологиями обработки снимков, полученных, в том числе с применением БАС

## 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	Учебные аудитория для проведения лекционных и практических занятий, консультаций, текущего контроля, промежуточной аттестации, самостоятельной работы	мультимедийный проектор, экран, электромеханический, переносной, ноутбук, доска настенная, кафедра
2	Зал электронных ресурсов для самостоятельной работы, здание библиотеки	Специализированная мебель, компьютерная техника, подключенная к сети «Интернет» и имеющая доступ в электронную информационно образовательную среду
3	Читальный зал учебной литературы для самостоятельной работы, здание библиотеки	Специализированная мебель, компьютерная техника, подключенная к сети «Интернет» и имеющая доступ в электронную информационно образовательную среду

### 6.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

№	Перечень лицензионного программного обеспечения.	Реквизиты подтверждающего документа
1	Microsoft Windows 10 Корпоративная	Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633. Соглашение действительно с 02.10.2017 г. по 31.10.2023 г.). Договор поставки ПО 0326100004117000038-0003147-01 от 06.10.2017 г.
2	Microsoft Office Professional Plus 2016	Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633. Соглашение действительно с 02.10.2017 г. по 31.10.2023 г.
3	Kaspersky Endpoint Security «Стандартный Russian Edition»	Сублицензионный договор № 102 от 24.05.2018 г. Срок действия лицензии до 19.08.2020 г. Гражданско-правовой Договор (Контракт) № 27782 «Поставка продления права пользования (лицензии) Kaspersky Endpoint Security от 03.06.2020 г. Срок действия лицензии 19.08.2023 г.
4	Google Chrome	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения
5	Mozilla Firefox	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения
6	QGIS	Свободная географическая информационная система с открытым кодом
7	Agisoft Metashape	Входит в комплект БПЛА Геоскан Gemini. Лицензия бессрочная

### **6.3. Перечень учебных изданий и учебно-методических материалов**

#### **Перечень основной литературы**

1. Лозовая, С. Ю. Фотограмметрия и дистанционное зондирование территорий. Практикум : учеб. пособие для студентов специальностей 120303 - Городской кадастр, 120401 - Прикладная геодезия, направлений бакалавриата 120700 - Землеустройство и кадастры, 270800 - Строительство / С. Ю. Лозовая, Н. М. Лозовой, А. В. Прохоров ; БГТУ им. В. Г. Шухова. - Белгород : Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова, 2012. - 168 с.

#### **Перечень дополнительной литературы**

1. Зотов, Р. В. Дистанционное зондирование и фотограмметрия : учебное пособие / Р. В. Зотов. — Омск : СибАДИ, 2020 — Часть 2 — 2020. — 234 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/163803>

2. Основы аэрогеодезии и инженерно-геодезические работы : учебник для студ. учреждений высш. проф. образования / Г. А. Федотов, А. А. Неретин. — М. : Издательский центр «Академия», 2012. — 272 с.

3. Инструкция по фотограмметрическим работам при создании цифровых топографических карт и планов (издание официальное). ГКИНП (ГНТА)02-036-02М.- ЦНИИГАИК. 2002.

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

1. Сборник нормативных документов «СтройКонсультант» [www.snip.ru](http://www.snip.ru) - Доступ осуществляется в зале электронных ресурсов НТБ (к.302).

2. Электронный читальный зал <https://elib.bstu.ru/> Доступ к электронному читальному залу осуществляется с компьютеров локальной сети университета и сети Интернет.

3. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU [elibrary.ru](http://elibrary.ru) - Доступ к ресурсу осуществляется с компьютеров локальной сети университета и в зале электронных ресурсов (к.302).

4. Электронная библиотека им. В.Г. Шухова <http://ntb.bstu.ru/jirbis2/>

5. Электронно-библиотечная система издательства «Лань» <http://e.lanbook.com>

6. Электронно-библиотечная система «IPRbooks» <http://www.iprbookshop.ru/>