

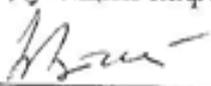
МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Тульский государственный университет»

Институт горного дела и строительства
Кафедра «Геоинженерии и кадастра»

Утверждено на заседании кафедры
«Геоинженерии и кадастра»
«20» января 2023 г., протокол № 1

Заведующий кафедрой ГиК

 И.А. Басова.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
для выполнения практических работ

по ДИСЦИПЛИНЕ
«Основы фотограмметрии и дистанционного зондирования»

основной профессиональной образовательной программы
высшего образования – программы бакалавриата

по направлению подготовки

21.03.02 Землеустройство и кадастры

с направленностью (профилем)

Кадастр недвижимости

Формы обучения: заочная

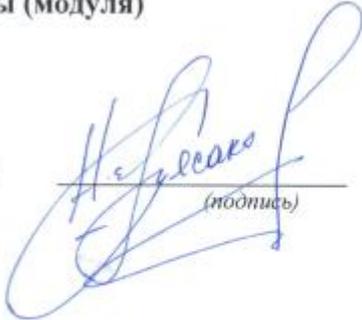
Идентификационный номер образовательной программы: **210302-01-23**

Тула 2023 год

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ
рабочей программы дисциплины (модуля)

Разработчик:

Тесаков Н.Е., старший преподаватель кафедры ГИК



Н. Е. Тесаков
(подпись)

Практическая работа №1 - Оценка качества материалов аэрофотосъемки.

Цель работы: изучение фотографического качества аэрофотоснимков.

Задачи:

- классифицировать основные требования к качеству аэрофотоснимка;
- оценить качество различных аэрофотоснимков (отличное, хорошее, удовлетворительное, неудовлетворительное).
- представить результаты таблицей.

Исходные данные: комплект аэрофотоснимков.

1. ОСНОВНЫЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ И ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

Изучение материалов аэрофотосъемки производится с целью установления:

- полноты всех материалов аэрофотосъемочных работ;
- соответствия фотографического и фотограмметрического качества материалов требованиям действующих “Основных технических требований к аэрофотосъемке, производимой для создания и обновления топографических карт, планов, фотопланов и фотокарт” и дополнительным условиям, предусмотренным в договоре на выполнение аэрофотосъемки;
- качества показаний статоскопа, радиовысотомера и самолётного радиодальномера, а также правильности индификации всех регистрограмм и записи исходных данных, необходимых для обработки показаний;
- полноты паспортных данных использованных аэрофотоаппаратов (элементы внутреннего ориентирования, дисторсия объективов и др.) и соответствия фактических параметров аэрофотоаппаратов, заданным.

Фотографическое качество зависит от состояния атмосферы, освещения объекта съемки, технических условий проведения аэрофотографирования, фотохимической обработки. Изображение на снимках должно быть резким, с хорошей проработкой деталей в светлых и темных участках. При визуальном способе для сравнения можно использовать снимки-эталон. Эталонными являются снимки, фотографическое качество которых оценено высококвалифицированными специалистами – экспертами. Фотограмметрическое качество материалов аэрофотосъемки оценивают по следующим критериям.

1. Определение продольных и поперечных перекрытий. Если аэрофотосъемка выполнена с продольным перекрытием 60 или 80%, минимальное значение перекрытия соответственно 56 и 78%. Обычно определение перекрытий выполняют по накидному монтажу. *Накидным монтажом* называют временное соединение контактных снимков, осуществляемое совмещением их перекрывающихся частей. В результате получают непрерывное фотографическое изображение большой территории. При 80%-м перекрытии снимки укладывают через один, при 90%-м – через два. Независимо от размера продольного перекрытия обязательно используют крайние снимки маршрутов. Укладывают снимки на щите так, чтобы номера их были расположены горизонтально и были видны на накидном монтаже. При 30%-м поперечном перекрытии монтируют все маршруты, при 60%-м – через маршрут. При значительной территории съемочного участка составляют несколько накидных монтажей, каждый из которых, как правило, показывает смежные трапеции.

2. Непрямолинейность аэрофотосъемочного маршрута. Для ее определения сначала находят главные точки крайних снимков маршрута, за которые принимают пересечение линий, соединяющих противоположные координатные метки. Затем их соединяют прямой линией, измеряют расстояние L между ними и уклонение l от этой прямой главной точки наиболее удаленного снимка. Это уклонение называют стрелкой прогиба маршрута. Отношение стрелки прогиба к длине маршрута, выраженное в процентах, есть прямолинейность маршрута $n = l \cdot 100\% / L$

3. Углы наклона снимков можно определить по изображению кругового уровня в одном из углов снимка. При плановой съемке углы наклона не должны превышать 3°.

4. Соответствие высоты (или масштаба) фотографирования указанным в договоре параметрам. Фактическую высоту устанавливают по показаниям сопровождающих съемку технических средств.

После завершения работ по оценке выдают заключение о качестве материалов аэрофотосъемки. На накидном монтаже прикрепляют надписи с указанием года выполнения и масштаба аэрофотосъемки, номенклатуры трапеции, шифра объекта.

Таблица 1- Примерный набор характеристик

Характеристика качества	Номер комплекта аэрофотоснимков				
	1(количество снимков)	3(количество снимков)	5(количество снимков)	12(количество снимков)	14(количество снимков)
Резкость изображения					
Качество деталей в светлых и темных участках снимка					
Механические повреждения					
Освещенность объектов					
Наличие изображений облаков, теней, бликов					
Наличие атмосферной дымки					
Вывод					

Литература

1. [Обиралов А.И.Международ. ассоц. "Агрообразование"](#) Фотограмметрия и дистанционное зондирование: учебник для вузов / А.И.Обиралов, А.Н.Лимонов, Л.А.Гаврилова; под ред. А.И.Обиралова; Международ. ассоц. "Агрообразование" .— М. : КолосС, 2006 .— 334с.

2. [Басова И. А.](#) Спутниковые методы в кадастровых и землеустроительных работах : учеб. пособие для вузов / И.А.Басова, О.С.Разумов; ТулГУ.— Тула : Изд-во ТулГУ, 2007 .— 115с

3. Книжников Ю.Ф. и др. Аэрокосмические методы географических исследований. – М. Аспект Пресс, - 2004.-336с.

4. [Лабутина, И.А.](#) Дешифрирование аэрокосмических снимков : учебное пособие для вузов / И.А.Лабутина .— М. : Аспект Пресс, 2004 .— 184с.

Периодические издания

1. Вестник Росреестра (Кадастровый вестник)
2. Геодезия и картография
3. Землеустройство, кадастр и мониторинг земель
4. Известия вузов. Геодезия и аэрофотосъемка
5. Кадастр недвижимости

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы

1. <http://www.sovzond.ru> –сайт компании «Совзонд» - ведущего российского интегратора в области геоинформационных технологий и космического мониторинга.

2. <http://www.kosmosnimki.ru>- сайт российского георесурса инженерно-технологического Центра СканЭкс.

3. <http://catalog.sovzond.ru> - сайт компании «Совзонд» - ведущего российского интегратора в области геоинформационных технологий и космического мониторинга.

Методические указания к лабораторным занятиям

1. Басова И.А. Методические указания к лабораторным занятиям, - Тула, электронный ресурс кафедры

Методические указания к курсовому проектированию и другим видам самостоятельной работы

1. Басова И.А. Методические указания к контрольной работе студентов заочной формы обучения по дисциплине «Фотограмметрия и дистанционное зондирование» для студентов специальности 120700. ТулГУ, кафедра ГиК, электронный ресурс кафедры.

2. Басова И.А. Методические указания по самостоятельной работе студентов по дисциплине «Фотограмметрия и дистанционное зондирование» для студентов специальности 120700. ТулГУ, кафедра ГиК, электронный ресурс кафедры.

Контрольные вопросы

1. От чего зависит фотографическое качество?
2. Кто оценивает качество эталонных снимков?
3. Какие снимки являются эталонными?
4. Что такое накидной монтаж?
5. Каково продольное перекрытие?
6. Чему равно поперечное перекрытие?
7. Как определяется непрямолинейность маршрута?

Практическая работа №2 - Построение идеального изображения.

Цель работы: изучение оптических сопряжений в линзах.

Задачи:

1. Построить изображение, получаемое в собирающей и рассеивающей линзе.

2. Проверить условие оптического сопряжения $\frac{1}{d_1} + \frac{1}{d_2} = \frac{1}{f'}$, где d_1, d_2 – расстояние от предмета до линзы.

Исходные данные: принять фокусное расстояние f в миллиметрах, равное двум последним цифрам шифра для студентов заочной формы обучения или номеру по журналу для студентов очной формы. Предмет находится на расстоянии $d_1 > f$. Расстояния d_1 назначить самостоятельно. Масштаб построения выбрать самостоятельно.

1. ОСНОВНЫЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ И ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

Для построения изображения следует использовать один из лучей: луч 1, параллельный оптической оси; луч 2, проходящий через оптический центр линзы; луч 3, проходящий через фокус (рисунок 1).

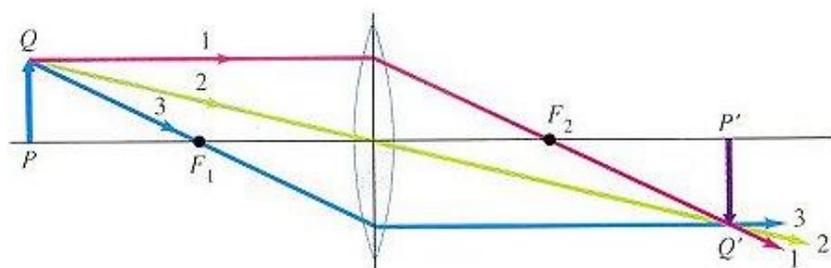


Рисунок 1- Изображение в плоской собирающей линзе.

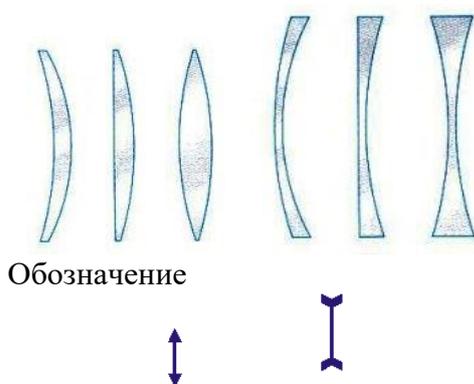


Рисунок 2- собирающие линзы Рисунок 3- рассеивающие линзы

Оформление работы: построение выполнить в тонких линиях в карандаше на листе ватмана А4 в произвольном масштабе.

Литература

1. [Обиралов А.И.Международ. ассоц. "Агрообразование"](#) Фотограмметрия и дистанционное зондирование: учебник для вузов / А.И.Обиралов, А.Н.Лимонов, Л.А.Гаврилова; под ред. А.И.Обиралова; Международ. ассоц. "Агрообразование" .— М. : КолосС, 2006 .— 334с.

2. [Басова И. А.](#) Спутниковые методы в кадастровых и землеустроительных работах : учеб. пособие для вузов / И.А.Басова, О.С.Разумов; ТулГУ.— Тула : Изд-во ТулГУ, 2007 .— 115с

3. Книжников Ю.Ф. и др. Аэрокосмические методы географических исследований. – М. Аспект Пресс, - 2004.-336с.

4. [Лабутина, И.А.](#) Дешифрирование аэрокосмических снимков : учебное пособие для вузов / И.А.Лабутина .— М. : Аспект Пресс, 2004 .— 184с.

Периодические издания

1. Вестник Росреестра (Кадастровый вестник)

2. Геодезия и картография
3. Землеустройство, кадастр и мониторинг земель
4. Известия вузов. Геодезия и аэрофотосъемка
5. Кадастр недвижимости

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы

1. <http://www.sovzond.ru> –сайт компании «Совзонд» - ведущего российского интегратора в области геоинформационных технологий и космического мониторинга.
2. <http://www.kosmosnimki.ru>- сайт российского георесурса инженерно-технологического Центра СканЭкс.
3. <http://catalog.sovzond.ru> - сайт компании «Совзонд» - ведущего российского интегратора в области геоинформационных технологий и космического мониторинга.

Методические указания к лабораторным занятиям

1. Басова И.А. Методические указания к лабораторным занятиям, - Тула, электронный ресурс кафедры

Методические указания к курсовому проектированию и другим видам самостоятельной работы

3. Басова И.А. Методические указания к контрольной работе студентов заочной формы обучения по дисциплине «Фотограмметрия и дистанционное зондирование» для студентов специальности 120700. ТулГУ, кафедра ГиК, электронный ресурс кафедры.
4. Басова И.А. Методические указания по самостоятельной работе студентов по дисциплине «Фотограмметрия и дистанционное зондирование» для студентов специальности 120700. ТулГУ, кафедра ГиК, электронный ресурс кафедры.

Контрольные вопросы

1. Как определяется условие оптического сопряжения?
2. Какие лучи используются для построения изображения в линзах?
3. Когда получается действительное изображение?
4. Когда получается мнимое изображение?
5. Как преломляется в линзе луч, параллельный оптической оси?

Практическая работа №3 - Изучение устройства зеркально-линзового стереоскопа.

Цель работы: исследование стереоскопического (пространственного) изображения.

Задачи:

1. Изучить устройство зеркально-линзового стереоскопа.
2. Вычертить принципиальную схему стереоскопа.
3. Получить стереоскопический эффект пары снимков.

Исходные данные: стереоскоп, комплект аэрофотоснимков.

1. ОСНОВНЫЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ И ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

Зрительный аппарат человека – одно из важнейших средств получения информации об объектах окружающей среды. Стереоскопическое зрение характеризуется остротой зрения, выражая способность зрительного аппарата воспроизводить различия в положении по глубине двух элементов пространства. Наблюдатель воспринимает пару плоских изображений пространственно. Такое восприятие называют прямым *стереоэффектом*, а мнимое пространственное изображение снятого объекта, - *стереоскопической моделью*. Очевидно, что стереомодель будет наблюдаться только в пределах перекрытия снимков.

Два смежных частично перекрывающихся снимка, полученных с концов некоторого базиса, называют *стереопарой* или *парой снимков*. Сокращение перекрытия может привести к риску образования разрывов между стереомоделью и соответственно к усложнению процесса получения трехмерной метрической информации со снимков. Если снимки перед глазами поменять местами, наблюдатель также увидит стереомодель, но с *обратным стереоэффектом* – удаленные элементы ландшафта будут восприниматься близкими и, наоборот, близкие элементы покажутся удаленными. Может быть еще вариант стереоскопического наблюдения снимков, при котором оба снимка разворачиваются в своей плоскости на 90° . Наблюдатель при этом вне зависимости от рельефа увидит плоское пластичное изображение местности. Стереоэффект, получаемый при этом, называют *нулевым*.

Стереоскопически рассматривают: снимки, непосредственно полученные при съемке с помощью кадровых фотографических систем; визуализированные и отпечатанные на твердой основе снимки, полученные с помощью кадровых нефотграфических съемочных систем; любые перекрывающиеся снимки, записанные в цифровой форме. Простейший и наиболее распространенный прибор для стереоскопического наблюдения снимков – стереоскоп (рисунок 1).

Оптический способ основан на разделении зрения с помощью оптических систем. Этот способ имеет широкое применение в фотограмметрии.

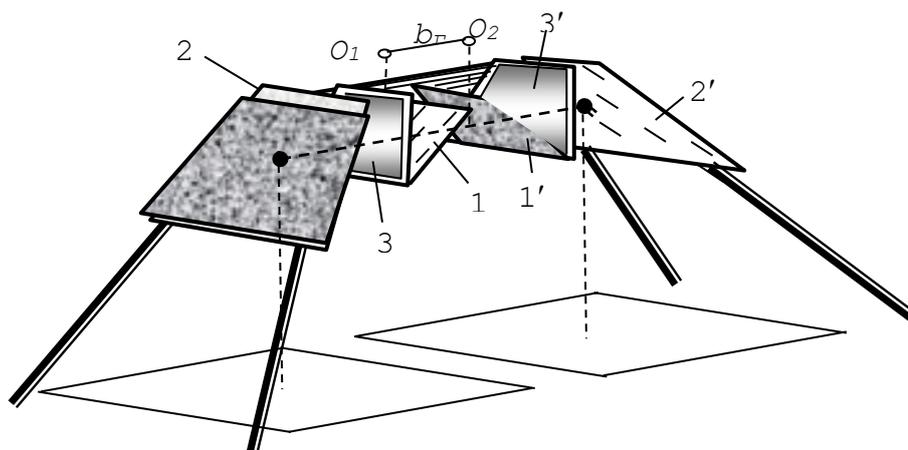


Рисунок 1- Линзово-зеркальный стереоскоп

Имеются линзовые стереоскопы, которые предназначены для рассматривания малоформатных снимков (6х6 см). Для работы с аэрофотоснимками, как в полевых, так и в камеральных условиях, используют зеркальные стереоскопы с бинокулярной насадкой или

линзово-зеркальные стереоскопы.

Линзово-зеркальный стереоскоп ЛЗ имеет две пары зеркал 1, 2 и 1', 2', установленных под углом 45° к плоскости горизонтально расположенных снимков; и две линзы 3 и 3'. Пунктиром на рисунке показан ход центральных лучей, O_1 и O_2 – узловые точки глаз (центры хрусталиков). Расстояния от центров линз 3 и 3' до снимков по ходу центральных лучей называются главными расстояниями стереоскопа, а отрезок между центрами больших зеркал 2 и 2' – базисом стереоскопа d . Если считать, что расстояние наилучшего зрения равно 250 мм, то увеличение стереоскопа $V=250/d$. Для получения стереокартины снимки следует устанавливать так, чтобы расстояние между соответственными точками примерно равнялось длине базиса стереоскопа, а отрезки между парой соответственных точек располагались на одной прямой параллельной его направлению. В зависимости от расположения снимков стереоэффект будет прямой, обратный или нулевой.

При компьютерной стереофотограмметрической обработке снимков широко используют способы *анаглифической* и *поляридов*. В первом из указанных способов левое и правое изображения окрашиваются в дополнительные цвета. Эти изображения могут накладываться одно на другое. Для их наблюдения используют анаглифические очки.

Во втором способе левое и правое изображения поляризуются во взаимно перпендикулярных плоскостях при проецировании их на экран монитора с наложением одного на другое. Для наблюдения пользуются очками с фильтрами-поляризаторами.

Разность ординат соответственных точек пары снимков называют поперечным параллаксом точки

$$y_1 - y_2 = q$$

На реальных снимках в общем случае $q=0$. Такие снимки, если величина q превышает определенные допуски, подвергают преобразованию. Поперечные параллаксы являются функцией некоторых величин, определяющих взаимное положение пары снимков.

Разность абсцисс соответственных точек на левом и правом снимках называют продольным параллаксом точки

$$p = x_1 - x_2$$

Литература

1. [Обиралов А.И.Междунар. ассоц. "Агрообразование"](#) Фотограмметрия и дистанционное зондирование: учебник для вузов / А.И.Обиралов, А.Н.Лимонов, Л.А.Гаврилова; под ред. А.И.Обиралова; Междунар. ассоц. "Агрообразование" .— М. : КолосС, 2006 .— 334с.

2. [Басова И. А.](#) Спутниковые методы в кадастровых и землеустроительных работах : учеб. пособие для вузов / И.А.Басова, О.С.Разумов; ТулГУ.— Тула : Изд-во ТулГУ, 2007 .— 115с

3. Книжников Ю.Ф. и др. Аэрокосмические методы географических исследований. – М. Аспект Пресс, - 2004.-336с.

4. [Лабутина, И.А.](#) *Дешифрирование аэрокосмических снимков : учебное пособие для вузов / И.А.Лабутина .— М. : Аспект Пресс, 2004 .— 184с.*

Периодические издания

1. Вестник Росреестра (Кадастровый вестник)
2. Геодезия и картография
3. Землеустройство, кадастр и мониторинг земель
4. Известия вузов. Геодезия и аэрофотосъемка
5. Кадастр недвижимости

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы

1. <http://www.sovzond.ru> –сайт компании «Совзонд» - ведущего российского интегратора в области геоинформационных технологий и космического мониторинга.

2. <http://www.kosmosnimki.ru>- сайт российского георесурса инженерно-технологического Центра СканЭкс.

3. <http://catalog.sovzond.ru> - сайт компании «Совзонд» - ведущего российского интегратора в области геоинформационных технологий и космического мониторинга.

Методические указания к лабораторным занятиям

1. Басова И.А. Методические указания к лабораторным занятиям, - Тула, электронный ресурс кафедры

Методические указания к курсовому проектированию и другим видам самостоятельной работы

5. Басова И.А. Методические указания к контрольной работе студентов заочной формы обучения по дисциплине «Фотограмметрия и дистанционное зондирование» для студентов специальности 120700. ТулГУ, кафедра ГиК, электронный ресурс кафедры.

6. Басова И.А. Методические указания по самостоятельной работе студентов по дисциплине «Фотограмметрия и дистанционное зондирование» для студентов специальности 120700. ТулГУ, кафедра ГиК, электронный ресурс кафедры.

Контрольные вопросы

1. Что такое стереоскопическое зрение?
2. Что такое стереоэффект?
3. Что такое стереоскопическая модель?
4. Для чего нужно перекрытие снимков?
5. Как называются два смежных частично перекрывающихся снимка?
6. Какой стереоэффект называется нулевым?
7. Какой простейший и наиболее распространенный прибор используется для стереоскопического наблюдения снимков?

Практическая работа № 4. Расчет параметров площадной аэрофотосъемки

Цель работы: изучение технологии аэрофотосъемки.

Задачи:

1. Вычислить среднюю высоту фотографирования, абсолютную высоту фотографирования, высоту фотографирования над аэродромом, расчетное значение продольного перекрытия, расчетное значение поперечного перекрытия.

2. Рассчитать базис фотографирования, расстояние между маршрутами.

3. Вычислить количество аэрофотоснимков в маршруте, количество маршрутов на участке съемки, общее количество снимков на весь участок, количество метров пленки.

Принять фокусное расстояние $f_k = 70 + i$ мм, масштаб аэрофотосъемки $1:m = 1:14\,000 + (i \times 10)$, продольное перекрытие $P\% = 60\%$, поперечное перекрытие $Q\% = 30\%$, где i - номер по журналу. Принять длину и ширину участка $L_1 = 16,2$ см и $L_2 = 18,6$ см. Расчетные характеристики представить в таблице

Исходные данные: топографическая карта м 1:50 000.

Таблица 1- рекомендуемая форма таблицы

№ п/п	номенклатура					аэрофотосъемочный участок
	характеристика местности	I	II	III	IV	
1	высота сечения					
2	v° ср					
3	A_{\max}					
4	A_{\min}					
5	$A_{\text{ср}} = (A_{\max} + A_{\min})/2$					
6	$\Delta A_{\text{ср}} = A_{\text{ср}1} - \Delta A_{\text{ср}i}$					
7	$H = A_{\max} - A_{\text{ср}}$					
8	контурная часть	Мало-, средняя, высоко загруженная (подчеркнуть)				
9	основа	четкая				

Расчетные формулы.

$$1. H_{\text{ср}} = f_k * m; H_{\text{абс}} = H_{\text{ср}} + A_{\text{ср}}; H_{\text{аэр}} = H_{\text{абс}} - A_{\text{аэр}}; P_{\text{расч}} = P_{\text{зад}} + (100 - P_{\text{зад}}) * (h/H_{\text{ср}}); Q_{\text{расч}} = Q_{\text{зад}} + (100 - Q_{\text{зад}}) * (h/H_{\text{ср}})$$

$$2. B = b_{\text{сн}} * m = l_x * (100 - P_{\text{расч}}) * m/100; D = d * m = l_y * (100 - Q_{\text{расч}}) * m/100$$

$$3. K = L_2/D + 1; n = L_1/B + 3; N = n * K; l_s = (18 \text{ см} + 1 \text{ см}) * N$$

Литература

1. [Обиралов А.И.Международ. ассоц. "Агрообразование"](#) Фотограмметрия и дистанционное зондирование: учебник для вузов / А.И.Обиралов, А.Н.Лимонов, Л.А.Гаврилова; под ред. А.И.Обиралова; Международ. ассоц. "Агрообразование" .— М. : КолосС, 2006 .— 334с.

2. [Басова И. А.](#) Спутниковые методы в кадастровых и землеустроительных работах : учеб. пособие для вузов / И.А.Басова, О.С.Разумов; ТулГУ.— Тула : Изд-во ТулГУ, 2007 .— 115с

3. Книжников Ю.Ф. и др. Аэрокосмические методы географических исследований. – М. Аспект Пресс, - 2004.-336с.

4. [Лабутина, И.А.](#) Дешифрирование аэрокосмических снимков : учебное пособие для вузов / И.А.Лабутина .— М. : Аспект Пресс, 2004 .— 184с.

Периодические издания

1. Вестник Росреестра (Кадастровый вестник)
2. Геодезия и картография
3. Землеустройство, кадастр и мониторинг земель
4. Известия вузов. Геодезия и аэрофотосъемка
5. Кадастр недвижимости

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы

1. <http://www.sovzond.ru> –сайт компании «Совзонд» - ведущего российского интегратора в области геоинформационных технологий и космического мониторинга.
2. <http://www.kosmosnimki.ru>- сайт российского георесурса инженерно-технологического Центра СканЭкс.
3. <http://catalog.sovzond.ru> - сайт компании «Совзонд» - ведущего российского интегратора в области геоинформационных технологий и космического мониторинга.

Методические указания к лабораторным занятиям

1. Басова И.А. Методические указания к лабораторным занятиям, - Тула, электронный ресурс кафедры

Методические указания к курсовому проектированию и другим видам самостоятельной работы

7. Басова И.А. Методические указания к контрольной работе студентов заочной формы обучения по дисциплине «Фотограмметрия и дистанционное зондирование» для студентов специальности 120700. ТулГУ, кафедра ГиК, электронный ресурс кафедры.
8. Басова И.А. Методические указания по самостоятельной работе студентов по дисциплине «Фотограмметрия и дистанционное зондирование» для студентов специальности 120700. ТулГУ, кафедра ГиК, электронный ресурс кафедры.

Контрольные вопросы

1. Чему равно расчетное продольное и поперечное перекрытие?
2. Что такое базис фотографирования?
3. Как определяется расстояние между маршрутами?
4. Как вычисляется количество аэрофотоснимков в маршруте?
5. Как вычисляется количество маршрутов на участке съемки?
6. Как вычисляется общее количество снимков на весь участок?