

**БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по учебной работе  
и образовательным инновациям

О.Н.Здрок

«22» 2020 г.

Регистрационный № УД- 9270 /уч.

**ГЕОДЕЗИЧЕСКОЕ ИНСТРУМЕНТОВЕДЕНИЕ**

**Учебная программа учреждения высшего образования  
по учебной дисциплине для специальности:**

1-31 02 03 Космоаэрокартография

2020 г.

Учебная программа составлена на основе ОСВО 1-31 02 03-2019 г. и учебного плана УВО G 31-227/уч. от 13.07.2018 г.

**СОСТАВИТЕЛЬ:**

И. В. Смирнов, старший преподаватель кафедры геодезии и космоаэрокартографии факультета географии и геоинформатики Белорусского государственного университета

**РЕЦЕНЗЕНТЫ:**

Левша Ф.А. – ведущий специалист государственного предприятия «Белгеодезия», кандидат технических наук

О. В. Кравченко – доцент кафедры лесоустройства УО «Белорусский государственный технологический университет», кандидат технических наук.

**РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:**

Кафедрой геодезии и космоаэрокартографии Белорусского государственного университета  
(протокол № 9 от 16.03.2020 г.)

Научно-методическим советом Белорусского государственного университета  
(протокол № 4 от 25.03.2020 г.)

Заведующий кафедрой  
геодезии и космоаэрокартографии

А. П. Романкевич

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

### Цели и задачи учебной дисциплины

Основной **целью** преподавания дисциплины «Геодезическое инструментоведение» является формирование знаний о геодезических приборах, их теории, устройстве, методах исследований, правилах обращения с приборами и ухода за ними.

**Задачи** учебной дисциплины: подготовка квалифицированного работника соответствующего уровня и профиля, конкурентоспособного на рынке труда, компетентного, ответственного, свободно владеющего своей профессией и ориентированного в смежных областях деятельности, способного к эффективной работе по специальности на уровне мировых стандартов, готового к постоянному профессиональному росту, социальной и профессиональной мобильности

**Место учебной дисциплины** в системе подготовки специалиста с высшим образованием.

Учебная дисциплина «Геодезическое инструментоведение» является одной из специальных дисциплин в системе подготовки студентов специальности 1-31 02 03 Космоаэрокартография. Дисциплина «Геодезическое инструментоведение» относится к **модулю** «Геодезический» государственного компонента в системе подготовки специалистов в сфере картографо-геодезической деятельности.

Для эффективного получения профессиональных знаний программа составлена с учетом современных требований геодезической науки и производства по принципу последовательного рассмотрения основных теоретических и практических вопросов.

### Связи с другими учебными дисциплинами

Данная учебная дисциплина тесно связана со следующими учебными дисциплинами: «Высшая геодезия», «Инженерная геодезия». Знания и умения, приобретаемые студентами после изучения дисциплины будут использоваться во всех сферах деятельности, связанных с геодезической измерительной деятельностью.

### Требования к компетенциям

Освоение данной учебной дисциплины должно обеспечить формирование следующей **базовой профессиональной компетенции:**

БПК-7. Владеть навыками работы с геодезическими инструментами и оборудованием, производства вычислений при решении геодезических задач, технологиями и методами выполнения крупномасштабных инженерно-геодезических съёмок, создания опорных геодезических сетей.

В результате освоения дисциплины «Геодезическое инструментоведение» студент должен:

**знать:**

- требования к геодезическим приборам;
- стандартизацию и классификацию приборов;
- сведения из геометрической и физической оптики;
- оптические детали и системы в геодезических приборах;
- отсчетные устройства;
- уровни и компенсаторы наклона;
- осевые системы и другие механические части;
- современные геодезические приборы;

**уметь:**

- выбирать приборы для определенного вида и класса работ;
- выполнять поверки, юстировки и исследование приборов;
- выполнять любой вид съемок;
- устранять неисправности приборов.

**владеть:**

- терминологией в приборостроении;
- стандартами в приборостроении;
- навыками исследования геодезических приборов.

### **Структура учебной дисциплины**

Дисциплина изучается в 3 семестре дневной формы получения высшего образования. Всего на изучение учебной дисциплины «Геодезическое инструментоведение» отведено 102 часа, в том числе 68 аудиторных часов, из них: лекции – 36 часов, практические занятия – 10 часов, лабораторные занятия – 22 часа.

Трудоемкость учебной дисциплины составляет 3 зачетные единицы.

Форма текущей аттестации – экзамен.

## **СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА**

### **Раздел 1. Введение, история развития геодезических приборов**

Предмет и задачи геодезического инструментоведения. Геодезическое инструментоведение – прикладная техническая дисциплина, изучающая геодезические приборы, их теорию, устройство, методы исследований, правила обращения с приборами и уход за ними. Связь инструментоведения с геодезией, физикой, металловедением и другими науками. Основные требования топографо-геодезического производства к геодезическим приборам. Условия использования геодезических приборов предъявляют специфические требования к их конструкции и эксплуатационным качествам. Геодезические приборы предназначены для измерений на местности в разнообразных физико-географических условиях. Точность геодезических измерений. Факторы времени и пространства, окружающей среды психофизиологических возможностей человека-наблюдателя учитываются при проектировании и изготовлении геодезической техники. Цикличность использования геодезических приборов, параметры окружающей среды и функционирование приборов, условия транспортировки, возможность полевой юстировки.

### **Раздел 2. Сведения из физической и геометрической оптики**

В геодезических приборах применяются разнообразные оптические системы, на основе законов и положений геометрической оптики создаются точные теории этих систем. Краткие сведения из физической оптики. Основные положения и законы геометрической оптики: светящаяся точка, световой луч, параксиальные лучи.

### **Раздел 3. Оптические детали и системы в геодезических приборах**

Плоское зеркало, системы зеркал. В геодезических приборах применяются отдельные зеркала или система плоских зеркал для изменения направления луча, оборачивания изображения, параллельного смещения луча, при подсветке шкал, в компенсаторах наклона, отсчетных оптических системах, для построения прямых и других углов. Отражательные призмы, единое обозначение и область применения. Идеальная оптическая система. Тонкая линза. Типы линз. Построение изображений. Диафрагмы оптических систем. Аберрации оптических систем. Назначение и классификация оптических приборов. Человеческий глаз. Лупа, микроскоп.

### **Раздел 4. Классификация геодезических приборов**

Общие признаки классификации геодезических приборов устанавливаются ГОСТ «Приборы геодезические. Общетехнические требования». В основу классификации указанного стандарта положены следующие признаки: функциональное назначение, область применения, физическая природа носителей информации, устойчивость к транспортированию, конструктивные особенности.

## **Раздел 5. Основные узлы геодезических приборов**

### **Тема 5.1. Уровни, компенсаторы наклона.**

Уровни, их типы и устройство, назначение уровней, устройство и исследование уровней. Компенсаторы наклона: конструкция, принцип действия компенсаторов.

### **Тема 5.2. Линейные и круговые шкалы, отсчётные устройства.**

Их назначение, устройство шкалы, цена деления шкалы, основные требования к шкалам геодезических приборов. Отсчетные устройства: верньер, штриховой микроскоп, шкаловый микроскоп, микроскоп с винтовым микрометром, требования к отсчетным устройствам геодезических приборов.

### **Тема 5.3. Зрительная труба. Составные части. Характеристики геодезических приборов.**

Назначение, устройство, основные требования к оптической системе зрительной трубы, преимущества зрительных труб с внутренней фокусировкой. Основные оптические характеристики зрительных труб и их определение: увеличение, угол поля зрения, относительная яркость и разрешающая сила при установке трубы на бесконечность, понятие о габаритном расчете зрительной трубы. Коллиматоры.

### **Тема 5.4. Механические части приборов.**

Типы конструкций вертикальных и горизонтальных осевых систем, исследование правильности работы вертикальной осевой системы. Штативы, подставки и подъемные винты. Зажимные и наводящие устройства. Элевационные винты. Исправительные винты уровней и сеток нитей.

## **Раздел 6. Нивелиры, нивелирные рейки**

### **Тема 6.1. Нивелиры с уровнем.**

Общие сведения. Главное условие. Конструкция, Технологическая поверка и юстировка. Типы нивелирных реек.

### **Тема 6.2. Нивелиры с компенсатором. Цифровые нивелиры. Лазерные нивелиры.**

Типы и конструкция компенсаторов. Главное условие. Конструкция, Технологическая поверка и юстировка. Кодовые рейки.

## **Раздел 7. Оптические теодолиты.**

Общие сведения. Лимбы. Отсчётные устройства. Вертикальные и горизонтальные осевые системы. Зажимные и наводящие винты. Теодолит 3Т2КП. Исследование теодолита. Поверки и юстировка.

### **Раздел 8. Электронные тахеометры, теодолиты, лазерные дальномеры.**

Общие сведения. Устройство тахеометра, теодолита, дальномера. Принцип измерения расстояния. Методы измерения углов. Поверки и юстировка тахеометра. Работа с прибором. Отражатели.

### **Раздел 9. Спутниковое оборудование.**

Общие сведения. Классификация. Конструкция. Принцип определения местоположения. Статические и кинематические измерения. Работа с прибором.

### **Раздел 10. Виды технического обслуживания, поверки.**

Геодезические приборы подвергаются контролю и испытаниям. Под испытанием понимают проверку устойчивости работы прибора под действием внешних факторов. По отношению к геодезическим приборам можно выделить основные виды технического обслуживания: профилактический осмотр, подготовка прибора к эксплуатационной поверке, ремонт (текущий, средний, капитальный), технологическое обслуживание, метрологическое обслуживание, хранение при использовании по назначению.

## УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА ДИСЦИПЛИНЫ

Дневная форма получения образования

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСП	Формы контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
	<b>ГЕОДЕЗИЧЕСКОЕ ИНСТРУМЕНТОВЕДЕНИЕ (68 ч)</b>	<b>36</b>	<b>10</b>		<b>22</b>			<b>Экзамен</b>
<b>1.</b>	<b>Введение, история развития геодезических приборов</b>	4						Опрос
<b>2.</b>	<b>Сведения из физической и геометрической оптики</b>	4						Опрос
<b>3.</b>	<b>Оптические детали и системы в геодезических приборах</b>	2						Опрос
<b>4.</b>	<b>Классификация геодезических приборов.</b>	2						Опрос
<b>5.</b>	<b>Основные узлы геодезических приборов.</b>							
5.1.	Уровни, компенсаторы наклона.	2						Опрос
5.2.	Линейные и круговые шкалы, отчётные устройства.	2						Опрос
5.3.	Зрительная труба. Составные части. Характеристики геодезических приборов.	2						Опрос



5.4.	Механические части приборов.	2						Опрос
<b>6</b>	<b>Нивелиры, нивелирные рейки.</b>							
6.1.	Нивелиры с уровнем.	2	2		5			Отчет по практической работе. Отчет по лабораторной работе
6.2.	Нивелиры с компенсатором. Цифровые нивелиры. Лазерные нивелиры.	2	2		5			Отчет по практической работе. Отчет по лабораторной работе
<b>7.</b>	<b>Оптические теодолиты.</b>	2	2					Отчёт по практической работе
<b>8.</b>	<b>Электронные тахеометры, теодолиты, лазерные дальнометры.</b>	4	2		6			Опрос. Отчет по лабораторной работе
<b>9.</b>	<b>Спутниковое оборудование.</b>	4	2		6			Опрос. Отчет по лабораторной работе
<b>10.</b>	<b>Виды технического обслуживания, поверки.</b>	2						Опрос

## ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### Перечень основной литературы

1. Дементьев В.Е. Современная геодезическая техника и ее применение: Учебное пособие для вузов. – М.: Академический проект, 2008. – 591 с.
2. Ямбаев Х. К., Голыгин Н. Х. Геодезическое инструментоведение. Практикум, Учебное пособие для вузов. - М.: «ЮКИС», 2005. - 312 с.: ил.
3. ГОСТ Р 53340-2009 Приборы геодезические. Общие технические условия, - Москва: Стандартинформ – 2009.
4. Маркшейдерские и геодезические приборы. Учебное пособие | Голованов Виктор Афанасьевич. – С-Пбг: «Лань» 2020. – 140 с.

### Перечень дополнительной литературы

1. Кузнецов П.Н., Васютинский И.Ю., Ямбаев Х.К. Геодезическое инструментоведение: Учебник для вузов. - М.: Недра, 1984.-364 с.
2. Спиридонов А.И., Кулагин Ю. Н., Крюков Г. С. Справочник-каталог геодезических приборов. – М.: Недра , 1984, с. 238.
3. Деймлих Ф. Геодезическое инструментоведение – М.: Недра, 1970.
4. Спиридонов А. И., Кулагин Ю. Н., Кузьмин М. В. Поверка геодезических приборов. – М.: Недра, 1981.-е. 159.
5. Спиридонов Анатолий Иванович Теодолиты. М.: Недра, 1985. - 200 с.
6. Инженерная геодезия: учеб. для вузов / Е. Б. Ключин [и др.]. - Изд. 3-е, испр. - М. : Высш. шк., 2002. - 463, [1 ] с.
7. Захаров А. И., Спиридонов А. И. Нивелиры. Конструкция, сервис, ремонт, эксплуатация: Практическое пособие для вузов — М.: Академический Проект; Фонд «Мир», 2010. – 205 с.

### Перечень рекомендуемых средств диагностики и методика формирования итоговой оценки

Для контроля качества усвоения знаний используются следующие средства диагностики:

- Устный опрос.
- Отчеты по практическим работам.
- Отчёты по лабораторным работам.
- Экзамен.

Оценка за ответы на лекциях (устный опрос) и практических занятиях включает в себя полноту ответа, логичность изложения, наличие аргументов, примеров из практики и т. д.

Оценка по практическим работам включает соблюдение методики выполнения задания, точность и аккуратность выполнения технологических процессов поверки и юстировки; полноту, обоснованность и логичность построения выводов.

При оценивании лабораторных работ обращается внимание на понимание, точность и последовательность выполнения работ по поверке и юстировке приборов; подготовка прибора к работе и выполнение измерения в поле с последующей передачей данных на компьютер и т. д.

Формой текущей аттестации по дисциплине «Геодезическое инструментоведение» учебным планом предусмотрен экзамен в 3 семестре.

Оценка знаний студента производится по 10-и балльной шкале. Для оценки знаний и компетентности студентов используются критерии, утверждённые Министерством образования Республики Беларусь.

При формировании итоговой оценки используется рейтинговая оценка знаний студента, дающая возможность проследить и оценить динамику процесса достижения целей обучения. Рейтинговая оценка предусматривает использование весовых коэффициентов для текущего контроля знаний и текущей аттестации студентов по дисциплине.

Примерные весовые коэффициенты, определяющие вклад текущего контроля знаний и текущей аттестации в рейтинговую оценку:

Формирование оценки за текущую успеваемость:

- ответы на лекциях и практических занятиях – 20 %;
- оценка отчетов по практическим работам – 40 %;
- оценка отчётов по лабораторным работам – 40 %;

Рейтинговая оценка по дисциплине рассчитывается на основе оценки текущей успеваемости и экзаменационной оценки с учетом их весовых коэффициентов. Вес: оценка по текущей успеваемости составляет 40 %, экзаменационная оценка – 60 %.

### **Методика формирования итоговой оценки**

Итоговая оценка формируется на основе:

1. Правил проведения аттестации студентов, курсантов, слушателей при освоении содержания образовательных программ высшего образования (Постановление Министерства образования Республики Беларусь № 53 от 29 мая 2012 г.);
2. Положения о рейтинговой системе оценки знаний студентов по дисциплине в БГУ (Приказ ректора БГУ от 18.08.2015 № 382-ОД, (с изменениями, согласно приказу 491-ОД от 29.08.2018г.)).
3. Критериев оценки знаний и компетенций студентов по 10-балльной шкале (письмо Министерства образования от 22.12.2003 г.)

### **Примерная тематика лабораторных занятий**

### **Тема 6.1. Нивелиры с уровнем.**

*Лабораторная работа №1* «Поверки и юстировка главного условия и перекоса сетки нитей относительно оси вращения нивелира с элевационным винтом в полевых условиях» (5 часов). Форма контроля – отчёт по лабораторной работе.

### **Тема 6.2. Нивелиры с компенсатором. Цифровые нивелиры. Лазерные нивелиры.**

*Лабораторная работа №2* «Поверки и юстировка главного условия и перекоса сетки нитей в нивелирах с компенсатором в полевых условиях» (5 часов). Форма контроля – отчёт по лабораторной работе.

### **Раздел 8. Электронные тахеометры, теодолиты, лазерные дальнометры.**

*Лабораторная работа №3* «Определение угловых и линейных констант, юстировка. Подготовка тахеометра к работе, выполнение съёмки, передача данных на компьютер» (6 часов). Форма контроля – отчёт по лабораторной работе.

### **Раздел 9. Спутниковое оборудование.**

*Лабораторная работа №4* «Юстировка. Подготовка к работе, выполнение съёмки, передача данных на компьютер» (6 часов). Форма контроля – отчёт по лабораторной работе.

## **Примерная тематика практических занятий**

### **Тема 6.1. Нивелиры с уровнем.**

*Практическая работа №1* «Определение работоспособности нивелира. Подготовка нивелирных реек к работе» (2 часа). Форма контроля – отчёт по практической работе.

### **Тема 6.2. Нивелиры с компенсатором. Цифровые нивелиры. Лазерные нивелиры.**

*Практическая работа №2* «Юстировка круглого уровня. Определение работоспособности компенсатора» (2 часа). Форма контроля – отчёт по практической работе.

### **Раздел 7. Оптические теодолиты.**

*Практическая работа №3* «Определение погрешностей и юстировка в оптическом теодолите 3Т2КП. Измерение углов» (2 часа). Форма контроля – отчёт по практической работе.

### **Раздел 8. Электронные тахеометры, теодолиты, лазерные дальнометры.**

*Практическая работа №4* «Практическое использование лазерных дальнометров» (2 часа). Форма контроля – устный опрос.

### **Раздел 9. Спутниковое оборудование.**

*Практическая работа №5* «Создание проекта, подготовка к работе» (2 часа). Форма контроля – устный опрос.

## **Описание инновационных подходов и методов к преподаванию учебной дисциплины**

При организации образовательного процесса используются следующие подходы и методы:

***практико-ориентированный подход***, который предполагает:

- освоение содержание образования через решения практических задач;
- приобретение навыков эффективного выполнения разных видов профессиональной деятельности;
- ориентацию на генерирование идей, реализацию групповых студенческих проектов, развитие предпринимательской культуры;
- использованию процедур, способов оценивания, фиксирующих сформированность профессиональных компетенций.

***метод анализа конкретных ситуаций (кейс-метод)***, который предполагает:

- приобретение студентом знаний и умений для решения практических задач;
- анализ ситуации, используя профессиональные знания, собственный опыт, дополнительную литературу и иные источники.

### **Методические рекомендации по организации самостоятельной работы обучающихся**

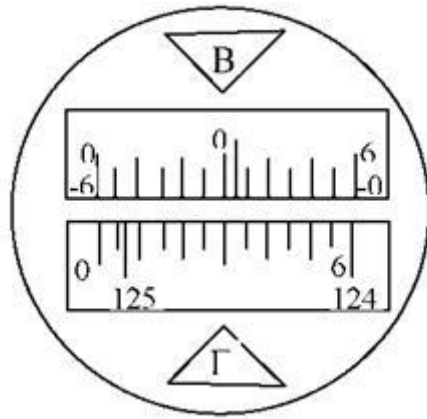
Для организации самостоятельной работы студентов по учебной дисциплине «Геодезическое инструментоведение» следует использовать современные информационные ресурсы, в том числе размещенный на образовательном портале комплекс учебных и учебно-методических материалов (учебно-программные материалы, учебные издания для теоретического изучения дисциплины, методические указания к практическим занятиям, материалы текущего контроля и текущей аттестации, позволяющие определить соответствие учебной деятельности обучающихся требованиям образовательных стандартов высшего образования и учебно-программной документации, в т.ч. вопросы для подготовки к зачету и экзамену, задания, тесты, вопросы для самоконтроля и др., список рекомендуемой литературы, информационных ресурсов и др.). Используя знания, полученные при изучении других дисциплин (топография, картография) постараться грамотно использовать их при выполнении лабораторных работ.

### **Примерный перечень вопросов к экзамену**

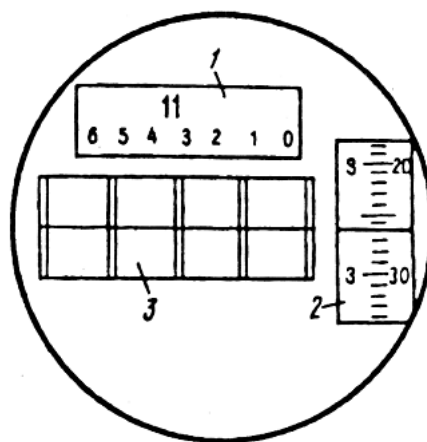
1. История развития геодезических инструментов.
2. Классификация геодезических приборов.
3. Законы геометрической оптики.
4. Построение системы NAVSTAR/GPS.
5. Искажения в оптических схемах и их устранение.
6. Классификация GNSS приёмников.
7. Основные параметры зрительной трубы, их определение.
8. Законы физической оптики, применение в геодезии.
9. Разделы оптики, краткая характеристика.
10. Поверка и юстировка нивелиров с уровнем.
11. Основные механические части геодезических приборов.
12. Устройство теодолита оптического 3Т2КП.
13. Устройство нивелира с уровнем(2НЗЛ).
14. Поверка нивелира с компенсатором.
15. Методы нивелирования и применяемые приборы, общие сведения и типы нивелиров.
16. Применение спутниковых систем в народном хозяйстве.
17. Методика измерения горизонтальных и вертикальных углов.
18. Типы штативов, конструкция, применение.
19. Методы определения координат GNSS системами.
20. Типы реек, их поверка.
21. Нивелиры с самоустанавливающейся линией визирования (устройство), типы компенсаторов.
22. Отсчётные устройства.
23. Типы центриров, устройство, порядок юстировки.
24. Определение величины перекомпенсации и недокомпенсации визирной оси.
25. Основные ошибки теодолитов, влияющие на точность измерений. Их определение.
26. Требования, предъявляемые к геодезическим приборам.
27. Типы уровней. Их устройство. Контактный уровень. Электронный уровень.
28. Задачи, решаемые при помощи тахеометров.
29. Цифровые нивелиры, устройство.
30. Общие сведения и типы электронных тахеометров.
31. Транспортировка и хранение приборов.
32. Лазерные дальнометры, принцип работы.
33. Типы конструкций горизонтальных и вертикальных осевых систем.

#### ПРАКТИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ.

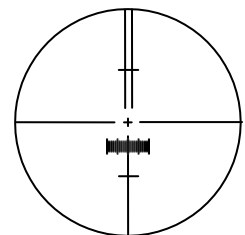
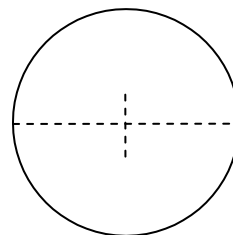
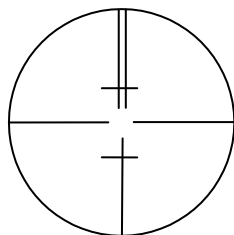
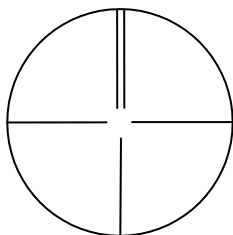
1. Какому теодолиту принадлежит, тип отсчётного устройства и взять отсчёт.

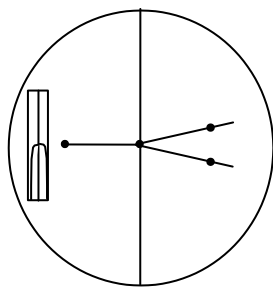


2. Какому теодолиту принадлежит, тип отсчётного устройства и взять отсчёт.



3. Измерение угла теодолитом 4Т30П.
4. Измерение угла теодолитом 3Т2КП.
5. Измерение расстояния при помощи электронного тахеометра.
6. Вычисление площади и объёма аудитории при помощи лазерного дальномера.
7. Каким типам приборов принадлежат сетки нитей, проверка правильности установки сетки нитей.





8. Определение точности установки визирной оси нивелира и заключение о его пригодности к работе:

- нивелирование из середины;
- расстояние между рейками  $S = 60,6$  м;
- отсчёты по рейкам:  $a_1 = 1523$ ,  $b_1 = 1507$ ,  $a_2 = 1432$ ,  $b_2 = 1412$ .



## ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ УВО

Название дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы по изучаемой учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
Инженерная геодезия	Кафедра геодезии и космоаэрокартографии	нет	Изменений не требуется (протокол № 9 от 16.03.2020 г.)
Высшая геодезия	Кафедра геодезии и космоаэрокартографии	нет	Изменений не требуется (протокол № 9 от 16.03.2020 г.)

## ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ

на \_\_\_\_ / \_\_\_\_ учебный год

№№ ПП	Дополнения и изменения	Основание

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры геодезии и космоаэрокартографии БГУ (протокол № \_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 202\_ г.)

Заведующий кафедрой,

доцент

\_\_\_\_\_

А.П.Романкевич

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета

\_\_\_\_\_

Д. М. Курлович