

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное учреждение  
высшего профессионального образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Институт физики



**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор  
по образовательной деятельности КФУ  
Проф. Минзарипов Р.Г.

\_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**Программа дисциплины**  
Геотроника БЗ.ДВ.1

Направление подготовки: 120100.62 - Геодезия и дистанционное зондирование

Профиль подготовки: Космическая геодезия и навигация

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

**Автор(ы):**

Белов И.Ю.

**Рецензент(ы):**

Загретдинов Р.В.

**СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий(ая) кафедрой:

Протокол заседания кафедры No \_\_\_\_ от " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Учебно-методическая комиссия Института физики:

Протокол заседания УМК No \_\_\_\_ от " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Регистрационный No

Казань  
2014

## Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) Белов И.Ю. , Igor.Belov@kpfu.ru

### **1. Цели освоения дисциплины**

Изучение физических принципов, лежащих в основе электронных измерений расстояний и углов для решения задач геодезии, а также основ устройств современных измерительных средств, основанных на этих принципах, принципов конструирования геодезических приборов и измерительных комплексов.

### **2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования**

Данная учебная дисциплина включена в раздел " Б3.ДВ.1 Профессиональный" основной образовательной программы 120100.62 Геодезия и дистанционное зондирование и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 4 курсе, 8 семестр.

Дисциплина входит в раздел "Б.3. Профессиональный цикл. Вариативная часть по выбору студента" ФГОС ВПО по направлению подготовки "Геодезия и дистанционное зондирование".

Для освоения содержания дисциплины необходимо знание физики, радиофизики и радиоэлектроники, геодезии, методов выполнения геодезических измерений, а также методики определения погрешностей измерений. Курс является расширенным дополнением к дисциплине "Геодезическое инструментоведение".

### **3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля**

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

- физические принципы, на которых основаны методы измерения расстояний и углов в электронной геодезии;
- основы конструирования электронных геодезических устройств и приборов;
- общие представления об основах конструирования электронных геодезических устройств и приборов; теоретические знания о распространении электромагнитных волн в атмосфере и влиянии атмосферы на результаты электрооптических и радиогеодезических измерений.

2. должен уметь:

- осуществлять контроль полученных геодезических, спутниковых и фотограмметрических измерений, а также материалов дистанционного зондирования.

3. должен владеть:

- теоретическими знаниями о распространении электромагнитных волн в атмосфере и влиянии атмосферы на результаты электрооптических и радиогеодезических измерений.

- способность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования;

- способность к тестированию, исследованию, поверкам и юстировке, эксплуатации геодезических, фотограмметрических систем, приборов и инструментов, аэрофотосъемочного оборудования;

- способность к проведению метрологической аттестации геодезического, аэрофотосъемочного и фотограмметрического оборудования;
- способность к разработке современных методов, технологий и методик проведения геодезических, топографо-геодезических, фотограмметрических и аэрофотосъемочных работ.

#### 4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных(ые) единиц(ы) 108 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины зачет в 8 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

#### 4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю

##### Тематический план дисциплины/модуля

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Основные свойства электромагнитных волн. Преобразование электромагнитных колебаний. Особенности распространения электромагнитных волн. Скорость распространения электромагнитных волн в вакууме. Влияние атмосферы на распространение электромагнитных волн.	8	1-2	0	0	0	

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
2.	Тема 2. Общий принцип измерения расстояния по времени распространения электромагнитных колебаний. Импульсный (временной) метод изменения расстояний. Частотный метод измерения расстояний	8	2	0	0	0	
3.	Тема 3. Фазовый способ измерения расстояний. Модуляция колебаний. Основное уравнение. Принцип гетеродинирования. Методы устранения неоднозначности результата измерения.	8	3	0	0	0	
4.	Тема 4. Роль и место интерференционных наземных измерений в геодезии. Теория интерференционных методов. Геодезическая интерферометрия оптического диапазона. Радиointерферометрия со сверхдлинной базой.	8	4	0	0	0	

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
5.	Тема 5. Источники излучения. Тепловые и газоразрядные излучатели. Общие принципы действия лазеров. Лазеры на ионных кристаллах и стеклах. Режим свободной генерации. Режим модуляции добротности. Режим синхронизации мод. Газовые лазеры. Полупроводниковые лазеры	8	5	0	0	0	
6.	Тема 6. Модуляция оптического излучения. Электрооптические модуляторы. Магнитооптические модуляторы. Акустооптические модуляторы.	8	6-7	0	0	0	
7.	Тема 7. Прием оптического излучения. Фотоэмиссионные приемники. Фотоприемники на основе внутреннего фотоэффекта. Гетеродинный фотоприем. Оптическая фильтрация в фотоприемниках.	8	7	0	0	0	
8.	Тема 8. Принципы электронного измерения углов. Абсолютные и относительные методы. Кодовые диски и шкалы.	8	8	0	0	0	
9.	Тема 9. Метрологическое обеспечение электронных геодезических измерений.	8	9	0	0	0	

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
10.	Тема 10. Классификация и общие элементы конструкции светодальномеров. Светодальномеры геодезические и топографические. Спутниковые дальномеры.	8	10	0	0	0	
11.	Тема 11. Радиодальномеры. Влияние внутренних отражений и отражений радиоволн от подстилающей поверхности на результаты измерения расстояний радиодальномерами, методы их ослабления.	8	11	0	0	0	
12.	Тема 12. Радиогеодезические системы (РГС), их назначение и классификация. Принципы определения места. Фазовые РГС с когерентным излучением станций. Фазовые РГС с некогерентным излучением станций. Сравнение различных типов фазовых РГС.	8	12	0	0	0	

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
13.	Тема 13. Спутниковые навигационные системы в геодезии. Беззапросный метод и стандарты частоты. Доплеровские спутниковые системы. Дальномерные спутниковые системы. Система GPS. Способы определения среднеинтегрального показателя преломления. Дальномерная рефрактометрия.	8	13	0	0	0	
	Тема . Итоговая форма контроля	8		0	0	0	зачет
	Итого			0	0	0	

#### 4.2 Содержание дисциплины

**Тема 1. Основные свойства электромагнитных волн. Преобразование электромагнитных колебаний. Особенности распространения электромагнитных волн. Скорость распространения электромагнитных волн в вакууме. Влияние атмосферы на распространение электромагнитных волн.**

**Тема 2. Общий принцип измерения расстояния по времени распространения электромагнитных колебаний. Импульсный (временной) метод измерения расстояний. Частотный метод измерения расстояний**

**Тема 3. Фазовый способ измерения расстояний. Модуляция колебаний. Основное уравнение. Принцип гетеродинамирования. Методы устранения неоднозначности результата измерения.**

**Тема 4. Роль и место интерференционных наземных измерений в геодезии. Теория интерференционных методов. Геодезическая интерферометрия оптического диапазона. Радиоинтерферометрия со сверхдлинной базой.**

**Тема 5. Источники излучения. Тепловые и газоразрядные излучатели. Общие принципы действия лазеров. Лазеры на ионных кристаллах и стеклах. Режим свободной генерации. Режим модуляции добротности. Режим синхронизации мод. Газовые лазеры. Полупроводниковые лазеры**

**Тема 6. Модуляция оптического излучения. Электрооптические модуляторы. Магнитооптические модуляторы. Акустооптические модуляторы.**

**Тема 7. Прием оптического излучения. Фотоэмиссионные приемники. Фотоприемники на основе внутреннего фотоэффекта. Гетеродинный фотоприем. Оптическая фильтрация в фотоприемниках.**

**Тема 8. Принципы электронного измерения углов. Абсолютные и относительные методы. Кодовые диски и шкалы.**

**Тема 9. Метрологическое обеспечение электронных геодезических измерений.**

**Тема 10. Классификация и общие элементы конструкции светодальномеров. Светодальномеры геодезические и топографические. Спутниковые дальномеры.**



**Тема 11. Радиодальномеры. Влияние внутренних отражений и отражений радиоволн от подстилающей поверхности на результаты измерения расстояний радиодальномерами, методы их ослабления.**

**Тема 12. Радиогодезические системы (РГС), их назначение и классификация. Принципы определения места. Фазовые РГС с когерентным излучением станций. Фазовые РГС с некогерентным излучением станций. Сравнение различных типов фазовых РГС.**

**Тема 13. Спутниковые навигационные системы в геодезии. Беззапросный метод и стандарты частоты. Доплеровские спутниковые системы. Дальномерные спутниковые системы. Система GPS. Способы определения среднеинтегрального показателя преломления. Дальномерная рефрактометрия.**

## **5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения**

В основу изучения дисциплины предполагается положить лично-ориентированное обучение. Проявление и всестороннее развитие индивидуальных способностей должно быть продемонстрировано студентами при выполнении лабораторных работ и в ходе самостоятельной работы. При выполнении лабораторных работ предполагается применять исследовательский метод обучения, основная идея которого заключается в использовании научного подхода к решению поставленной задачи.

## **6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов**

**Тема 1. Основные свойства электромагнитных волн. Преобразование электромагнитных колебаний. Особенности распространения электромагнитных волн. Скорость распространения электромагнитных волн в вакууме. Влияние атмосферы на распространение электромагнитных волн.**

**Тема 2. Общий принцип измерения расстояния по времени распространения электромагнитных колебаний. Импульсный (временной) метод измерения расстояний. Частотный метод измерения расстояний**

**Тема 3. Фазовый способ измерения расстояний. Модуляция колебаний. Основное уравнение. Принцип гетеродинамирования. Методы устранения неоднозначности результата измерения.**

**Тема 4. Роль и место интерференционных наземных измерений в геодезии. Теория интерференционных методов. Геодезическая интерферометрия оптического диапазона. Радиоинтерферометрия со сверхдлинной базой.**

**Тема 5. Источники излучения. Тепловые и газоразрядные излучатели. Общие принципы действия лазеров. Лазеры на ионных кристаллах и стеклах. Режим свободной генерации. Режим модуляции добротности. Режим синхронизации мод. Газовые лазеры. Полупроводниковые лазеры**

**Тема 6. Модуляция оптического излучения. Электрооптические модуляторы. Магнитооптические модуляторы. Акустооптические модуляторы.**

**Тема 7. Прием оптического излучения. Фотоэмиссионные приемники. Фотоприемники на основе внутреннего фотоэффекта. Гетеродинный фотоприем. Оптическая фильтрация в фотоприемниках.**

**Тема 8. Принципы электронного измерения углов. Абсолютные и относительные методы. Кодовые диски и шкалы.**

**Тема 9. Метрологическое обеспечение электронных геодезических измерений.**

**Тема 10. Классификация и общие элементы конструкции светодальномеров. Светодальномеры геодезические и топографические. Спутниковые дальномеры.**

**Тема 11. Радиодальномеры. Влияние внутренних отражений и отражений радиоволн от подстилающей поверхности на результаты измерения расстояний радиодальномерами, методы их ослабления.**

**Тема 12. Радиогодезические системы (РГС), их назначение и классификация. Принципы определения места. Фазовые РГС с когерентным излучением станций. Фазовые РГС с некогерентным излучением станций. Сравнение различных типов фазовых РГС.**

**Тема 13. Спутниковые навигационные системы в геодезии. Беззапросный метод и стандарты частоты. Доплеровские спутниковые системы. Дальномерные спутниковые системы. Система GPS. Способы определения среднеинтегрального показателя преломления. Дальномерная рефрактометрия.**

**Тема . Итоговая форма контроля**

Примерные вопросы к зачету:

Вопросы для самостоятельного рассмотрения и зачета:

1. Основные свойства электромагнитных волн.
2. Преобразование электромагнитных колебаний.
3. Особенности распространения электромагнитных волн в земной атмосфере.
4. Общий принцип измерения расстояния по времени распространения электромагнитных колебаний.
5. Импульсный метод измерения расстояний.
6. Частотный метод измерения расстояний.
7. Фазовый способ измерения расстояний. Модуляция колебаний. Принцип гетеродинамирования.
8. Методы устранения неоднозначности результата измерения в фазовых методах.
9. Скорость распространения электромагнитных волн в вакууме. Влияние атмосферы на распространение электромагнитных волн.
10. Способы определения среднеинтегрального показателя преломления.
11. Дальномерная рефрактометрия.
12. Интерференционные измерения в геодезии.
13. Радиointерферометрия со сверхдлинной базой.
14. Метрологическое обеспечение электронных геодезических измерений.
15. Классификация и общие элементы конструкции светодальномеров.
16. Тепловые и газоразрядные источники излучения.
17. Общие принципы действия лазеров. Режимы работы лазеров.
18. Режим свободной генерации.
19. Режим модуляции добротности.
20. Режим синхронизации мод.
21. Лазеры на ионных кристаллах и стеклах.
22. Газовые лазеры.
23. Полупроводниковые лазеры.
24. Электрооптические модуляторы.
25. Магнитооптические модуляторы.
26. Акустооптические модуляторы.
27. Фотоэмиссионные приемники.
28. Фотоприемники на основе внутреннего фотоэффекта.
29. Гетеродинный фотоприем. Оптическая фильтрация в фотоприемниках.
30. Измерение углов в электронных теодолитах.
31. Радиодальномеры. Внутренние и внешние отражения радиоволн в радиодальномерами.

32. Радиогодезические системы (РГС), их назначение и классификация.
33. Доплеровские спутниковые системы. Запросный и беззапросный режимы.
34. Дальномерные спутниковые системы. Система GPS.

### **7.1. Основная литература:**

1. Поклад, Геннадий Гаврилович. Геодезия. Москва: Акад. Проект, 2007. 589, [1] с.: ил., табл.; 25. (Учебное пособие для вузов). (Gaudeamus). Библиогр.: с. 573-574 (27 назв.). Предм. указ.: с. 575-580. ISBN 5-8291-0781-3;
2. Генике, Аркадий Александрович. Глобальные спутниковые системы определения местоположения и их применение в геодезии / А. А. Генике, Г. Г. Побединский. Изд. 2-е, перераб. и доп. М.: Картгеоцентр, 2004. 350, [1] с.: ил. Библиогр.: с. 343-347. ISBN 5-86066-063-4;
3. Поклад Г.Г., Гриднев С.П. Геодезия, учебное пособие для ВУЗов М.: Академический Проект, 2007, 592с.;
4. Белов И.Ю. Физические основы оптической дальнометрии. Учебно-методическое пособие (Электронный конспект лекций)- Казань, 2009. - 72 с. <http://ksu.ru/f6/k8/index.php>.

### **7.2. Дополнительная литература:**

1. Аввакумов О.В. Основные принципы фазовых методов измерения расстояния. Методическое пособие по курсу "Электрооптические и радиогодезические измерения". - Казань, 1990;
2. Лобачев В.М. Радиоэлектронная геодезия. М.: Недра, 1980;
3. Воронков Н.Н., Плотников В.С., Калантаров Е.И. и др. Геодезия. Геодезические и фотограмметрические приборы. - М.: Недра, 1991;
4. Кочетов Ф.Г. Автоматизированные системы для геодезических измерений. - М.: Недра, 1991;
5. Пашенков В.З. Радио- и светодальномеры. - М.: Недра, 1980;
6. Михеечев В.С. Геодезические светодальномеры. - М.: Недра, 1979;
7. Гауф М. Электронные теодолиты и тахеометры. - М.: Недра, 1978;
8. Захаров А.И. Геодезические приборы. - М.: Недра, 1989;
9. Костецкая Я.М. Свето- и радиодальномеры. - Львов, 1986;
10. Большаков В.Д., Деймлих Ф., Голубев А.Н., Васильев В.П. Радиогодезические и электрооптические измерения. - М.: Недра, 1985.

### **7.3. Интернет-ресурсы:**

## **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану**

Освоение дисциплины "Геотроника" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 120100.62 "Геодезия и дистанционное зондирование" и профилю подготовки Космическая геодезия и навигация .

Автор(ы):

Белов И.Ю. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Рецензент(ы):

Загретдинов Р.В. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.