

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



подписано электронно-цифровой подписью

### Программа дисциплины

#### Методы уравнительных вычислений М2.В.6

Направление подготовки: 120100.68 - Геодезия и дистанционное зондирование

Профиль подготовки: Космические технологии координатно-временного обеспечения и геодезический мониторинг

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

**Автор(ы):**

Соколова М.Г.

**Рецензент(ы):**

Кашеев Р.А.

#### **СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий(ая) кафедрой: Бикмаев И. Ф.

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

Учебно-методическая комиссия Института физики:

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

Регистрационный No 660914

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) доцент, к.н. (доцент) Соколова М.Г. Кафедра астрономии и космической геодезии Отделение астрофизики и космической геодезии, smarina.63@mail.ru

### 1. Цели освоения дисциплины

освоение современных методов организации, анализа и обработки геодезических измерений. основные задачи - оценка точности геодезических измерений, предрасчет необходимой точности измерений при решении разнообразных научно-производственных задач, уравнивание результатов измерений и оценка точности геодезических сетей.

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

Данная учебная дисциплина включена в раздел " М2.В.6 Профессиональный" основной образовательной программы 120100.68 Геодезия и дистанционное зондирование и относится к вариативной части. Осваивается на 1 курсе, 2 семестр.

Данная учебная дисциплина входит в раздел "М.2. Профессиональный цикл. Вариативная часть" ФГОС ВПО ПрООП по направлению подготовки "Геодезия и дистанционное зондирование". Для изучения дисциплины необходимы компетенции, формируемые при изучении дисциплины "Информационные технологии в геодезии и дистанционном зондировании", "Методы создания и развития государственных геодезических сетей".

Данная учебная дисциплина предшествует изучению дисциплины базовой части "Автоматизированные системы сбора и обработки результатов дистанционного зондирования", необходимо для выполнения научно-исследовательской работы. Освоив дисциплину, студенты смогут хорошо ориентироваться в наиболее подходящих для решения задач вычислительных алгоритмах и существующих программных средствах.

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

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОПК-3 (профессиональные компетенции)	готовность к использованию и применению базовых навыков принятия решений в области техники и технологии
ПК-15 (профессиональные компетенции)	способность к разработкам методов и проведения технического контроля, управления качеством топографо-геодезической, аэрокосмической и фотограмметрической продукции
ПК-3 (профессиональные компетенции)	способность к организации и проведению экспериментов, обработке, обобщению, анализу и оформлению достигнутых результатов
ПК-4 (профессиональные компетенции)	способность к проведению научно-технической экспертизы технических проектов, изобретений, научных работ, а также новых методов топографо-геодезических работ и работ, связанных с дистанционным зондированием территорий

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

методы уравнивания геодезических измерений, современные компьютерные программы уравнивания и область их применимости

2. должен уметь:

выполнять уравнивание и анализ проектов геодезических сетей всех видов, применять компьютерные программы для обработки измерений, моделировать и оценивать точность результатов

3. должен владеть:

представлениями о связи уравнивательных вычислений со смежными естественно-научными дисциплинами, о методах определения оптимальных оценок по результатам измерений; о статистических методах анализа результатов измерений

4. должен демонстрировать способность и готовность:

способностью к организации и проведению экспериментов, обработке, обобщению, анализу

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

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

Форма промежуточного контроля дисциплины экзамен во 2 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. Параметрический способ уравнивания. Использование параметрического способа для уравнивания типовых геодезических сетей.	2	1-5	0	5	0	домашнее задание
2.	Тема 2. Коррелатный способ уравнивания. Использование коррелатного способа для уравнивания типовых геодезических сетей.	2	6-11	0	5	0	домашнее задание

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
3.	Тема 3. Статистическая обработка измерений. Исследование рядов измерений с помощью дисперсионного анализа.	2	12-14	0	2	0	домашнее задание
4.	Тема 4. Анализ уравнительных функций ГИС	2	15-16	0	2	0	презентация
	Тема . Итоговая форма контроля	2		0	0	0	экзамен
	Итого			0	14	0	

## 4.2 Содержание дисциплины

### Тема 1. Параметрический способ уравнивания. Использование параметрического способа для уравнивания типовых геодезических сетей.

#### *практическое занятие (5 часа(ов)):*

Использование параметрического способа для уравнивания типовых геодезических сетей. Пример уравнивания полигонометрического хода и триангуляции, оценка точности уравненных величин и их функций. Уравнивание полигонометрического хода с зависимыми параметрами. Привлечение ГИС для контроля проводимых вычислений. Обзор видеоизмененных способов уравнивания. Контроль грубых ошибок.

### Тема 2. Коррелятивный способ уравнивания. Использование коррелятивного способа для уравнивания типовых геодезических сетей.

#### *практическое занятие (5 часа(ов)):*

Использование коррелятивного способа для уравнивания типовых геодезических сетей. Пример уравнивания полигонометрического хода и триангуляции, оценка точности уравненных величин и их функций. Уравнивание полигонометрической сети с дополнительными параметрами. Привлечение ГИС для контроля проводимых вычислений. Обзор видеоизмененных способов уравнивания. Контроль грубых ошибок.

### Тема 3. Статистическая обработка измерений. Исследование рядов измерений с помощью дисперсионного анализа.

#### *практическое занятие (2 часа(ов)):*

Методы статистической обработки наблюдений. Теории корреляционного анализа, моделирования, прогнозирования. Однофакторный и многофакторный дисперсионный характер. Исследование спутниковых рядов измерений на референц-станции в зависимости от ряда искажающих факторов. Применение пакета Excel для статистической обработки измерений.

### Тема 4. Анализ уравнительных функций ГИС

#### *практическое занятие (2 часа(ов)):*

Сравнение свойств используемых ГИС для обработки и уравнивания геодезических измерений на основе выполненных студентами измерений или предложенных преподавателем и выполнения тестовых примеров уравнивания нивелирных, тахеометрических, полигонометрических, триангуляционных ходов.

## 4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
1.	Тема 1. Параметрический способ уравнивания. Использование параметрического способа для уравнивания типовых геодезических сетей.	2	1-5	подготовка домашнего задания	18	домашнее задание
2.	Тема 2. Коррелатный способ уравнивания. Использование коррелатного способа для уравнивания типовых геодезических сетей.	2	6-11	подготовка домашнего задания	18	домашнее задание
3.	Тема 3. Статистическая обработка измерений. Исследование рядов измерений с помощью дисперсионного анализа.	2	12-14	подготовка домашнего задания	12	домашнее задание
4.	Тема 4. Анализ уравнивательных функций ГИС	2	15-16	подготовка к презентации	10	презентация
	Итого				58	

## 5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Используются такие интерактивные формы обучения как обсуждение теоретических вопросов, проверка решения задач самими студентами, обсуждение возможных вариантов решения и их оптимальности, создание студентами банка данных задач по теме уравнивания и проектирования геодезических сетей, построение компьютерных симуляций по результатам уравнивания, выполнение расчетно-аналитических задач

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

### Тема 1. Параметрический способ уравнивания. Использование параметрического способа для уравнивания типовых геодезических сетей.

домашнее задание , примерные вопросы:

Пример уравнивания полигонометрического хода параметрическим методом, оценка точности уравненных величин и их функций с привлечением ГИС (по выбору студента) для контроля проводимых вычислений. ПК-4, ПК-15

### Тема 2. Коррелатный способ уравнивания. Использование коррелатного способа для уравнивания типовых геодезических сетей.

домашнее задание , примерные вопросы:

Пример уравнивания полигонометрического хода коррелатным способом, оценка точности уравненных величин и их функций с привлечением ГИС (по выбору студента) для контроля проводимых вычислений ПК-4, ПК-15

### **Тема 3. Статистическая обработка измерений. Исследование рядов измерений с помощью дисперсионного анализа.**

домашнее задание , примерные вопросы:

Исследование спутниковых рядов измерений на референц-станции в зависимости от ряда искажающих факторов с применением пакета Excel для статистической обработки измерений. ОПК-3, ПК-3

### **Тема 4. Анализ уравнивательных функций ГИС**

презентация , примерные вопросы:

выполнения тестовых примеров уравнивания нивелирных, тахеометрических, полигонометрических, триангуляционных ходов в различных пакетах ГИС (по выбору студента) ОПК-3, ПК-3

### **Тема . Итоговая форма контроля**

Примерные вопросы к экзамену:

#### **ТЕМЫ СЕМЕСТРОВЫХ КОНТРОЛЬНЫХ ЗАДАНИЙ**

1. Уравнивание измерений параметрическим методом полигонометрического хода (15 баллов)
2. Уравнивание измерений коррелятным методом полигонометрического хода (15 баллов)
3. Выполнение двухфакторного дисперсионного анализа спутниковых измерений (10 баллов)
4. Анализ уравнивательных функций ГИС (по выбору студента). (10 баллов)

#### **ВОПРОСЫ К ЭКЗАМЕНУ**

1. Система двух случайных величин. Виды зависимостей двух случайных величин. Корреляционный момент. Коэффициент корреляции. Уравнение регрессии. Задача экстраполяции и интерполяции.
2. Применение корреляционного анализа для целей мониторинга неустойчивых объектов.
3. Применение дисперсионного анализа с целью выявления наиболее значимых факторов, влияющих на точность измерений
4. Уравнивание по МНК параметрическим способом.
5. Параметрические уравнения связи и параметрические уравнения поправок.
6. Система нормальных уравнений. Вычисление уравненных неизвестных при параметрическом уравнивании.
7. Контроль решения задачи уравнивания при параметрическом уравнивании.
8. Оценка точности измерений при параметрическом уравнивании. Оценка точности уравненных неизвестных (параметров).
9. Оценка точности функций уравненных параметров. Оценка точности уравненных результатов измерений при параметрическом уравнивании.
10. Параметрические уравнения связи и параметрические уравнения поправок в нивелирной сети.
11. Составление параметрических уравнений поправок для сторон.
12. Составление параметрических уравнений поправок для дирекционных углов.
13. Параметрические уравнения связи и параметрические уравнения поправок в полигонометрическом ходе.
14. Параметрические уравнения связи и параметрические уравнения поправок при уравнивании обратной многократной засечки.
15. Порядок уравнивания геодезических сетей параметрическим способом.
16. Коррелятный способ уравнивания по МНК.
17. Условные уравнения. Линеаризация системы условных уравнений.

18. Коррелятивные уравнения поправок. Нормальные уравнения коррелят.
19. Вычисление уравненных неизвестных при коррелятном уравнивании.
20. Контроль решения задачи уравнивания при коррелятном уравнивании.
21. Оценка точности измерений при коррелятном уравнивании. Оценка точности уравненных результатов измерений при коррелятном уравнивании.
22. Оценка точности функции уравненных неизвестных при коррелятном уравнивании.
23. Уравнивание нивелирной сети по МНК коррелятным способом.
24. Порядок уравнивания геодезических сетей коррелятным способом.

### 7.1. Основная литература:

Поклад, Геннадий Гаврилович. Геодезия : учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению 120300 - Землеустройство и земельный кадастр и специальностям: 120301 - Землеустройство, 120302 - Земельный кадастр, 120303 - Городской кадастр / Г.Г. Поклад, С.П. Гриднев ; М-во сел. хоз-ва Рос. Федерации, Воронеж. гос. аграр. ун-т им. К.Д. Глинки .? [4-е изд., перераб. и доп.] .? Москва : Академический Проект, 2013 .? 537, [1] с.

Практикум по геодезии : учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению 120300 - Землеустройство и земельный кадастр и специальностям: 120301 - Землеустройство, 120302 - Земельный кадастр, 120303 - Городской кадастр / [Г. Г. Поклад и др.] ; под ред. Г. Г. Поклада .? [2-е изд.] .? Москва : Академический Проект : Гаудеамус, 2012 .? 485, [1] с.

### 7.2. Дополнительная литература:

Большаков, Василий Дмитриевич. Уравнивание геодезических построений : справочное пособие / В. Д. Большаков, Ю. И. Маркузе, В. В. Голубев .? Москва : Недра, 1989 .? 412,[1] с. : ил. ; 23 см .? Библиогр.: с. 403 (18 назв.) .? ISBN 5-247-01172-4 : 1 р. 70 к.

Гайдаев, П. А. Теория математической обработки геодезических изменений : учебник для студентов геодезич. спец. вузов / П. А. Гайдаев, В. Д. Большаков .? Москва : Недра, 1969 .? 400с. : ил.

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.

Нагулин К.Ю., Мухамедшин И.Р. Обработка и представление результатов измерений. (электронное издание). - Казань. КГУ.2009.

[http://shelly.ksu.ru/portal/docs/F666209599/Oshibki\\_2012\\_5.pdf](http://shelly.ksu.ru/portal/docs/F666209599/Oshibki_2012_5.pdf)

### 7.3. Интернет-ресурсы:

ГИС-лаб - <http://gis-lab.info>

Интегральный каталог ресурсов Федерального портала ?Российское образование? - <http://soip-catalog.informika.ru/>

Учебные модули в электронной библиотеке виртуального университета МИИГАиК - <http://miiigaik.openet.ru>

Федеральный портал ?Российское образование? - <http://www.edu.ru/>

Федеральный фонд учебных курсов - <http://www.ido.edu.ru/ffec/econ-index.html>

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Методы уравнивательных вычислений" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

Компьютерный класс, представляющий собой рабочее место преподавателя и не менее 15 рабочих мест студентов, включающих компьютерный стол, стул, персональный компьютер, лицензионное программное обеспечение. Каждый компьютер имеет широкополосный доступ в сеть Интернет. Все компьютеры подключены к корпоративной компьютерной сети КФУ и находятся в едином домене.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "БиблиоРоссика", доступ к которой предоставлен студентам. В ЭБС "БиблиоРоссика" представлены коллекции актуальной научной и учебной литературы по гуманитарным наукам, включающие в себя публикации ведущих российских издательств гуманитарной литературы, издания на английском языке ведущих американских и европейских издательств, а также редкие и малотиражные издания российских региональных вузов. ЭБС "БиблиоРоссика" обеспечивает широкий законный доступ к необходимым для образовательного процесса изданиям с использованием инновационных технологий и соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, УМК, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

студенты имеют возможность получать доступ к электронным ресурсам КГУ и сети Интернет через в аудитории для самостоятельной работы и с личных мобильных устройств через WiFi-станцию;

- для поддержки мультимедиа-презентаций во время лекционных занятий используются следующие программные продукты: Microsoft Power Point в составе Microsoft Office 2007 (2 академические лицензии), OpenOffice.org 3.0 Impress (открытая лицензия GPL), Adobe Reader 9 (предоставлено физическим факультетом для 20 рабочих мест на условиях академической лицензии Microsoft);
- комплекты лицензионного программного обеспечения для уравнительных вычислений ГИС Панорама "Карта-2008" 10 лицензий; CREDO DAT, Topcon Trimble (бесплатная версия)
- стационарное и переносное демонстрационное оборудование (мультимедийные проекторы, ноутбуки)

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 120100.68 "Геодезия и дистанционное зондирование" и магистерской программе Космические технологии координатно-временного обеспечения и геодезический мониторинг .

Автор(ы):

Соколова М.Г. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Рецензент(ы):

Кащеев Р.А. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.