МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ГЕОДЕЗИИ И КАРТОГРАФИИ
(МИИГАиК)

Заочный факультет
Кафедра геодезии

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН**
**ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 5387FD2AF5B17FED816FDE9A1D4973B1
Владелец: Степанченко Алексей Леонидович
Действителен: с 21.07.2025 по 14.10.2026

«УТВЕРЖДАЮ»
Проректор
А. Л. Степанченко
16 февраля 2024 г.

# РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
# ГЕОДЕЗИЧЕСКИЙ МОДУЛЬ
# «Б1.В.02.03 СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ И ОБРАБОТКИ ИЗМЕРЕНИЙ»

Уровень высшего образования: бакалавриат

Направление подготовки: 21.03.03 Геодезия и дистанционное зондирование

Направленность(профиль) подготовки: Геодезия

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

Форма обучения: заочная

Год набора (приема на обучение): 2024

Срок получения образования: 4 года 8 месяца(-ев)

Объем: в зачетных единицах: 3 з.е.
в академических часах: 108 ак.ч.

Москва, 2024

**Разработчики:**
Доцент кафедры Геодезии, к.н. Клыпин И. А.

Рабочая программа дисциплины (модуля) составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 21.03.03 Геодезия и дистанционное зондирование, утвержденного приказом Минобрнауки от 12.08.2020 № 972

Согласование и утверждение

| № | Подразделение | Ответственное лицо | ФИО | Виза | Дата, протокол (при наличии) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Заочный факультет | Председатель Учебно-методической комиссии | Литвиненко М. В. | Рассмотрено | 15.02.2024, № 1 |

Содержание

1. Цель и задачи освоения дисциплины (модуля)

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

3. Место дисциплины в структуре ОП

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

5. Содержание дисциплины
   5.1. Разделы, темы дисциплины и виды занятий
   5.2. Содержание разделов, тем дисциплины и формы текущего контроля

6. Оценочные материалы текущего контроля

7. Оценочные материалы промежуточной аттестации

8. Порядок проведения промежуточной аттестации

9. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение дисциплины
   9.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы
   9.2. Профессиональные базы данных и ресурсы «Интернет», к которым обеспечивается доступ обучающихся
   9.3. Программное обеспечение и информационно-справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине
   9.4. Оборудование и технические средства обучения

10. Методические указания по освоению дисциплины (модуля)

## 1. Цель и задачи освоения дисциплины (модуля)

Цель освоения дисциплины - получение обучающимися теоретических знаний о сути и принципах современных методов контроля и обработки измерений, а также практических навыков самостоятельного применения их на практике при решении геодезических задач различного спектра

Задачи изучения дисциплины:

- формирование понятий об оптимизации уравнительных вычислений;
- освоение навыков уравнивания различных геодезических построений, включая обширные геодезические сети;
- формирование умений применять полученные знания в практической деятельности, решать практические задачи по обработке геодезических измерений с контролем и локализацией резко выделяющихся измерений, а также с учётом ошибок исходных данных.

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

*Компетенции, индикаторы и результаты обучения*

ПК-1 Способен проводить прикладные исследования, обрабатывать и анализировать результаты

ПК-1.1 Выполняет эксперимент и оформляет результаты исследований и разработок

*Знать:*

ПК-1.1/Зн1 информационные и телекоммуникационные технологии для представления результатов геодезических работ

*Уметь:*

ПК-1.1/Ум1 анализировать и систематизировать обрабатываемую информацию

*Владеть:*

ПК-1.1/Нв1 навыками обработки, анализа и обобщения результатов экспериментов и исследований в соответствующей области знаний

ПК-1.2 Обрабатывает и анализирует научно-техническую информацию и результаты исследований

*Знать:*

ПК-1.2/Зн1 государственные системы координат, системы координат, применяемые при ведении ГКН

*Уметь:*

ПК-1.2/Ум1 применять современные программные средства обработки и уравнивания геодезических полевых и орбитальных измерений

*Владеть:*

ПК-1.2/Нв1 навыками обработки, анализа результатов исследований с использованием научно-технической информацией по соответствующей области знаний

ПК-1.3 Готовит элементы документации, проектов, планов и программ проведения отдельных этапов работ

*Знать:*

ПК-1.3/Зн1 нормативно-правовую базу в области геодезических работ

*Уметь:*

ПК-1.3/Ум1 разрабатывать и оформлять технический проекты и программы геодезических работ

*Владеть:*

ПК-1.3/Нв1 специализированным программным обеспечением для математической обработки результатов высокоточных измерений и их оформлением для проектной документации

ПК-15 Способен разрабатывать проектную продукцию по результатам инженерно-технического проектирования

ПК-15.1 Разрабатывает и оформляет проектные решения

*Знать:*

ПК-15.1/Зн1 современные методы контроля и обработки геодезических измерений

ПК-15.1/Зн2 методы и средства камеральной обработки измерений

*Уметь:*

ПК-15.1/Ум1 анализировать полученные результаты математической обработки геодезических измерений

*Владеть:*

ПК-15.1/Нв1 навыками современной математической обработки геодезических измерений

ПК-15.2 Моделирует для проектных целей и для обоснования надежности и безопасности объектов

*Знать:*

ПК-15.2/Зн1 основные методы контроля грубых ошибок

ПК-15.2/Зн2 особенности построения различных видов геодезических сетей, характеристики их точности

*Уметь:*

ПК-15.2/Ум1 локализовывать грубые ошибки измерений

ПК-15.2/Ум2 применять современные компьютерные технологии для обработки геодезических измерений, их оценки точности и уравнивания геодезических построений

*Владеть:*

ПК-15.2/Нв1 навыками по исключению резко выделяющихся измерений из обработки

ПК-15.2/Нв2 Навыками камеральной обработки измерений, уравнивания различных геодезических сетей, их оценки точности

ПК-15.3 Согласовывает и представляет проектную продукцию

*Знать:*

ПК-15.3/Зн1 основные этапы и последовательность выполнения полевых и камеральных топографо-геодезических и аэрофотосъёмочных работ

*Уметь:*

ПК-15.3/Ум1 выполнять весь комплекс полевых и камеральных геодезических и аэрофотосъёмочных изыскательских работ

*Владеть:*

ПК-15.3/Нв1 навыками сбора и обработки информации необходимой для составления ППГР

## 3. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина (модуль) Б1.В.02.03 «Современные методы контроля и обработки измерений» относится к формируемой участниками образовательных отношений части образовательной программы и изучается в семестре(ах): 4.

В процессе изучения дисциплины студент готовится к решению типов задач профессиональной деятельности, предусмотренных ФГОС ВО и образовательной программой.

## 4. Объем дисциплины (модуля) и виды учебной работы

| Период обучения | Общая трудоемкость (часы) | Общая трудоемкость (ЗЕТ) | Самостоятельная работа (часы) | Промежуточная аттестация (часы) |
|---|---|---|---|---|
| 4-я летняя сессия | 108 | 3 | 99 | Курсовая работа Экзамен (9) |
| Всего | 108 | 3 | 99 | 9 |

## 5. Содержание дисциплины (модуля)

### 5.1. Разделы, темы дисциплины и виды занятий

(часы промежуточной аттестации не указываются)

| Наименование раздела, темы | Всего | Самостоятельная работа | Планируемые результаты обучения, соотнесенные с результатами освоения программы |
|---|---|---|---|
| **Раздел 1. Современные методы контроля и обработки измерений** | **99** | **99** | ПК-1.1<br>ПК-1.2<br>ПК-1.3<br>ПК-15.1<br>ПК-15.2<br>ПК-15.3 |
| Тема 1.1. Строгое и приближённое уравнивание | 10 | 10 | |
| Тема 1.2. Уравнивание с учётом ошибок исходных данных | 18 | 18 | |
| Тема 1.3. Последовательный учёт измерений | 18 | 18 | |
| Тема 1.4. Объединение циклов измерений | 17 | 17 | |
| Тема 1.5. Способ условий с дополнительными неизвестными | 17 | 17 | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Тема 1.6. Уравнивание свободных сетей | 19 | 19 | |
| **Итого** | **99** | **99** | |

## 5.2. Содержание разделов, тем дисциплин и формы текущего контроля

***Раздел 1. Современные методы контроля и обработки измерений***

*Тема 1.1. Строгое и приближённое уравнивание*

Строгое уравнивание. Приближённое уравнивание. Основные различия. Оценка точности в обоих способах.

Текущий контроль

| Вид (форма) контроля |
|---|
| Наличие конспекта лекций |

*Тема 1.2. Уравнивание с учётом ошибок исходных данных*

Параметрическая форма. Коррелатная форма. Оценка точности. Возврат к исходной сети.

Текущий контроль

| Вид (форма) контроля |
|---|
| Практическая работа |
| Выполнение раздела курсовой работы/проекта |

*Тема 1.3. Последовательный учёт измерений*

Формула Шермана-Моррисона-Вудбери. Рекуррентный способ уравнивания. Учёт групп необходимых и избыточных измерений. Оценка точности. Выбор исходной матрицы обратных весов. Дополнительные возможности рекуррентного способа. Контроль грубых ошибок.

Текущий контроль

| Вид (форма) контроля |
|---|
| Практическая работа |
| Выполнение раздела курсовой работы/проекта |

*Тема 1.4. Объединение циклов измерений*

Универсальный алгоритм уравнивания. Выявление деформаций. Контроль грубых ошибок. Разделение на блоки.

Текущий контроль

| Вид (форма) контроля |
|---|
| Выполнение раздела курсовой работы/проекта |

*Тема 1.5. Способ условий с дополнительными неизвестными*

Переход к коррелатному способу. Фиктивные измерения. Контроль грубых ошибок.

Текущий контроль

| Вид (форма) контроля |
|---|
| Наличие конспекта лекций |

*Тема 1.6. Уравнивание свободных сетей*

Решение с псевдообращением. Временная фиксация неизвестных.

Текущий контроль

| Вид (форма) контроля |
|---|
| Тестирование |
| Выполнение раздела курсовой работы/проекта |

## 6. Порядок проведения промежуточной аттестации

Порядок проведения промежуточной аттестации регламентируется локальными нормативными актами Университета:

- Положением о формах, периодичности, порядке текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по основным образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Московский государственный университет геодезии и картографии», п.6 «Организация и проведение промежуточной аттестации».
- Положением о порядке осуществления образовательного процесса, проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Московский государственный университет геодезии и картографии», п.8 «Проведение промежуточной аттестации с применением ЭО и ДОТ».

*Промежуточная аттестация: Курсовая работа, 4-я летняя сессия.*

Оценка за курсовую работу выставляется по итогам её выполнения и последующей её публичной защиты, в рамках которой обучающийся сообщает что как было им сделано, что получено и отвечает на вопросы по выполненной работе как преподавателя, так и других обучающихся. На усмотрение преподавателя оценка "удовлетворительно" за курсовую работу может быть выставлена по итогам её выполнения без публичной защиты.

*Промежуточная аттестация: Экзамен, 4-я летняя сессия.*

Список тем (теоретических вопросов) для подготовки к экзамену выдаётся студентам заранее. Накануне экзамена проводится также консультация, на которой рассматриваются практические задания, которые будут в экзаменационных билетах. Количество вопросов и заданий в билете также определяется экзаменатором и объявляется на консультации. Обычно 3 (2 вопроса и 1 задание) или 2 (1 вопрос и 1 задание). Возможно также содержание в билетах только теоретических вопросов. На экзамене обучающийся вытягивает билет и готовится отвечать на него в течение часа, по истечении которого экзаменатор вызывает отвечать обучающихся по очереди согласно порядку, в котором они тянули билеты. Если обучающийся отказывается отвечать после того, как его вызвали, ему выставляется оценка "неудовлетворительно". Такая же оценка выставляется, если обучающемуся невозможно зачесть ответ ни на один вопрос/задание его экзаменационного билета. Оценка "отлично" выставляется, если засчитаны все ответы. "Хорошо" – если один ответ не зачтён. "Удовлетворительно" – если не зачтены два ответа из трёх. В последнем случае, если в билете лишь 2 вопроса/задания, 3-ий задаётся экзаменатором после ответов обучающимся на оба вопроса/задания экзаменационного билета (вопрос берётся из списка тем для подготовки к экзамену). Также экзаменатор может задать наводящий вопрос по теме ответа в случае, если затрудняется в его оценке (зачесть / не зачесть). При проведении оценивания в ходе промежуточной аттестации преподаватель может учитывать результаты текущего контроля.

## 7. Оценочные материалы текущего контроля

***Раздел 1. Современные методы контроля и обработки измерений***

*Контролируемые ИДК: ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-15.1 ПК-15.2 ПК-15.3*

*Тема 1.1. Строгое и приближённое уравнивание*

Форма контроля/оценочное средство: Наличие конспекта лекций

Вопросы/Задания:

1. Какое уравнивание называется строгим, а какое приближённым?
2. Может ли приближённое уравнивание оказаться точнее, чем приближённое, и если да, то при каких обстоятельствах?
3. Что такое обобщённая дисперсия?
4. Что такое относительная неэффективность оценки?
5. Напишите неравенство Канторовича для обратных весовых матриц вычисления уравненных значений искомых величин при строгом и приблиённом уравнивании.

*Тема 1.2. Уравнивание с учётом ошибок исходных данных*

Форма контроля/оценочное средство: Практическая работа

Вопросы/Задания:

1. Уравнивание нивелирной сети реккурентным способом

Форма контроля/оценочное средство: Выполнение раздела курсовой работы/проекта

Вопросы/Задания:

1. Уравнивание нуль-свободной сети (группы необходимых измерений) при рекуррентном уравнивании

*Тема 1.3. Последовательный учёт измерений*

Форма контроля/оценочное средство: Практическая работа

Вопросы/Задания:

1. Уравнивание полигонометрического хода рекуррентным способом

Форма контроля/оценочное средство: Выполнение раздела курсовой работы/проекта

Вопросы/Задания:

1. Уравнивание группы избыточных измерений при рекуррентном уравнивании

*Тема 1.4. Объединение циклов измерений*

Форма контроля/оценочное средство: Выполнение раздела курсовой работы/проекта

Вопросы/Задания:

1. Контроль грубых ошибок измерений при рекуррентном уравнивании
2. Локализация грубых ошибок измерений при рекуррентном уравнивании
3. Исключение измерений, содержащих грубые ошибки, при рекуррентном уравнивании

*Тема 1.5. Способ условий с дополнительными неизвестными*

Форма контроля/оценочное средство: Наличие конспекта лекций

Вопросы/Задания:

1. Объединение нивелирных сетей с разными системами высот.
2. Объединение плановых сетей с разными системами координат.
3. Задача эталонирования светодальномера.

*Тема 1.6. Уравнивание свободных сетей*

Форма контроля/оценочное средство: Выполнение раздела курсовой работы/проекта

Вопросы/Задания:

1. Переход к учёту ошибок исходных данных и обратно при рекуррентном уравнивании

Форма контроля/оценочное средство: Тестирование

Вопросы/Задания:

1. В честь кого в формуле повышающий коэффициент называется коэффициентом Стьюдента?

1. Лежандра
2. Найденко
3. Госсета
4. студента

$$|\Delta_i| \leq t_\beta m_i$$

2. К какому типу ошибок может быть отнесена коллимационная ошибка в угловых измерениях?

1. случайная ошибка
2. систематическая ошибка
3. грубая ошибка
4. вероятная ошибка
5. средняя ошибка
6. ошибка округления

3. Какая оценочная матрица имеет такую структуру?

1. корреляционная
2. ковариационная
3. проекционная
4. весовая
5. обратная весовая
6. средняя квадратическая

$$\begin{pmatrix} m_1^2 & K_{12} & \cdots & K_{1n} \\ K_{21} & m_2^2 & \cdots & K_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ K_{n1} & K_{n2} & \cdots & m_n^2 \end{pmatrix}$$

4. Какие этапы уравнительных вычислений будут опущены при проектировании геодезической сети?

1. нахождение коэффициентов нормальных уравнений
2. оценка точности вычислений
3. вычисление поправок
4. вычисление уравненных значений
5. установление коэффициентов уравнений поправок
6. вычисление свободных членов или невязок

5. Каким будет значение коэффициента Стьюдента при равной 68,3% доверительной вероятности?

1. равно единице
2. больше единицы
3. меньше единицы
4. равно двум
5. равно четырём
6. меньше нуля

6. Какова вероятность того, что статистика критерия Баарда для контроля грубых ошибок измерений, подчинённая нормальному закону распределения, примет любое числовое значение, не превышающее 3σ по своему абсолютному значению?

1. 97%

2. 99,7%
3. 95%
4. 5%
5. 3%
6. 0,3%

7. Какой способ уравнивания лучше всего подходит для уравнивании типовых геодезических построений?

1. параметрический
2. коррелатный
3. рекуррентный
4. обобщённый

8. Какой способ уравнивания лучше всего подходит для уравнивания всевозможных геодезических построений произвольной конфигурации?

1. параметрический
2. коррелатный
3. рекуррентный
4. обобщённый

9. Какой способ уравнивания положен в основу ведомости вычисления координат пунктов полигонометрического хода?

1. параметрический
2. коррелатный
3. рекуррентный
4. обобщённый
5. никакой

10. Какой способ уравнивания применяется при заполнении ведомости вычисления координат пунктов тахеометрического хода?

1. параметрический
2. коррелатный
3. рекуррентный
4. обобщённый
5. никакой

11. Какой способ уравнивания применяется при обработке результатов измерений на станции в нивелировании?

1. параметрический
2. коррелатный
3. рекуррентный
4. обобщённый
5. никакой

12. Когда на главной диагонали весовой матрицы измерений будут стоять их веса?

1. при некоррелированных измерениях
2. всегда
3. при равной единице средней квадратической ошибке единицы веса
4. никогда
5. при сильно коррелированных измерениях
6. при безошибочных измерениях

13. Найти вес вычисления уравненного значения превышения по ходу, если по результатам уравнивания была получена обратная весовая матрица вычисления уравненных значений отметок начальной и конечной точек этого хода.

$$\mathbf{Q}_{\bar{\mathbf{H}}} = \begin{pmatrix} 0{,}35 & 0{,}25 \\ 0{,}25 & 0{,}35 \end{pmatrix}$$

14. Найти обратный вес вычисления уравненного значения превышения по ходу, если по результатам уравнивания была получена обратная весовая матрица вычисления уравненных значений отметок начальной и конечной точек этого хода.

$$\mathbf{Q}_{\bar{\mathbf{H}}} = \begin{pmatrix} 7 & 3 \\ 3 & 2 \end{pmatrix}$$

15. Найти среднюю квадратическую ошибку вычисления уравненного значения превышения по ходу, если по результатам уравнивания была получена оценочная ковариационная матрица вычисления уравненных значений отметок начальной и конечной точек этого хода.

$$\mathbf{K}_{\bar{\mathbf{H}}} = \begin{pmatrix} 5 & 3 \\ 3 & 2 \end{pmatrix}$$

16. Ошибки округления подчиняются...

1. нормальному закону распределения
2. логнормальному закону распределения
3. биномиальному закону распределения
4. равномерному закону распределения
5. логистическому закону распределения
6. экспоненциальному закону распределения

17. Приведите в соответствие указанные величины и их обозначения.

m - вероятная ошибка
r* - среднее квадратическое отклонение
σ - средняя квадратическая ошибка

18. Сколько параметров рассматривается при уравнивании нивелирной сети, состоящей из девяти ходов и четырёх определяемых пунктов? (Ответ запишите одним числом.)

19. Сколько условий (условных уравнений связи) учитывается при уравнивании полигонометрического хода с угловой привязкой? (Ответ запишите одним числом.)

20. Чем приходится средняя ошибка для среднего отклонения?

1. оценкой
2. синонимом
3. производной
4. частным случаем
5. центральным моментом
6. начальным моментом

21. Чем является коэффициент асимметрии для коэффициента скошенности?

1. оценкой
2. синонимом
3. производной
4. частным случаем
5. начальным моментом
6. смещением

22. Чему в процентах равна вероятность того, что статистика глобального теста на апостериорную дисперсию, подчинённая закону распределения хи-квадрат, примет любое отрицательное значение на числовой оси?

23. Чему в процентах равна вероятность того, что статистика теста Стьюдента для контроля грубых ошибок измерений, подчинённая одноимённому закону распределения, примет любое значение на числовой оси?

24. Что написано на надгробии доктора технических наук Юрия Исидоровича Маркузе (1935-2020)?

1. вариант 1

2. вариант 2
3. вариант 3
4. вариант 4

1) $\mathbf{Q}_i = \mathbf{Q}_{i-1} - \mathbf{Z}_i^{\mathrm{T}}\mathbf{N}_i^{-1}\mathbf{Z}_i$

2) «В геодезии — соль, остальное всё — ноль!»

3) $m = \sqrt{\frac{\Delta_1^2+\Delta_2^2+\cdots+\Delta_n^2}{n}}$

4) $\mathbf{A}^{\mathrm{T}}\mathbf{PV} = \mathbf{O}$

25. Что находится по представленной формуле?
1. вероятное отклонение
2. оценка вероятного отклонения
3. средняя квадратическая ошибка
4. средняя ошибка
5. среднее отклонение
6. среднее квадратическое отклонение

$$r^* = \frac{1}{2}\left(|\Delta|_{\frac{n}{2}} + |\Delta|_{\frac{n+2}{2}}\right)$$

26. Что представляют собой недиагональные элементы оценочной ковариационной матрицы?
1. оценки корреляционных моментов
2. возведённые в квадрат средние квадратические ошибки
3. коэффициенты корреляции
4. средние квадратические отклонения
5. обратные веса
6. значения вероятностей

27. Что стоит на главной диагонали корреляционной матрицы?
1. единицы
2. корреляции
3. центральные моменты
4. комплексные числа
5. частные производные
6. веса

## 8. Оценочные материалы промежуточной аттестации

*4-я летняя сессия, Экзамен*
*Контролируемые ИДК: ПК-1.1 ПК-15.1 ПК-1.2 ПК-15.2 ПК-1.3 ПК-15.3*
Вопросы/Задания:

1. Понятие о строгом и приближённом уравнивании.

2. Преимущества и недостатки основных способов уравнивания.

3. Учёт избыточных и необходимых измерений для независимых и зависимых измерений.

4. Лемма об обращении матриц.

5. Связь рекуррентного и коррелатного способов.

6. Учёт ошибок исходных данных при уравнивании.

7. Изменение весов измерений.

8. Анализ деформационных процессов при уравнивании.

9. Объединение спутниковых и наземных сетей на плоскости в пространстве.

10. Уравнивание свободных сетей по способу временной фиксации неизвестных.

11. Приведите формулу для вычисления допустимых невязок при коррелатном уравнивании.

12. Как рационально составить матрицу коэффициентов нормальных уравнений при параметрическом способе?

13. Какие способы уравнивания позволяют выполнить контроль грубых ошибок измерений?

14. По какой формуле находится обратная весовая матрица Qi уравненных неизвестных при рекуррентном уравнивании для i-ой группы измерений?

15. Как должна выглядеть матрица обратных весов неизвестных в случае, когда новая сеть содержит только необходимые измерения?

16. Верно ли утверждение, что при объединении циклов в деформационных сетях с увеличением номера обрабатываемого цикла становится возможным выявлять всё более незначительные по абсолютным значениям деформации?

17. Выведите формулу для получения матрицы обратных весов неизвестных в случае, когда новая сеть содержит только необходимые измерения.

18. Докажите, что наиболее точным вектор $\bar{X}$ будет при матрице S=P в условии V^T SV=min.

19. Какие статистические критерии применяется для анализа деформационных процессов при изменении конфигурации геодезической сети от одного цикла измерений к другому?

20. Выведите формулу для нахождения матрицы Ni при рекуррентном уравнивании для i-ой группы измерений?

*4-я летняя сессия, Курсовая работа*

*Контролируемые ИДК: ПК-1.1 ПК-15.1 ПК-1.2 ПК-15.2 ПК-1.3 ПК-15.3*

Вопросы/Задания:

1. Уравнивание нивелирной сети с контролем, локализацией и исключением грубых ошибок исходных данных и измерений

2. Уравнивание линейно-угловой сети с контролем, локализацией и исключением грубых ошибок исходных данных и измерений

## 9. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение дисциплины

### 9.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

*Основная литература*

1. Маркузе Ю.И. Теория математической обработки геодезических измерений: Учеб. пособие для вузов / Ю.И. Маркузе, В.В. Голубев; Маркузе Ю.И., Голубев В.В.; Под общ. ред. Ю.И. Маркузе.. - Издательство Академический проект; Альма Матер, 2010. - 247 - 978-5-8291-1136-6 (Академический проект). - Текст: непосредственный.

*Дополнительная литература*

1. Большаков В.Д. Практикум по теории математической обработки геодезических измерений : Учебное пособие для вузов / В.Д. Большаков, Ю.И. Маркузе. - 2-е изд. стереотипное. Перепечатка с издания 1984 г. - Издательский Дом "Альянс", 2007. - 352 - 978-5-903034-16-1. - Текст: непосредственный.

2. Маркузе Ю.И. Уравнивание пространственных наземных и спутниковых геодезических сетей. / Ю.И. Маркузе, Нгок Ха Хоанг. - Недра, 1991. - 275 - 5-247-02329-3. - Текст: непосредственный.

3. Маркузе Ю.И. Алгоритмы для уравнивания геодезических сетей на ЭВМ. / Ю.И. Маркузе. - Недра, 1989. - 248 - 5-247-00490-6. - Текст: непосредственный.

4. Маркузе Ю.И. Основы уравнительных вычислений: Учеб. пособие для вузов. / Ю.И. Маркузе. - Недра, 1990. - 240 - 5-247-01778-1. - Текст: непосредственный.

5. Большаков В.Д. Уравнивание геодезических построений: Справочное пособие. / В.Д. Большаков, Ю.И. Маркузе, В.В. Голубев. - Недра, 1989. - 413 - 5-247-01172-4. - Текст: непосредственный.

6. Маркузе Ю.И. Геодезия. Вычисление и уравнивание геодезических сетей. Справ. пособие. / Ю.И. Маркузе, Е.Г. Бойко, В.В. Голубев. - Картгеоцентр-Геодезиздат, 1994. - 431 - 5-86066-002-2. - Текст: непосредственный.

### 9.2. Профессиональные базы данных и ресурсы «Интернет», к которым обеспечивается доступ обучающихся

*Профессиональные базы данных*

Не используются.

*Ресурсы «Интернет»*

1. https://lms.miigaik.ru - СДО МИИГАиК
2. https://www.miigaik.ru/library/ - электронная библиотека МИИГАиК

### 9.3. Программное обеспечение и информационно-справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

*Перечень программного обеспечения*
*(обновление производится по мере появления новых версий программы)*

Не используется.

*Перечень информационно-справочных систем*
*(обновление выполняется еженедельно)*
Не используется.

### 9.4. Оборудование и технические средства обучения

Компьютерный класс
Автоматизированное рабочее место (АРМ) - 13 шт.

## 10. Методические указания по освоению дисциплины (модуля)

С целью успешного освоения данного предмета студенту необходимо выполнять домашние работы по указанным преподавателям темам и представленным на занятиях материалам. Для более успешного выполнения работы студенту предлагается использование учебно-методических материалов, соответствующих указанной теме.

Самостоятельная работа студентов описывается и регулируется:

- Методическими рекомендациями по дисциплине;
- Методическими рекомендациями по организации самостоятельной работы студентов МИИГАиК;

***Описание возможностей изучения дисциплины лицами с ОВЗ и инвалидами***

При необходимости обучения студентов-инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья аудиторные занятия могут быть заменены или дополнены изучением полнотекстовых лекций, презентаций, видео- и аудиоматериалов в электронной информационно-образовательной среде (ЭИОС) университета. Индивидуальные задания подбираются в адаптированных к ограничениям здоровья формах (письменно или устно, в форме презентаций). Выбор методов обучения зависит от их доступности для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья.

Рабочая программа дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.