

**МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ**  
**УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**  
**«РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»**  
**(РУТ (МИИТ))**



Рабочая программа дисциплины (модуля),  
как компонент образовательной программы  
высшего образования - программы бакалавриата  
по направлению подготовки  
21.03.02 Землеустройство и кадастры,  
утвержденной первым проректором РУТ (МИИТ)  
Тимониным В.С.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**Математическая обработка результатов наблюдений**

Направление подготовки: 21.03.02 Землеустройство и кадастры

Направленность (профиль): Кадастр недвижимости

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины (модуля) в виде  
электронного документа выгружена из единой  
корпоративной информационной системы управления  
университетом и соответствует оригиналу

Простая электронная подпись, выданная РУТ (МИИТ)  
ID подписи: 72156  
Подписал: заведующий кафедрой Розенберг Игорь Наумович  
Дата: 06.07.2025

## 1. Общие сведения о дисциплине (модуле).

Целями освоения учебной дисциплины являются совершенствование культуры мышления будущего бакалавра, воспитание у него обоснованности аргументации, умения логически рассуждать, способности к абстрагированию, обобщению и анализу. Будущий бакалавр должен научиться применять в своей профессиональной деятельности математические методы исследования реальных процессов и явлений. Он должен использовать на практике основные понятия и методы дискретной математики, теории вероятностей и математической статистики. Обладать способностью проведения и анализа результатов исследований в землеустройстве и кадастрах.

Задачами дисциплины является изучение и закрепление навыков по выполнению математической обработки геодезических измерений.

В результате освоения дисциплины студент должен научиться использовать основные методы математической обработки геодезических измерений в важнейших практических приложениях в области кадастра.

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю).

Перечень формируемых результатов освоения образовательной программы (компетенций) в результате обучения по дисциплине (модулю):

**ОПК-4** - Способен проводить измерения и наблюдения обрабатывать и представлять полученные результаты с применением информационных технологий и прикладных аппаратно-программных средств.

Обучение по дисциплине (модулю) предполагает, что по его результатам обучающийся будет:

**Знать:**

современные достижения и научные задачи в землеустройстве и кадастре в нашей стране и зарубежом, их преимущества

**Уметь:**

ориентироваться в современных методах решения землестроительных и кадастровых работ, и целесообразности их применения в том или ином случае

**Владеть:**

навыками использования или освоения программных средств для решения задач в землеустройстве и кадастрах

### 3. Объем дисциплины (модуля).

#### 3.1. Общая трудоемкость дисциплины (модуля).

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 7 з.е. (252 академических часа(ов)).

3.2. Объем дисциплины (модуля) в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении учебных занятий:

Тип учебных занятий	Количество часов		
	Всего	Семестр	
	№3	№4	
Контактная работа при проведении учебных занятий (всего):	128	64	64
В том числе:			
Занятия лекционного типа	64	32	32
Занятия семинарского типа	64	32	32

3.3. Объем дисциплины (модуля) в форме самостоятельной работы обучающихся, а также в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении промежуточной аттестации составляет 124 академических часа (ов).

3.4. При обучении по индивидуальному учебному плану, в том числе при ускоренном обучении, объем дисциплины (модуля) может быть реализован полностью в форме самостоятельной работы обучающихся, а также в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении промежуточной аттестации.

### 4. Содержание дисциплины (модуля).

#### 4.1. Занятия лекционного типа.

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
1	Основные задачи ТМОГИ Рассматриваемые вопросы: - предмет ТМОГИ - рассматриваемые вопросы ТМОГИ

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
2	<p><b>События и их виды</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- события</li> <li>- классификация событий</li> </ul>
3	<p><b>События и их виды</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- события</li> <li>- относительная частота и вероятность</li> <li>- теоремы сложения и вычитания</li> <li>- формула полной вероятности</li> <li>- формула Бернулли</li> </ul>
4	<p><b>Случайные величины</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- случайные величины</li> <li>- Закон распределения: функция и плотность</li> </ul>
5	<p><b>Случайные величины</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Числовые характеристики случайных величин;</li> <li>- Нормальный закон распределения;</li> <li>- Интеграл вероятностей</li> </ul>
6	<p><b>Системы случайных величин</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Системы случайных величин.</li> <li>- Оценки параметров.</li> <li>- Системы случайных величин.</li> </ul>
7	<p><b>Системы случайных величин</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Совместные и частные законы распределения.</li> <li>- Корреляция: коррекционный момент и коэффициент корреляции.</li> </ul>
8	<p><b>Виды измерений</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- равноточные измерения</li> <li>- неравноточные измерения</li> </ul>
9	<p><b>Равноточные измерения</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- равноточные измерения</li> <li>- способы обработки равноточных измерений</li> </ul>
10	<p><b>Неравноточные измерения</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- неравноточные измерения</li> <li>- способы обработки неравноточных измерений</li> </ul>
11	<p><b>Неравноточные измерения</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- веса измерений</li> <li>- способы обработки неравноточных измерений</li> </ul>
12	<p><b>Оценка точности геодезических данных</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- СКО</li> </ul>

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- СКП</li> <li>- СКО</li> </ul>
13	<p><b>Оценка точности геодезических данных</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- корреляционная матрица</li> <li>- обобщенная формула оценки точности</li> </ul>
14	<p><b>Основы метода наименьших квадратов и уравнительных вычислений</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- постановка задачи уравнивания и её алгебраическое решение</li> <li>- параметрический способ уравнивания</li> </ul>
15	<p><b>Основы метода наименьших квадратов и уравнительных вычислений</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- параметрический способ уравнивания</li> <li>- статистические свойства результатов строго и приближенного уравнивания</li> </ul>
16	<p><b>Основы метода наименьших квадратов и уравнительных вычислений</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- виды уравнений поправок</li> <li>- метод Гаусса решения нормальных уравнений</li> <li>- метод квадратных корней</li> </ul>
17	<p><b>Основы метода наименьших квадратов и уравнительных вычислений</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- коррелатный способ уравнивания</li> <li>- связь параметрических и коррелатных способов уравнивания</li> </ul>
18	<p><b>Основы метода наименьших квадратов и уравнительных вычислений</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- контроль грубых ошибок и ср.кв. ошибка весов измерений</li> <li>- средняя квадратическая ошибка единицы веса измерений</li> </ul>
19	<p><b>Основы метода наименьших квадратов и уравнительных вычислений</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- виды условных уравнений</li> <li>- двухгрупповые способы уравнивания</li> </ul>
20	<p><b>Рекуррентное уравнивание</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- учет избыточных измерений</li> <li>- учет необходимых измерений</li> <li>- выбор исходной матрицы обратных весов неизвестных</li> </ul>
21	<p><b>Рекуррентное уравнивание</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- вычислений неизвестных и квадратичной формы</li> <li>- контроль грубых ошибок измерений и исходных данных</li> </ul>
22	<p><b>Уравнивание с учетом ошибок исходных данных</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- параметрическая форма</li> <li>- уравнивание с учетом ошибок исходных данных с возвратом к исходной сети</li> <li>- коррелатная форма</li> </ul>
23	<p><b>Уравнивание обширных сетей</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- способ Гельмерат-Пранис-Праневича и его видоизменения</li> <li>- способ подвижного треугольника</li> </ul>

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
24	Дополнительные вопросы уравнительных вычислений Рассматриваемые вопросы: - алгебраические основы уравнивания свободных геодезических сетей - способ временной фиксации неизвестных вычисления псевдообратной матрицы
25	Дополнительные вопросы уравнительных вычислений Рассматриваемые вопросы: - надежность геодезических сетей - уравнивание при наличии систематических ошибок
26	Предварительное уравнивание направлений Рассматриваемые вопросы: - уравнивание угловых измерений на станциях - предварительное уравнивание измеренных направлений
27	Предварительное уравнивание направлений Рассматриваемые вопросы: - единая формула для вычисления координат пунктов, определённых обратными засечками - вычисление координат пунктов в особой прямой угловой засечке
28	Уравнивание традиционных геодезических измерений Рассматриваемые вопросы: - уравнивание линейно-угловых сетей - уравнивание и оценка точности полигонометрического хода
29	Уравнивание традиционных геодезических измерений Рассматриваемые вопросы: - способ узлов уравнивания полигонометрических сетей - рекуррентное уравнивание полигонометрических сетей
30	Уравнивание традиционных геодезических измерений Рассматриваемые вопросы: - уравнивание сетей геометрического нивелирования - уравнивание сетей тригонометрического нивелирования
31	Уравнивание сетей, построенных с помощью ГНСС-аппаратуры Рассматриваемые вопросы: - уравнивание геодезических сетей, построенных с помощью ГНСС аппаратуры - оценка точности, построенных геодезических сетей
32	Уравнивание сетей, построенных с помощью ГНСС-аппаратуры Рассматриваемые вопросы: - уравнивание геодезических сетей, построенных с помощью ГНСС аппаратуры - оценка точности, построенных геодезических сетей

#### 4.2. Занятия семинарского типа.

##### Лабораторные работы

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
1	Выполнение измерений Выполнение линейных измерений
2	Выполнение измерений Выполнение линейных измерений
3	Обработка ряда равноточных измерений Обработка ряда равноточных измерений

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
4	Оценка точности равноточных измерений Оценка точности линейных измерений
5	Выполнение измерений Выполнение угловых измерений
6	Выполнение измерений Выполнение угловых измерений
7	Обработка ряда равноточных измерений Обработка ряда равноточных измерений
8	Оценка точности равноточных измерений Оценка точности линейных измерений
9	Определение площадей по карте Определение площади геометрическим способом
10	Определение площадей по карте Определение площади аналитическим и механическими способами
11	Обработка ряда неравноточных измерений Обработка ряда неравноточных измерений на примере измерения площадей
12	Определение коэффициента корреляции и уравнения регрессии на основе опытных данных Определение коэффициента корреляции и уравнения регрессии на основе опытных данных
13	Определение коэффициента корреляции и уравнения регрессии на основе опытных данных Определение коэффициента корреляции и уравнения регрессии на основе опытных данных
14	Оценка точности функций результатов геодезических измерений Оценка точности функций результатов геодезических измерений
15	Оценка точности функций результатов геодезических измерений Оценка точности функций результатов геодезических измерений
16	Оценка точности по разностям двойных равноточных измерений Оценка точности по разностям двойных равноточных измерений
17	Основы метода наименьших квадратов Параметрический способ уравнивания
18	Основы метода наименьших квадратов Составление нормальных уравнений поправок
19	Основы метода наименьших квадратов Решение системы нормальных уравнений по способу Гаусса
20	Основы метода наименьших квадратов Оценка точности уравненных неизвестных
21	Основы метода наименьших квадратов Оценка точности функций уравненных неизвестных
22	Основы метода наименьших квадратов Применение параметрического способа для решения специальных задач
23	Основы метода наименьших квадратов Уравнивание неравноточных измерений параметрическим способом
24	Основы метода наименьших квадратов Решение нормальных уравнений по методу квадратных корней
25	Основы метода наименьших квадратов Коррелатный способ уравнивания и его связь с параметрическим способом

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
26	Основы метода наименьших квадратов Составление условных и нормальных уравнений с использованием коррелатного способа
27	Основы метода наименьших квадратов Подсчет допустимых невязок и оценка функций в коррелатном способе уравнивания
28	Уравнивание полигонометрической сети в программном обеспечении КРЕДО ДАТ Уравнивание полигонометрической сети в программном обеспечении КРЕДО ДАТ
29	Уравнивание спутниковой геодезической сети в программном обеспечении КРЕДО ГНСС Уравнивание спутниковой геодезической сети в программном обеспечении КРЕДО ГНСС
30	Уравнивание геодезических сетей с помощью «поиска решения» в Excel Уравнивание геодезических сетей с помощью «поиска решения» в Excel
31	Уравнивание геодезических сетей с помощью «поиска решения» в Excel Уравнивание геодезических сетей с помощью «поиска решения» в Excel
32	Уравнивание геодезических сетей с помощью «поиска решения» в Excel Уравнивание геодезических сетей с помощью «поиска решения» в Excel

#### 4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

№ п/п	Вид самостоятельной работы
1	1. Подготовка к лабораторным занятиям, выполнение курсового проекта.
2	2. Проработка конспекта лекций.
3	3. Изучение учебной литературы из приведенных источников.
4	Выполнение курсовой работы.
5	Подготовка к промежуточной аттестации.
6	Подготовка к текущему контролю.

#### 4.4. Примерный перечень тем курсовых работ

Семестр 3 Курсовая работа на тему: Обработка данных полученных спутниковой геодезической аппаратурой по схеме № схемы. Для выполнения данной курсовой работы разработано множество вариантов файлов, содержащих различное количество пунктов. .

Семестр 4 Курсовая работа на тему: Уравнивание геодезической сети в диапазоне расстояний км

Вариант 1 = 3-10 км

Вариант 2 = 10-50 км

Вариант 3 - 50-100 км

Вариант 4 = 100-200 км

Вариант 5 = 200-400 км

Вариант 6 = 400-700 км  
Вариант 7 = 700-900 км  
Вариант 8 = 900-1100 км  
Вариант 9 = 1100-1400 км  
Вариант 10 = 1400-1700 км

5. Перечень изданий, которые рекомендуется использовать при освоении дисциплины (модуля).

№ п/п	Библиографическое описание	Место доступа
1	Калюжин, В. А. Геодезия. Математическая обработка результатов полевых измерений : учебно-методическое пособие / В. А. Калюжин. — Новосибирск : СГУГиТ, 2023. — 54 с. — ISBN 978-5-907711-25-9.	Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/393641">https://e.lanbook.com/book/393641</a> . — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2	Базаров, А. В. Теория математической обработки измерений : учебное пособие / А. В. Базаров, А. С. Семиусова. — Улан-Удэ : Бурятская ГСХА им. В.Р. Филиппова, 2024. — 89 с.	Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/442013">https://e.lanbook.com/book/442013</a> . — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3	Дорогова, И. Е. Методы искусственного интеллекта и математического моделирования в геодезии: практикум : учебное пособие / И. Е. Дорогова. — Новосибирск : СГУГиТ, 2024. — 92 с. — ISBN 978-5-907711-83-9.	Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/484925">https://e.lanbook.com/book/484925</a> . — Режим доступа: для авториз. пользователей.

6. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, которые могут использоваться при освоении дисциплины (модуля).

Научно-техническая библиотека РУТ (МИИТ) (<http://library.miit.ru>);  
Информационный портал Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU ([www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru));  
Электронно-библиотечная система издательства «Лань» (<http://e.lanbook.com/>);  
Электронно-библиотечная система «Академия» (<http://academia-moscow.ru/>);  
Электронно-библиотечная система «BOOK.ru» (<http://www.book.ru/>);  
Электронно-библиотечная система «ZNANIUM.COM» (<http://www.znanium.com/>);

Сайт Российской газеты («<http://www.rg.ru/oficial>»).

7. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства, необходимого для освоения дисциплины (модуля).

Для проведения лабораторных занятий требуется программа обработки спутниковых данных КРЕДО ГНСС или ТВС.

Также требуется программное обеспечение КРЕДО ДАТ и КРЕДО нивелир.

Помимо этого требуется программное обеспечение Microsoft Excel.

8. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю).

Специализированные аудитории для лабораторных работ и лекций. Учебные лаборатории: геодезическая и лаборатория спутниковой навигации. Класс геоинформационных технологий, оснащённый локальной вычислительной сетью, включающей сервер, станции сканирования и обработки растровых и векторных изображений и рабочие станции для обучения пользования клиентской частью геоинформационных систем.

9. Форма промежуточной аттестации:

Зачет в 3 семестре.

Курсовая работа в 3, 4 семестрах.

Экзамен в 4 семестре.

10. Оценочные материалы.

Оценочные материалы, применяемые при проведении промежуточной аттестации, разрабатываются в соответствии с локальным нормативным актом РУТ (МИИТ).

Авторы:

доцент, к.н. кафедры «Геодезия,  
геоинформатика и навигация»

А.Д. Тихонов

Согласовано:

Заведующий кафедрой ГГН

И.Н. Розенберг

Председатель учебно-методической  
комиссии

М.Ф. Гуськова