

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

Физический факультет

УТВЕРЖДАЮ:  
декан физического факультета



С.Н. Филимонов

« 26 » июня 2023 г.

Рабочая программа дисциплины

**Практические методы работы на современных геодезических приборах**

по направлению подготовки

**09.04.02 Информационные системы и технологии**

Направленность (профиль) подготовки:

**«Информационные системы и технологии в космической геодезии»**

Форма обучения

**Очная**

Квалификация

**Магистратура**

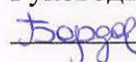
Год приема

**2023**

Код дисциплины в учебном плане: Б1.В.05

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОП

 Т.В.Бордовицына

Председатель УМК

 О.М. Сюсина

Томск – 2023

## **1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины (модуля)**

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

– ОПК-3 – Способен анализировать профессиональную информацию, выделять в ней главное, структурировать, оформлять и представлять в виде аналитических обзоров с обоснованными выводами и рекомендациями;

– ПК-2 – Способен выполнять фундаментальные и прикладные работы поискового, теоретического и экспериментального характера для решения задач космической геодезии и геодинамики.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИОПК-3.1. Осуществляет сбор и обработку научно-технической информации, необходимой для решения профессиональных задач;

ИОПК-3.2. Умеет работать с различными видами информации с помощью различных средств информационных и коммуникационных технологий;

ИОПК-3.3 Формулирует результаты, полученные в ходе решения исследовательских задач, в виде аналитических обзоров с обоснованными выводами и рекомендациями

ИПК-2.1. Знает методы работы с современными информационными спутниковыми системами

## **2. Задачи освоения дисциплины**

формирование у студентов навыков работы с электронными тахеометрами и GPS/ГЛОНАСС – приемниками для решения инженерных задач при землеустройстве и кадастровых работах в производственно-технологической, проектно-изыскательной, организационно-управленческой и научно-исследовательской деятельности.

## **3. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина относится к части образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений, является обязательной для изучения.

## **4. Семестр(ы) освоения и форма(ы) промежуточной аттестации по дисциплине**

Семестр 3, зачет с оценкой.

## **5. Входные требования для освоения дисциплины**

Для успешного освоения дисциплины требуются компетенции, сформированные в ходе освоения образовательных программ предшествующего уровня образования.

## **6. Язык реализации**

Русский

## **7. Объем дисциплины (модуля)**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 з.е., 180 часов, из которых:

– лекции: 16 ч.;

– практические занятия: 32 ч.;

в том числе практическая подготовка: 24 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

## **8. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам**

Тема 1. Электронные средства измерений, применяемые в геодезии

Электронные средства измерений, применяемые в геодезии. Классификация. Принципы работы. Метрологическая аттестация средств измерений. Поверки и юстировка электронных тахеометров.

Тема 2. Принцип работы светодальномеров и лазерных рулеток. Определение коэффициентов дальномеров

Принципы работы. Метрологическая аттестация средств измерений. Поверки и юстировка светодальномеров. Опыт работы с приборами

Тема 3. Передача результатов измерений в ГИС приложения. Контроль, предварительная обработка и анализ результатов измерений, оценка точности

Тема 4. Прямоугольные и геодезические общеземные системы координат.

Связь координат в общеземной и истинной небесной системе. Реализация общеземных систем координат. Общеземной эллипсоид GRS80. Система координат ПЗ-90. Система WGS-84. Системы отсчета ITRS и отсчетные основы ITRS. Другие отчетные основы.

Тема 5. Практическое использование ГЛОНАСС\GPS технологий

Влияние среды распространения на сигналы СРНС. Среда распространения и ее влияние на радиосигналы. Влияние ионосферы на параметры наблюдений. Спутниковая аппаратура. Спутниковые приемники. Хранение времени в спутниковых технологиях. Спутниковая геодезическая аппаратура. Время в радионавигационных системах. Локальные референцные системы координат. Определение систем. Системы СК-42 и СК-95. Влияние тропосферы на параметры наблюдений. Многопутность. Модели параметров спутниковых наблюдений. Виды спутниковых наблюдений. Разности фаз. Комбинации фазовых данных. Комбинации псевдодальностей и фазы. Системы высот. Определение систем высот. Балтийская система высот. Спутниковые методы определения координат. Методы определения координат с применением ГЛОНАСС/GPS – технологий.

Тема 6. Абсолютный метод спутниковых определений.

Дифференциальный метод определения координат Топоцентрическая система координат. Относительное позиционирование. Статистическое относительное позиционирование. Кинематическое относительное позиционирование. Статистическая инициализация. Кинематическая инициализация. Координаты в картографических проекциях. Связь между земными системами координат. Преобразование прямоугольных координат. Связь геодезических координат. Объединение ГЛОНАСС/GPS методов с другими методами позиционирования. Погрешности спутниковых наблюдений. Источники ошибок. Ошибки аппаратуры. Остаточное влияние атмосферы. Корреляция в GPS измерениях.

Тема 7. Технология проведения полевых работ

Проект построения геодезической сети. Рекогносцировка сети и закладка центров. Планирование доступности спутников. Режимы спутниковых измерений. Обеспечение эфемеридами спутников СРНС. Кинематический режим в относительном методе. Методы сбора данных при статистических измерениях. Организация полевых наблюдений и обработка результатов с использованием прикладных программ

## **9. Текущий контроль по дисциплине**

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, проведения практических работ, контрольных опросов по лекционному материалу и фиксируется в форме контрольной точки не менее одного раза в семестр.

Примеры контрольных вопросов

1. Роль спутниковых технологий в геодезии?
2. В чем заключается сущность абсолютного метода наблюдений?
3. В чем заключается сущность относительного метода наблюдений?

4. Статистические методы измерений.
5. Кинематические методы измерений.
6. В чем заключается принципиальное различие между классическими геодезическими методами измерений и спутниковыми?
7. Когда был произведен запуск первого американского навигационного спутника системы NAVSTAR?
8. Когда был произведен запуск первых российских спутников ГЛОНАСС?
9. Когда система NAVSTAR была открыта для гражданских пользователей?
10. Когда система ГЛОНАСС была открыта для гражданских пользователей?
11. Геоцентрические системы координат.
12. Топоцентрические системы координат.
13. истинная небесная системы координат.
14. Движение полюса Земли.
15. Центр масс Земли.
16. Связь координат в общеземной и истинной небесной системах.
17. Характеристика системы координат ПЗ-90.
18. Система координат WGS-84.
19. Какие функции выполняют время при решении задач космической геодезии?
20. Перечислите пять параметров ориентировки оси вращения Земли.
21. Астрометрические системы времени.
22. Атомные системы времени.
23. Что называется истинным звездным временем?
24. Системы динамического времени.
25. Какие системы координат называют квазигеоцентрическим?
26. Система координат СК-42.
27. Система координат СК-95.
28. Что такое геоид?
29. Что называется ортометрической высотой?
30. Что называется нормальной высотой?
31. Связь геодезических координат?
32. Система контроля и управления ГЛОНАСС.
33. Какие этапы включает в себя технология проведения работ со спутниковой аппаратурой?
34. Односистемные и двухсистемные приемники.
35. Что понимается под сеансом наблюдений или сессией?
36. Чем определяется продолжительность сеанса наблюдений в относительном методе наблюдений?
37. Режимы статических измерений (классическая статика, быстрая статика, реокупация).
38. Работа в поле при статических измерениях.
39. Принцип работы в кинематическом относительном режиме.
40. Обработка статических измерений.
41. Одночастотные измерения.
42. Двухчастотные измерения.

## **10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации**

**Зачет с оценкой** проводится в устной форме по билетам. Экзаменационный билет состоит из одного теоретического и одного практического вопроса.

Примерный перечень теоретических вопросов

1. Структура спутниковой радионавигационной системы. Общие сведения об СРНС. Система GPS NAVSTAR.

2. Структура российской системы ГЛОНАСС. Пользовательский сегмент СРНС.
3. Роль спутниковых технологий в геодезическом производстве.
4. Развитие методов GPS/ГЛОНАСС измерений.
5. Системы координат и времени в спутниковых технологиях
6. Определение координатных систем
7. Геоцентрические системы координат. Небесные системы координат. Прецессия и нутация.
8. Системы небесных координат, реализованные в фундаментальных каталогах. Международная небесная система отсчета ICRF.
9. Земные геоцентрические системы координат. Движение полюса Земли. Центр масс Земли.
10. Прямоугольные и геодезические общеземные системы координат.
11. Связь координат в общеземной и истинной небесной системе.
12. Реализация общеземных систем координат.
13. Общеземной эллипсоид GRS80. Система координат ПЗ-90. Система WGS-84.
14. Системы отсчета ITRS и отчетные основы ITRS. Другие отчетные основы.
15. Системы времени. Функции времени в спутниковых технологиях.
16. Системы астрономического времени. Системы атомного времени.
17. Системы динамического времени. Время при связи земных и небесных систем отсчета. Время в радионавигационных системах.
18. Локальные референцные системы координат. Определение систем.
19. Системы СК-42 и СК-95.
20. Системы высот. Определение систем высот.
21. Балтийская система высот.
22. Топоцентрическая система координат.
23. Координаты в картографических проекциях.
24. Связь между земными системами координат.
25. Преобразование прямоугольных координат.
26. Связь геодезических координат.
27. Основы теории полета искусственных спутников Земли. Невозмущенное движение спутника.
28. Элементы орбиты и законы Кеплера. Вычисление положения и скорости спутника по Кеплеровым элементам орбиты.
29. Возмущенное движение искусственных спутников Земли. Обеспечение эфемеридами спутников СРНС.
30. Структура спутниковой радионавигационной системы. Общие сведения об СРНС. Система GPS NAVSTAR.
31. Структура российской системы ГЛОНАСС. Пользовательский сегмент СРНС.
32. Информационно-техническое дополнение для GPS и ГЛОНАСС.
33. Спутниковая аппаратура. Спутниковые приемники. Хранение времени в спутниковых технологиях.
34. Спутниковая геодезическая аппаратура.
35. Влияние среды распространения на сигналы СРНС.
36. Среда распространения и ее влияние на радиосигналы. Влияние ионосферы на параметры наблюдений.
37. Влияние тропосферы на параметры наблюдений. Многопутность.
38. Модели параметров спутниковых наблюдений. Виды спутниковых наблюдений.
39. Разности фаз. Комбинации фазовых данных. Комбинации псевдодальностей и фазы.
40. Спутниковые методы определения координат. Методы определения координат с применением ГЛОНАСС/GPS – технологий.

41. Абсолютный метод спутниковых определений. Дифференциальный метод определения координат.
42. Относительное позиционирование. Статистическое относительное позиционирование. Кинематическое относительное позиционирование.
43. Статистическая инициализация. Кинематическая инициализация.
44. Объединение ГЛОНАСС/GPS методов с другими методами позиционирования.
45. Погрешности спутниковых наблюдений. Источники ошибок. Ошибки аппаратуры. Остаточное влияние атмосферы. Корреляция в GPS измерениях.
46. Технология проведения полевых работ. Проект построения геодезической сети.
47. Рекогносцировка сети и закладка центров. Планирование доступности спутников.
48. Режимы спутниковых измерений.
49. Кинематический режим в относительном методе.
50. Методы сбора данных при статистических измерениях.

Примеры практических вопросов:

Задача 1. Подготовить приемник к работе в поле

Задача 2. Скачать результаты измерений в программу ПК для обработки

Задача 3. Решить обратную геодезическую задачу для определения дирекционных углов и расстояний

## **11. Учебно-методическое обеспечение**

а) Электронный учебный курс по дисциплине в электронном университете «Moodle» - <https://moodle.tsu.ru/course/view.php?id=00000>

б) Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.

в) Методические указания по проведению лабораторных работ.

г) Методические указания по организации самостоятельной работы студентов.

## **12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет**

а) основная литература:

1. Антонович К. М. «Использование спутниковых радионавигационных систем в геодезии». Том 1-М.: ФГУП «Картгеоцентр» 2005 г.

2. Антонович К. М. «Использование спутниковых радионавигационных систем в геодезии». Том 2-М.: ФГУП «Картгеоцентр» 2005 г.

Антонович К. М. «Этапы развития спутниковых технологий с применением систем GPS/ГЛОНАСС.- М.: Геопрофи, 2003 г.

б) дополнительная литература:

1. Баранов В. Н. «Космическая геодезия». – М.: Недра, 1986 г.

2. Батраков Ю. Г. «Геодезические сети специального назначения». – М.: «Картгеоцентр-геодезиздат». 1999 г.

3. Большаков В. Д. И др. «Радиогеодезические и электрооптические измерения». – М.: Недра, 1985 г.

в) ресурсы сети Интернет:

– Общероссийская Сеть КонсультантПлюс Справочная правовая система.  
<http://www.consultant.ru>

## **13. Перечень информационных технологий**

а) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

- Microsoft Office Standart 2013 Russian: пакет программ. Включает приложения: MS Office Word, MS Office Excel, MS Office PowerPoint, MS Office On-eNote, MS Office Publisher, MS Outlook, MS Office Web Apps (Word Excel MS PowerPoint Outlook);
- публично доступные облачные технологии (Google Docs, Яндекс диск и т.п.).

б) информационные справочные системы:

- Электронный каталог Научной библиотеки ТГУ – <http://chamo.lib.tsu.ru/search/query?locale=ru&theme=system>
- Электронная библиотека (репозиторий) ТГУ – <http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Index>
- ЭБС Лань – <http://e.lanbook.com/>
- ЭБС Консультант студента – <http://www.studentlibrary.ru/>
- Образовательная платформа Юрайт – <https://urait.ru/>
- ЭБС ZNANIUM.com – <https://znanium.com/>
- ЭБС IPRbooks – <http://www.iprbookshop.ru/>

#### **14. Материально-техническое обеспечение**

Аудитории для проведения занятий лекционного типа.

Аудитории для проведения занятий семинарского типа, индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой и доступом к сети Интернет, в электронную информационно-образовательную среду и к информационным справочным системам.

#### **15. Информация о разработчиках**

Автор: доцент Лазарев Владимир Михайлович