


ПЕРВОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ РОССИИ



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ


Руководитель ОПОП ВО
Профессор В.Н.Гусев

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ
РАБОТЫ
ОСНОВЫ ТЕОРИИ ПОГРЕШНОСТЕЙ И ЦИФРОВЫХ МЕТОДОВ
ОБРАБОТКИ
ИЗМЕРЕНИЙ ПРИМЕНИТЕЛЬНО К АНАЛИЗУ ТОЧНОСТИ
МАРКШЕЙДЕРСКО ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ПОСТРОЕНИЙ**

Уровень высшего образования:	Подготовка кадров высшей квалификации
Направление подготовки:	21.06.01 Геология, разведка и разработка полезных ископаемых
Направленность (профиль):	Горнопромышленная и нефтегазопромысловая геология, геофизика, маркшейдерское дело и геометрия недр
Форма обучения:	очная
Нормативный срок обучения:	4 года
Составитель:	д. т. н., проф. В.Н.Гусев

ВВЕДЕНИЕ

Изучение данной дисциплины предполагает получение аспирантами формирование у аспирантов углубленных профессиональных знаний о методах производства геометрических измерений пространственно-временных характеристик состояния земной поверхности, недр, подземного пространства городов, ведущих тенденциях в развитии цифровых технологий обработки геологической, маркшейдерской и геофизической информации, современных знаний по теории математической обработки маркшейдерско-геодезических измерений, а также получение практических навыков уравнивания измерений и оценки их точности, теоретическое и практическое освоение методов анализа и оценки точности различных видов маркшейдерских съемочных построений.

Цель изучения дисциплины

Дисциплина «Основы теории погрешностей и цифровых методов обработки измерений применительно к анализу точности маркшейдерско-геодезических построений» способствует:

- **изучение** маркшейдерско-геодезических приборов и измерительных систем с учётом эволюции их развития, компьютерных технологий обработки геологической, маркшейдерской и геофизической информации;
- **овладение** методами съёмки горных объектов и оценки качества получаемой съёмочной информации, теории погрешностей и наименьших квадратов, анализа точности маркшейдерских построений и компьютерной обработки маркшейдерско-геодезической информации при анализе точности;
- **формирование у аспирантов:**
 - представлений о ведущих тенденциях развития маркшейдерско-геодезических приборов и измерительных систем, компьютерных технологий обработки горно-геологической информации;
 - представления о характере проявления погрешностей в маркшейдерско-геодезических измерениях и закономерностях их накопления;
 - навыков практического осуществления предрасчета точности типовых маркшейдерских съемочных построений, практического применения результатов натурных мониторинговых наблюдений за изменениями гидрогеомеханического состояния подрабатываемых массивов горных пород;
 - мотивации к самостоятельному повышению уровня профессиональных навыков в области теории погрешности и анализа точности маркшейдерско-геодезических построений и измерений.

Для успешного изучения дисциплины «Основы теории погрешностей и цифровых методов обработки измерений применительно к анализу точности маркшейдерско-геодезических построений», требуется значительный объём самостоятельной работы.

В предлагаемых методических указаниях приводятся программа самостоятельной работы, распределение бюджета времени на самостоятельное изучение разделов (тем) дисциплины, рекомендации по написанию и оформлению

реферата, перечень тем для написания реферата, список рекомендуемых литературных источников.

1. Распределение бюджета времени на самостоятельную работу аспиранта по изучению дисциплины

Изучение дисциплины предусматривает самостоятельную работу аспиранта по освоению научного материала с подготовкой и оформлением реферата (или эссе). Распределение общего бюджета времени на изучение дисциплины «Геометрия и квалиметрия недр» приведено ниже.

Для успешного изучения дисциплины «Основы теории погрешностей и цифровых методов обработки измерений применительно к анализу точности маркшейдерско-геодезических построений» аспирантами учебной программой выделяется 24 часа на самостоятельную работу для углублённого изучения теоретического и практического материала данной дисциплины.

Основной целью самостоятельной работы является формирование навыков и умений работать с учебной и научной литературой, периодическими изданиями и информационными ресурсами в сети Internet. Структура бюджета времени на самостоятельное изучение дисциплины приведена в таблице.

Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела (темы)	Содержание раздела
1.	Геометрические измерения пространственно-временных характеристик горных объектов	Технические средства, технологии и методики производства геометрических измерений пространственно-временных характеристик состояния земной поверхности, недр, подземного пространства городов и графическое отображение информации в различных видах
2.	Автоматизированная обработка маркшейдерско-геодезической информации	Принципы автоматизированной обработки данных, основы цифровых методов графического моделирования, создание графической документации на основе цифровых моделей, методология организации баз данных и создания геоинформационных систем;
3.	Законы накопления ошибок. Решение специальных задач теории погрешностей	Меры точности результатов измерений. Закон накопления ошибок. Формула переноса погрешности. Установление допусков к измерениям. Установление необходимой точности измерений. Определение необходимых объемов измерений.
4.	Оценки и способы их наилучшего нахождения	Понятие оценки. Точечное и интервальное оценивание случайной величины. Выявление грубых ошибок. Метод максимального правдоподобия. Обоснование метода наименьших квадратов. Понятие веса. Вес функции измеренных величин. Общие сведения о уравнительных вычислениях. Принципы строгого уравнивания.
5.	Реализация метода наименьших квадратов в программных продуктах	Реализация метода наименьших квадратов в программных комплексах по обработке маркшейдерско-геодезических измерений.

№ п/п	Наименование раздела (темы)	Содержание раздела
6.	Анализ точности подземных маркшейдерских съемок	<p>Теоретические основы анализа точности маркшейдерских съемок. Погрешности измерения горизонтального угла. Погрешность измерения угла, вызванная неточностью центрирования теодолита и сигналов.</p> <p>Погрешность измерения вертикального угла. Источники погрешностей при измерении длин линий мерными приборами. Коэффициенты случайного и систематического влияния и методы их определения. Источники погрешностей при измерении длин линий светодальномерами и накопление погрешностей в этом случае.</p> <p>Накопление погрешностей при геометрическом и тригонометрическом нивелировании.</p>
7.	Анализ точности маркшейдерских работ при проведении горных выработок встречными забоями	<p>Предрасчет погрешности смыкания забоев в плане и по высоте при разных схемах. Предельная погрешность смыкания забоев. Предрасчет погрешности смыкания забоев при применении гиросторон и светодальномеров.</p>
8.	Анализ ориентирно-соединительных съемок	<p>Анализ ориентирования через один вертикальный ствол способом соединительного треугольника. Влияние погрешности центрирования теодолита на подходных точках. Погрешность примыкания. Общая ошибка ориентирования через один вертикальный ствол.</p> <p>Анализ ориентирования через два вертикальных ствола. Погрешность примыкания к отвесам на поверхности. Ошибка проектирования. Погрешность дирекционного угла стороны подземного ориентирного полигона в зависимости от ошибок измерения углов и длин сторон. Общая погрешность ориентирования.</p> <p>Гироскопическое ориентирование и его точность.</p>

1.1. Распределение времени самостоятельной работы аспирантов

Вид самостоятельной работы аспиранта	Примерная трудоёмкость, ак.ч.
Тематическая работа с научной литературой	4
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	4
Исследовательская работа, анализ научных публикаций по заданной теме	6
Освоение методики расчетов, проводимых в изучаемом программном обеспечении	6
Поиск, изучение и презентация информации по заданной проблеме, участие в научно-практических конференциях и семинарах, подготовка к аттестации	4
Итого самостоятельной работы аспиранта:	24

В качестве метода контроля СР аспиранта используются аттестации, проводимые на заседаниях кафедры и научно-технического совета по аспирантам (НТСА) университета в конце каждого семестра.

1.2. Контрольные вопросы для самостоятельной работы

1. Программные продукты общего и специального назначения для моделирования месторождений полезных ископаемых.
2. Цифровые технологии создания и ведения маркшейдерской горно-

графической документации.

3. Классификация компьютерной графики.

4. Способы и средства наблюдения за сдвижением толщ горных пород, земной поверхности и за подрабатываемыми объектами. Интерпретация такого рода наблюдений.

5. Существующие подходы к безопасной выемке пластов угля под водными объектами.

6. Геометрические измерения пространственно-временных характеристик горных объектов.

7. Способы и методы моделирования геомеханических процессов.

8. Инженерно-геологические основы прогноза гидрогеомеханических процессов при ведении горных работ.

9. Основы теории погрешности и СНК.

10. Методы и методики оценки и повышения внешней надёжности маркшейдерских съёмки и съёмочных построений.

1.3. Примерная тематика рефератов (по индивидуальному заданию).

1. Цифровые технологии создания и ведения маркшейдерской горнографической документации.

2. Геометрические измерения пространственно-временных характеристик горных объектов.

3. Повышения внешней надёжности маркшейдерских съёмки и съёмочных построений.

4. Геофизические методы изучения квалитрии полезного ископаемого (на примере угольного пласта).

5. Методы изучения геолого-промышленных (квалитрических) характеристик полезного ископаемого.

6. Способы и методы моделирование геомеханических процессов.

ЛИТЕРАТУРА

а) основная литература

№	Автор, название, место издания	Год издания	Кол-во экз.	Место хранения
1.	Гусев В. Н., Алексенко А. Г., Волохов Е. М., Голованов В. А., Зверевич В. В., Киселев В. А., Правдина Е. А. Маркшейдерское дело. Санкт-Петербург: РИЦ Санкт-Петербургского горного университета, 2016. – 447с.	2014	5	Главная библиотека
2.	Основы компьютерной графики: учеб. пособие /П.С. Шпаков, Ю.Л. Юнаков, М.В. Шпакова. – Красноярск: Сиб. федер. Ун-т, 2014. – 398 с.	2014	1	Кафедра маркшейдерского дела
3.	Гудков В.М., Хлебников А.В. Математическая обработка маркшейдерско-геодезических измерений. Учебник для вузов. М.: Недра, 1990, - 335 с.	2011	2	Главная библиотека
4.	Справочник маркшейдера: в 3-х ч. – М.: Издательство «Горное дело» ООО «Киммерийский центр», 2015. – 440 с. (ч. I); 432 с. (ч. II); 416 с. (ч. III). - (Библиотека горного инженера. Т. 7 «Охрана недр». Кн. 1).	2015	3	Главная библиотека
5.	Зверевич В.В., Гусев В.Н., Волохов Е.М. Анализ точности подземных маркшейдерских сетей. Учебное пособие. Санкт-Петербург,: РИЦ СПбГГИ(ТУ), 2011,- 145 с.	2011	5	Главная библиотека

б) дополнительная литература

№	Автор, название, место издания	Год издания	Кол-во экз.	Место хранения
1	Загibalов А.В., Охотин А.Л. Основы математической обработки результатов измерений. Учебное пособие. Иркутск.: Изд. ИрГТУ. 2001, -120 с.	2014	1	Главная библиотека
2	Инструкция по производству маркшейдерских работ. РД 07-603-03. СПб.: ЦОТПБСП, 2003. – 112 с.	2013	1	Главная библиотека
3	Гордеев В.А. Основы теории ошибок измерений. - Учебное пособие. –Екатеринбург, Уральская гос. Горно-геол.академия, 2000. – 182 с.	2015	1	Главная библиотека
4	Маркшейдерское дело. Учебник для вузов. Часть 2. / Под ред. проф. И.Н.Ушакова. М.: Недра, 1989, - 437 с.	2011	2	Главная библиотека
5.	Гусев В.Н., Волохов Е.М., Голованов В.А. и др. Технология лазерно-сканирующей съёмки подземных и наземных объектов / Международная научно-практическая конференция «Состояние и перспективы	2011	1	Главная библиотека

№	Автор, название, место издания	Год издания	Кол-во экз.	Место хранения
	развития маркшейдерского дела», 8 – 10 ноября 2010 г. УГГУ, Екатеринбург, 2011. С. 41-47			
6	Гусев В.Н., Волохов Е.М., Голованов В.А. и др. Методы оценки состояния гидротехнических тоннелей по данным лазерно-сканирующей съёмки / Записки Горного института, том 190, СПб, 2011. С. 267-273	2011	20	Главная библиотека
7	Власов Д. С., Гордеев В. А. Виртуально-реалистичное моделирование горнотехнологических объектов / <u>Известия высших учебных заведений. Горный журнал. Уральский государственный горный университет (Екатеринбург). № 1, 2012. С. 110 – 114.</u>	2012	1	Главная библиотека
8	Гордеев В.А., Раева О.С. <u>Влияние исходных данных на точность маркшейдерской полигонометрии / Известия высших учебных заведений. Горный журнал. № 6, 2013. С. 68-75.</u>	2013	1	Главная библиотека
9	Гордеев В.А., Раева О.С. <u>Сопоставление точности геометрического и тригонометрического нивелирования при создании маркшейдерских высотных сетей / Известия высших учебных заведений. Горный журнал. № 6, 2014. С. 79-84.</u>	2014	1	Главная библиотека
10	Основы наземной лазерно-сканирующей съёмки: Учеб. пособие / В.Н. Гусев, А.И. Наumenко, Е.М. Волохов, В.А. Голованов. - СПб: Изд. СПГГИ(ТУ), 2011. 80 с.	2011	10	Главная библиотека
11	Выстрчил М.Г., Гусев В.Н. Способ определения вертикальных сдвижений и деформаций с помощью лазерно-сканирующих систем / Записки Горного института, том 199, СПб, 2012. С. 245-248	2012	20	Главная библиотека
12	Гусев В.Н., Волохов Е.М., Голованов В.А., <u>Иванов И.П., Васильев М.Ю., Носов В.К. Маркшейдерские методы обследования гидротехнических тоннелей с использованием лазерно-сканирующих технологий / Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал) №8, 2012, Изд. «Горная книга», Москва. С.247-252.</u>	2012	1	Главная библиотека
13	Земских Г.В., Базиляк Е.С., Васильев М.Ю. Анализ затрат времени на производство подземных маркшейдерских работ в условиях модернизации средств и методик измерений / «Маркшейдерский вестник» №6, 2015. С. 28-31	2015	2	Главная библиотека
14	Алексенко А.Г., Зубов А.В. Проектирование маркшейдерско-геодезических сетей с учётом параметров надёжности / «Маркшейдерский вестник» №5, 2014. С. 31-33	2014	2	Главная библиотека

№	Автор, название, место издания	Год издания	Кол-во экз.	Место хранения
15	Алексенко А.Г., Зубов А.В. Анализ надёжности элементов маркшейдерских соединительных треугольников / «Маркшейдерский вестник» № 6, 2014. С. 21-23	2014	2	Главная библиотека
16	Жуков Г.П., Иванов И.П., Базыкина Л.Р. Некоторые проблемы производства горной графической маркшейдерской документации в электронно-цифровом формате / Записки Горного института, том 199, СПб, 2012 г. С. 227-229	2012	20	Главная библиотека

в) специализированные базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

- 1) Поисковые системы Yandex, Google, Rambler, Yahoo и др.
- 2) Информационно-издательский центр по геологии и недропользованию Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации - ООО "ГЕОИНФОРММАРК"- <http://www.geoinform.ru/>
- 3) Информационно-аналитический центр «Минерал» - <http://www.mineral.ru/>
- 4) Список литературы и источников для обязательного прочтения.
- 5) Полнотекстовые базы данных и ресурсы Главной библиотеки СПГГУ, доступ к которым обеспечен из сети Интернет СПГГУ:
 - издания Санкт-Петербургского гос. горного университета
 - полнотекстовая БД диссертаций РГБ
 - БД журнала "Вопросы истории"
 - научная электронная библиотека РФФИ (Elibrary)
 - "ПОЛПРЕД-Справочники"
 - БД издательства ELSEVIER
 - Oxford University Press
 - университетская библиотека ONLINE
 - университетская информационная система Россия
 - электронная публичная историческая библиотека BIBLIORNIKA