


**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 программы  
аспирантуры  
Профессор В.Н.Гусев

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ  
РАБОТЫ**

**ГЕОМЕХАНИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ СДВИЖЕНИЙ И  
ДЕФОРМАЦИЙ ГОРНЫХ ПОРОД ПРИ ПОДЗЕМНОЙ И  
ОТКРЫТОЙ РАЗРАБОТКЕ МПИ, СТРОИТЕЛЬСТВЕ ПОДЗЕМНЫХ  
СООРУЖЕНИЙ**

**Подготовка научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре**

<b>Область науки:</b>	2. Технические науки
<b>Группа научных специальностей:</b>	2.8. Недропользование и горные науки
<b>Научная специальность:</b>	2.8.3. Горнопромышленная и нефтегазопромысловая геология, геофизика, маркшейдерское дело и геометрия недр
<b>Направленность (профиль):</b>	Маркшейдерское дело и геометрия недр
<b>Отрасли науки:</b>	Технические
<b>Форма освоения программы аспирантуры:</b>	Очная
<b>Срок освоения программы аспирантуры:</b>	4 года
<b>Составитель:</b>	д. т. н., проф. В.Н.Гусев

## ВВЕДЕНИЕ

**Цель изучения дисциплины** «Геомеханические процессы сдвижений и деформаций горных пород при подземной и открытой разработке МПИ, строительстве подземных сооружений» – 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.

**Основными задачами изучения дисциплины являются:**

- **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 «Геомеханические процессы сдвижений и деформаций горных пород при подземной и открытой разработке МПИ, строительстве подземных сооружений», 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 «Горнопромышленная и нефтегазопромысловая геология, геофизика, маркшейдерское дело и геометрия недр» приведено в рабочей программе.

Для успешного изучения дисциплины «Геомеханические процессы сдвижений и деформаций горных пород при подземной и открытой разработке МПИ, строительстве подземных сооружений» 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.

### **5.2. Разделы дисциплин и виды учебных занятий.**

<b>№ п/п</b>	<b>Наименование раздела (темы) дисциплины</b>
1.	Сдвигение и деформации горных пород

2.	Геометризация месторождений полезных ископаемых
3.	Геологическое изучение эксплуатируемых месторождений
4.	Обработка геологической, маркшейдерской и геофизической информации
5.	Геометрические измерения пространственно-временных характеристик горных объектов
6.	Оценка степени воздействия сдвижений и деформаций на подрабатываемые объекты
7.	Устойчивость бортов карьеров, откосовуступов и отвалов, дамб гидроотвалов
8.	Ведение горных работ под водными объектами

### 1.1. Виды самостоятельной работы аспирантов

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

### 1.2. Контрольные вопросы для самостоятельной работы

1. Способы и средства наблюдения за сдвижением толщи горных пород, земной поверхности и за подрабатываемыми объектами. Интерпретация такого рода наблюдений.
2. Существующие подходы к безопасной выемке пластов угля под водными объектами.
3. Геофизические методы изучения квалиметрии полезного ископаемого (на примере угольного пласта).
4. Методы изучения геолого-промышленных (квалиметрических) характеристик полезного ископаемого.
5. Способы и методы моделирования геомеханических процессов.

6. Инженерно-геологические основы прогноза гидрогеомеханических процессов при ведении горных работ.
7. Инженерно-геологическое и экологическое обоснование рекультивации гидротвалов вскрышных пород.
8. Мониторинг гидрогеомеханических процессов вследствие ведения горных работ по добыче и формированию отвалов.
9. Цифровые технологии создания и ведения маркшейдерской горнографической документации.
10. Методы и методики оценки и повышения внешней надёжности маркшейдерских съёмки и съёмочных построений.

### **1.3. Примерная тематика рефератов.**

1. Способы и средства наблюдения за сдвижением толщи горных пород, земной поверхности и за подрабатываемыми объектами. Интерпретация такого рода наблюдений.
2. Существующие подходы к безопасной выемке пластов угля под водными объектами.
3. Способы и методы моделирование геомеханических процессов.

## **ЛИТЕРАТУРА**

### **Основная**

1. *Турчанинов И.А., Иофис М.А., Каспарьян Э.В.* Основы механики горных пород. Л.: Недра, 1989. 488 с.
2. *Букринский В.А.* Геометрия недр: Учебник для вузов. – 3-е изд. перераб. и доп. – М.: Издательство Московского государственного горного университета, 2002. 549 с.
3. Маркшейдерская энциклопедия / Гл. ред. Л.А. Пучков. – М.: Издательство «Мир горной книги», 2006. 605 с.
4. Справочник по маркшейдерскому делу. - М.: Недра, 1979. 576 с.

### **Дополнительная**

1. *Левкин Ю.М.* Маркшейдерское обеспечение подземного технологического пространства многоцелевого использования. – М.: Издательство Московского государственного горного университета, 2003. 215 с.
2. *Певзнер М.Е.* Горный аудит: Учебник для вузов. – 3-е изд. Стер. – М.: Издательство Московского государственного горного университета, 2004. 215 с.
3. Правила охраны сооружений и природных объектов от вредного влияния подземных горных разработок на угольных месторождениях. – СПб., 1998. 291 с. (Минтопэнерго РФ. РАН. Гос. НИИ горн. геомех. и маркшейд. дела - Межотраслевой науч. центр ВНИМИ)
4. Правила обеспечения устойчивости откосов на угольных разрезах. – СПб., 1998. 208 с.

5. Инструкция по наблюдениям за деформациями бортов, откосов уступов и отвалов на карьерах и разработке мероприятий по обеспечению их устойчивости. – Л.: Изд. ВНИМИ, 1971. 188 с.
6. Инструкция по наблюдениям за сдвижением горных пород и земной поверхности при подземной разработке рудных месторождений. - М.: Недра, 1988. 112 с.
7. Инструкция по наблюдениям за сдвижением горных пород, земной поверхности и подрабатываемыми сооружениями на угольных и сланцевых месторождениях. - М.: Недра, 1989. 96 с.
8. *Макаров А.Б.* Практическая геомеханика. – М.: Издательство «Горная книга», 2006. 391 с.
9. *Кашиников Ю.А., Ашихмин С.Г.* Механика горных пород при разработке месторождений углеводородного сырья. – М.: ООО «Недра-Бизнесцентр», 2007. 467 с.
10. Методы и средства решения задач горной геомеханики / Г.Н. Кузнецов, К.А. Ардашеву, Н.А. Филатов и др. – М.: Недра, 1987. 248 с.
11. Безопасная выемка угля под водными объектами / Б.Я. Гвирцман, Н.Н. Кацнельсон, Е.В. Бошнятов и др. - М.: Недра, 1977. 175 с.
12. *Казикаев Д.М., Осипенко Ю.С.* Разработка рудных месторождений под водными объектами. – М.: Недра, 1989. 192 с.
13. *Шиман М.И.* Предотвращение затопления калийных рудников. – М.: Недра, 1992. 176 с.
14. *Гусев В.Н.* Геомеханика техногенных водопроводящих трещин. – СПб: Изд. СПГГИ (ТУ), 1999. 156 с.
15. Закономерности сдвижения горных пород в массиве. – М.: Изд. «Наука», 1968. 108 с.
16. *Кратч Г.* Сдвижение горных пород и защита подрабатываемых сооружений. - М.: Недра, 1978. 494 с.
17. *Иофис М.А., Шмелёв А.И.* Инженерная геомеханика при подземных разработках. - М.: Недра, 1985. 248 с.
18. *Качанов Л.М.* Основы механики разрушения. - М.: Наука, 1974. 256 с.
19. *Качанов Л.М.* Основы теории пластичности. - М.: Наука, 1969. 241 с.
20. *Авершин С.Г.* Горные работы под сооружениями и водоёмами. - М.: Углетехиздат, 1954. 324 с.
21. *Земисев В.Н.* Расчёты деформаций горного массива. - М.: Недра, 1973. 144 с.
22. *Итенберг С.С., Дахкильгов Т.Д.* Геофизические исследования в скважинах. - М.: Недра, 1982. 351 с.
23. *Ягодкин Г.И., Мохначёв М.П., Кунтыш М.Ф.* Прочность и деформируемость горных пород в процессе нагружения. - М.: Наука, 1971. 148 с.
24. *Мохначёв М.П.* Усталость горных пород. - М.: Наука, 1979. 152 с.
25. *Работнов Ю.Н., Милейко С.Т.* Кратковременная ползучесть. - М.: Недра, 1970. 342 с.
26. *Слесарев В.Д.* Механика горных пород и рудничное крепление. - М.: Углетехиздат, 1948. 303 с.

27. *Фисенко Г.Л.* Предельное состояние горных пород вокруг выработок. М.: Недра, 1976. 272 с.
28. Сдвигение горных пород при подземной разработке угольных и сланцевых месторождениях. - М.: Недра, 1970. 224 с.
29. Сдвигение горных пород на рудных месторождениях. - М.: Недра, 1971. 224 с.
30. *Батугин С.А.* Анизотропия массива горных пород. – Новосибирск: Наука, 1988.
31. *Булычёв К.С.* Механика подземных сооружений. - М., Недра, 1982.
32. *Булычёв К.С.* Механика подземных сооружений в примерах и задачах. - М., Недра, 1989.
33. *Дашко Р.Э.* Механика горных пород. - М. Недра, 1987.
34. *Донцул Н.Ф.* Расчет расслаиваемости кровли камер. - СПб.: СЗТУ, 2001.
35. *Ержанов Ж.С., Сачинов А.С., Гуменюк Г.Н., Векслер Ю.А., Нестеров Г.А.* Ползучесть осадочных горных пород. Теория и эксперимент. - Алма-Ата: Изд. Наука, 1970.
36. *Ильюшин А.А.* Пластичность. - М.: Гостехиздат, 1948.
37. *Зенкевич О., Чанг И.* Метод конечных элементов в теории сооружений и механике сплошных сред. - М.: Недра, 1974.
38. *Карташов Ю.М.* Ускоренные методы определения реологических свойств горных пород. – М.: Изд. Недра, 1973.
39. *Космодамианский А.С.* Напряженное состояние анизотропных сред с отверстиями и полостями. – Киев: Наука, 1976.
40. *Кузнецов Г.Н., Ардашев К.А., Филатов Н.А.* Методы и средства решения задач горной геомеханики. - М.: Недра, 1987.
41. *Лехницкий С.Г.* Теория упругости анизотропных тел. - М.: Наука, 1977.
42. *Лиманов Ю.А.* Осадки земной поверхности при сооружении тоннелей в кембрийских глинах. - Л.: Изд. ЛИИЖТ, 1957. 239 с.
43. *Муллер Р. А.* Влияние горных выработок на деформацию земной поверхности. - М.: Углетехиздат, 1958.
44. *Мухелишвили Н.И.* Некоторые основные задачи математической теории упругости. Изд. 4. - М.: Изд-во АН СССР, 1954.
45. *Никишин В.С., Шапиро Г.С.* Задачи теории упругости для многослойных сред. – М.: Наука, 1973.
46. *Руппенейт К.В.* Деформируемость массивов трещиноватых горных пород. - М.: Недра, 1975.
47. *Савин Г.Н.* Распределение напряжений около отверстий. М., Наука, 1968.
48. *Савин Г.Н., Тульчий В.И.* Пластинки, подкреплённые составными кольцами и упругими накладками. – Киев: Изд-во "Наукова Думка", 1971 г.
49. *Сегерлинд Л. Дою.* Применение метода конечных элементов. - М., Мир, 1979.

50. *Ставрогин А.Н., Протосеня А.Г.* Пластичность горных пород. - М., «Недра», 1979.
51. *Турицев Ю.И., Самарин В.П.* Сдвигение горных пород и земной поверхности под влиянием подземных разработок. - Екатеринбург: Изд. УГГГА, 2001.
52. *Фадеев А.Б.* Метод конечных элементов в геомеханике. - М.: Недра, 1987.
53. *Черников А.К.* Теоретические основы геомеханики: Учебное пособие. – СПб: Изд. СПГУПС, 1994.
54. Геомеханические аспекты сдвижения горных пород при подземной разработке угольных и рудных месторождений – СПб: ВНИМИ, 2003. 166 с.
55. *Альбов М.Н.* Опробование месторождения полезных ископаемых. – М.: Недра, 1975. 239 с.
56. Геофизические методы изучения геологии угольных месторождений / В.В. Гречухин, П.А. Бродский, А.А. Климов и др. – М.: Недра, 1995. 477 с.
57. *Глейзер М.И.* Определение физических характеристик горных пород в маркшейдерско-геологической практики. – М.: Недра, 1969. 79 с.
58. *Калинченко В.М.* Математическое моделирование и прогноз показателей месторождений. - М.: Недра, 1993. 319 с.
59. Квалиметрия недр / В.Н. Попов, Х. Байдамсурен, М.И. Буянов и др. - М.: Изд. Акад. Горных наук, 2000. 303 с.
60. *Ломоносов Г.Г.* Горная квалиметрия. – М.: Изд. МГГУ, 2007. 257 с.
61. *Клер В.Р.* Изучение и геолого-экономическая оценка качества углей при геологоразведочных работах. - М.: Недра, 1975. 320 с.
62. Основы экономической оценки потерь и учёта запасов угля в недрах / Г.В. Верещагин, И.Ф. Воложанин, И.С. Гарбер и др. – М.: Недра, 1979. 230 с.
63. Инструкция по геологическим работам на угольных месторождениях РФ. – СПб: Изд. ВНИМИ, 1993. 147 с.
64. Инструкция по изучению и оценке попутных твёрдых полезных ископаемых и компонентов при разведке месторождений угля и горючих сланцев. – М.: Недра. 1987. 136 с.
65. Технические требования угольной промышленности к геологоразведочным работам и исходным геологическим материалам, представляемых для проектирования шахт и разрезов / ВГО «Союзуглегеология» МУП СССР. – М., 1986. 35 с.
66. *Такранов Р.А.* Квалиметрия угольных месторождений. – СПб: Своё издательство, 2011. 438 с.
67. *Такранов Р.А.* Геологические работы на угольных карьерах. – М.: Недра, 1975. 295 с.
68. *Такранов Р.А., Павлов С.П.* Горногеометрический анализ трещиноватости угольных месторождений. – СПб: Изд. СПГИ (ТУ), 1996. 88 с.
69. Основы физики горных пород / В.В. Ржевский, Г.Я. Новик. – М.: Недра, 1978. 390 с.



### **Учебно-методические материалы по дисциплине**

1. Оперативное определение показателей качества и свойств угля в маркшейдерско-геологической практике: Учеб. пособие / Р.А. Такранов, А.Н. Шеремет, Н.В. Лагай. - СПб: Изд. СПГГИ (ТУ), 2005. 75 с.

2. Сдвигение и деформации горных пород: Учеб. пособие / В.Н. Гусев, Е.М. Волохов. - СПб.: Изд. СПГГИ (ТУ), 2-е изд., исправленное, 2008. 83 с.

3. Математическая обработка маркшейдерской информации статистическими методами: Учеб. Пособие / В.Н. Гусев, А.Н. Шеремет. - СПб: Изд. СПГГИ (ТУ), 2-е изд., исправленное, 2010. 98 с.

4. Анализ точности подземных маркшейдерских сетей: Учеб. пособие / В.В. Зверевич, В.Н. Гусев, Е.М. Волохов. - СПб.: Изд. СПГГИ (ТУ), 2010. 145 с.

5. Основы наземной лазерно-сканирующей съёмки: Учеб. пособие / В.Н. Гусев, А.И. Науменко, Е.М. Волохов, В.А. Голованов. - СПб: Изд. СПГГИ (ТУ), 2011. 80 с.