

**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**

**ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В МАРКШЕЙДЕРСКОМ ДЕЛЕ;  
СДВИЖЕНИЕ И ДЕФОРМАЦИИ ГОРНЫХ ПОРОД ВСЛЕДСТВИЕ  
ВЕДЕНИЯ ГОРНЫХ РАБОТ**

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

## ВВЕДЕНИЕ

Изучение данной дисциплины предполагает получение аспирантами представление о процессах сдвижения и деформаций горных пород, методах и средствах наблюдений, контроля и прогноза геомеханического состояния; безопасности ведения горных работ вблизи опасных по прорывам воды зон.

### Цель изучения дисциплины

Дисциплина «Цифровые технологии в маркшейдерском деле, сдвижение и деформации горных пород вследствие ведения горных работ» способствует:

- развитию **навыков** самостоятельной аналитической и научно-исследовательской работы;
- формированию **умений**:
  - самостоятельно анализировать научную и публицистическую литературу по проблемам сдвижений и деформаций горных пород вследствие ведения горных работ;
  - извлекать, анализировать и оценивать информацию;
  - ориентироваться в областях сдвижения и деформаций горных пород, ведения горных работ вблизи опасных по прорывам воды зон;
  - ориентироваться в типовых инженерно-технических ситуациях, основных вопросах маркшейдерии, геологии, гидрогеологии и геофизики;
  - использовать знания по маркшейдерскому делу в оценке проблем, связанных со сдвижением и деформациями горных пород и в собственной деятельности;
  - проводить анализ нормативной документации на соответствие требованиям законодательства в сфере горного производства;
- формированию **навыков**:
  - владения методами, методиками геометрических измерений пространственно-временных характеристик состояния поверхности, недр, подземного пространства и графического отображения информации таких измерений;
  - владения методами и средствами наблюдений, контроля и прогноза сдвижения и деформаций горных пород;
  - физического и компьютерного моделирования геомеханических процессов, вследствие разработки полезных ископаемых или строительства подземных сооружений;
  - навыками публичной речи, аргументации, ведения дискуссии и полемики;
- совершенствованию знаний в области сдвижений и деформаций горных пород, геологии и геофизики; в области новых приборов и оборудования

для маркшейдерско-геодезических съёмок и мониторинга; в области компьютерных технологий в маркшейдерском деле.

Для успешного изучения дисциплины «Цифровые технологии в маркшейдерском деле, сдвигение и деформации горных пород вследствие ведения горных работ», 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 «Цифровые технологии в маркшейдерском деле, сдвигение и деформации горных пород вследствие ведения горных работ» приведено в тексте рабочей программы.

Для успешного изучения дисциплины «Цифровые технологии в маркшейдерском деле, сдвигение и деформации горных пород вследствие ведения горных работ» 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 тем дисциплины, выносимых на самостоятельное изучение, приведена в таблице.

№ п/п	Наименование тем дисциплины
1.	Геометрические измерения пространственно-временных характеристик горных объектов
2.	Автоматизированная обработка маркшейдерско-геодезической информации
3.	Геологическое изучение эксплуатируемых месторождений
4.	Обработка геологической, маркшейдерской и геофизической информации
5.	Сдвигение и деформации горных пород
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. Распределение времени самостоятельной работы аспирантов

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

## **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 горнографической документации.
3. Классификация компьютерной графики.
4. Способы и средства наблюдения за сдвижением толщи горных пород, земной поверхности и за подрабатываемыми объектами. Интерпретация такого рода наблюдений.
5. Существующие подходы к безопасной выемке пластов угля под водными объектами.
6. Методы оценки устойчивости бортов и уступов карьеров и отвалов.
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 съёмок и съёмочных построений.

## **1.3. Примерная тематика рефератов (по индивидуальному заданию).**

1. Способы и средства наблюдения за сдвижением толщи горных пород, земной поверхности и за подрабатываемыми объектами. Интерпретация такого рода наблюдений.
2. Существующие подходы к прогнозированию безопасных условий выемки пластов угля под водными объектами.
3. Основные задачи теории упругости для слоистой толщи горных пород.
4. Способы и методы моделирование геомеханических процессов.
5. Автоматизированная обработка маркшейдерско-геодезической информации
6. Компьютерная геометрия, трехмерные преобразования и проекции.

## **ЛИТЕРАТУРА**

### **Основная**

1. 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).
2. Основы компьютерной графики: учеб. пособие /П.С. Шпаков, Ю.Л. Юнаков, М.В. Шпакова. – Красноярск: Сиб. федер. Ун-т, 2014. – 398 с.
3. Макаров А.Б. Практическая геомеханика. – М.: Изд. «Горная книга», 2011. 391 с.

4. Протосеня А.Г. Механика подземных сооружений. Пространственные модели и мониторинг / Протосеня А.Г., Огородников Ю.Н., Деменков П.А., Карасёв М.А., Лебедев М.О., Потёмкин Д.А., Козин Е.Г. СПб: СПГУ-МАНЭБ, 2011. – 355 с.

5. Маркшейдерская энциклопедия / Гл. ред. Л.А. Пучков. – М.: Издательство «Мир горной книги», 2006. 605 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. СПГИ (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. Сдвижение горных пород при подземной разработке угольных и сланцевых месторождениях. - М.: Недра, 1970. 224 с.
28. Сдвижение горных пород на рудных месторождениях. - М.: Недра, 1971. 224 с.
29. *Батугин С.А.* Анизотропия массива горных пород. – Новосибирск: Наука, 1988.
30. *Булычёв К.С.* Механика подземных сооружений. - М., Недра, 1982.
31. *Булычёв К.С.* Механика подземных сооружений в примерах и задачах. - М., Недра, 1989.
32. *Дашко Р.Э.* Механика горных пород. - М. Недра, 1987.
33. *Донцул Н.Ф.* Расчет расслаиваемости кровли камер. - СПб.: СЗТУ, 2001.
34. *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.
35. *Ильюшин А.А.* Пластичность. - М.: Гостехиздат, 1948.
36. *Зенкевич О., Чанг И.* Метод конечных элементов в теории сооружений и механике сплошных сред. - М.: Недра, 1974.
37. *Карташов Ю.М.* Ускоренные методы определения реологических свойств горных пород. – М.: Изд. Недра, 1973.
38. *Космодамианский А.С.* Напряженное состояние анизотропных сред с отверстиями и полостями. – Киев: Наука, 1976.
39. *Кузнецов Г.Н., Ардашев К.А., Филатов Н.А.* Методы и средства решения задач горной геомеханики. - М.: Недра, 1987.

40. *Лехницкий С.Г.* Теория упругости анизотропных тел. - М.: Наука, 1977.
41. *Лиманов Ю.А.* Осадки земной поверхности при сооружении тоннелей в кембрийских глинах. - Л.: Изд. ЛИИЖТ, 1957. 239 с.
42. *Муллер Р. А.* Влияние горных выработок на деформацию земной поверхности. - М.: Углетехиздат, 1958.
43. *Мухелишвили Н.И.* Некоторые основные задачи математической теории упругости. Изд. 4. - М.: Изд-во АН СССР, 1954.
44. *Никишин В.С., Шапиро Г.С.* Задачи теории упругости для многослойных сред. – М.: Наука, 1973.
45. *Руппнейт К.В.* Деформируемость массивов трещиноватых горных пород. - М.: Недра, 1975.
46. *Савин Г.Н.* Распределение напряжений около отверстий. М., Наука, 1968.
47. *Савин Г.Н., Тульчий В.И.* Пластинки, подкреплённые составными кольцами и упругими накладками. – Киев: Изд-во "Наукова Думка", 1971 г.
48. *Сегерлинд Л. Дою.* Применение метода конечных элементов. - М., Мир, 1979.
49. *Ставрогин А.Н., Протосеня А.Г.* Пластичность горных пород. - М., «Недра», 1979.
50. *Турицев Ю.И., Самарин В.П.* Сдвигение горных пород и земной поверхности под влиянием подземных разработок. - Екатеринбург: Изд. УГГГА, 2001.
51. *Фадеев А.Б.* Метод конечных элементов в геомеханике. - М.: Недра, 1987.
52. *Черников А.К.* Теоретические основы геомеханики: Учебное пособие. – СПб: Изд. СПГУПС, 1994.
53. Геомеханические аспекты сдвижения горных пород при подземной разработке угольных и рудных месторождений – СПб: ВНИМИ, 2003. 166 с.
54. *Турчанинов И.А., Иофис М.А., Каспарьян Э.В.* Основы механики горных пород. Л.: Недра, 1989. 488 с.
55. *Фисенко Г.Л.* Предельное состояние горных пород вокруг выработок. М.: Недра, 1976. 272 с.
56. Справочник по маркшейдерскому делу. - М.: Недра, 1979. 576 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. Наumenко, Е.М. Волохов, В.А. Голованов. - СПб: Изд. СПГГИ (ТУ), 2011. 80 с.