

## АНОТАЦІЯ

### навчальної дисципліни «Механіка ґрунтів, гірських порід та їх масивів. Геомеханічна безпека гірничих підприємств»

**Анотація.** Дисципліна «Механіка ґрунтів, гірських порід та їх масивів. Геомеханічна безпека гірничих підприємств» належить до переліку навчальних дисциплін за вибором аспіранта, що пропонуються в рамках циклу професійної підготовки аспірантів зі спеціальності 263 «Цивільна безпека» на другому і третьому роках навчання. Вона забезпечує професійний розвиток аспіранта та спрямована на поглиблення знань і сучасних уявлень про геомеханічні процеси, які відбуваються в масиві гірських порід на різних глибинах поблизу гірничих виробок, методах їх досліджень, а також основних небезпек за геомеханічним фактором, що супроводжують підземні гірничі роботи, методах їх діагностування та запобігання. Знання цих методів необхідне для подальшої успішної самостійної дослідницької роботи в галузі забезпечення цивільної безпеки на гірничодобувних підприємствах.

**Кількість кредитів:** 5.

**Викладач:** Скіпочка Сергій Іванович, д-р техн. наук, проф., зав. лабораторії фізики і геомеханічного моніторингу масивів гірських порід Інституту геотехнічної механіки НАН України.

**Мова викладання:** українська.

**Місце у структурно-логічній схемі:** бл. 2.2.2, читається на другому і третьому роках навчання.

**Термін вивчення.** Дисципліна вивчається за освітньо-науковим рівнем «доктор філософії»:

на другому році навчання - в обсязі 90 годин, у тому числі 30 годин аудиторних занять (24 год. – лекційні заняття, 6 годин – практичні заняття), 60 годин самостійної роботи;

на третьому році навчання – в обсязі 60 годин, у тому числі 30 годин аудиторних занять (16 год. – лекційні заняття, 14 годин – практичні заняття), 30 годин самостійної роботи.

**Мета навчальної дисципліни** – сформувати у аспірантів розуміння і здатність аналізувати геомеханічні, явища та процеси, що відбуваються в геологічному середовищі, підземних спорудах, кріпленні та охоронних конструкціях при видобутку копалин. Ознайомити з сучасними методами математичного та фізичного моделювання геомеханічних процесів. Розвинути здатність використовувати відповідне програмне забезпечення (мови програмування, пакети тощо). Надати навички володіння методами контролю і діагностики геомеханічного стану масиву гірських порід, їх аналізу та інтерпретації.

Важливою загальною метою курсу є підготовка аспірантів як ефективних дослідників і викладачів вищої школи, компетентних в проведенні наукових досліджень на рівні доктора філософії, у використанні сучасних інформаційних та комунікаційних технологій, комп'ютерних засобів та програм, здатних працювати з сучасними бібліографічними і реферативними базами даних, а також наукометричними платформами. Окрім того, поглибити їх знання в галузях фізики, зокрема класичної механіки, механіки пружного і пластичного деформування тощо.

### **Змістовні модулі дисципліни.**

Дисципліна містить один кредитний модуль та має наступні теми:

- основи механіки ґрунтів, гірських порід та їх масивів;
- гірський тиск та напружено-деформований стан масиву гірських порід;
- прогнозування і управління гірським тиском і зсуваннями породного масиву при експлуатації підземних споруд;
- геомеханічний моніторинг властивостей та стану масиву гірських порід, виробок та охоронних конструкцій.

У результаті вивчення курсу аспірант повинен:

**Знати:** про фізико-механічні властивості гірських порід і вплив на ці властивості гірничо-геологічних та гірничо-технологічних факторів; про закономірності формування напружено-деформованого стану в гірському масиві, діапазони деформування порід, основні теорії та стадії руйнування порід, їх несучу здатність; про механізми та методи активного керування напружено-деформованим станом масиву; про методи моделювання процесів формування напружено-деформованого стану масиву в цілому та навколо гірничих виробок з використанням сучасних чисельних методів; про взаємозалежності напружено-деформованого стану породних масивах та акустичних, електричних, магнітних, радіохвильових, радіаційних, ультразвукових та інших фізичних полів; про методи контролю фізико-механічних властивостей, негативних проявів гірського тиску і діагностики напружено-деформованого стану породного масиву.

**Вміти:** застосовувати методи визначення фізико-механічних властивостей порід в лабораторних і природних умовах, оцінити доцільність та ефективність використання конкретного програмного забезпечення і комп'ютерних технологій моделювання геомеханічних процесів, аналізувати результати моделювання та трактувати отриману інформацію для обґрунтування найбільш ефективних та безпечних засобів і способів підтримання виробок, володіти елементами моніторингу геомеханічних процесів в шахтних умовах.

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ  
ІНСТИТУТ ГЕОТЕХНІЧНОЇ МЕХАНІКИ ім. М.С. Полякова  
(ІГТМ НАН України)

Затверджено  
Вченою радою ІГТМ НАН України  
«05» липня 2016 р.,  
протокол № 9



Голова вченої ради  
ІГТМ НАН України  
академік НАН України  
\_\_\_\_\_ А.Ф. Булат

**ПРОГРАМА**  
навчальної дисципліни  
«Механіка ґрунтів, гірських порід та їх масивів. Геомеханічна  
безпека гірничих підприємств»

ГАЛУЗЬ ЗНАНЬ - 26 ЦИВІЛЬНА БЕЗПЕКА  
СПЕЦІАЛЬНІСТЬ - 263 ЦИВІЛЬНА БЕЗПЕКА  
РІВЕНЬ ОСВІТИ - ТРЕТІЙ (ОСВІТНЬО-НАУКОВИЙ)

Дніпро – 2016 р.

РОЗРОБНИК ПРОГРАМИ: Скіпочка Сергій Іванович, д-р техн. наук,  
проф., зав. лабораторії фізики і геомеханічного моніторингу масивів гірських  
порід Інституту геотехнічної механіки НАН України



\_\_\_\_\_  
(підпис)

Програму затверджено на засіданні Вченої ради Інституту геотехнічної  
механіки ім. М.С. Полякова НАН України «05» липня 2016 р., протокол № 9.

Вчений секретар інституту  
д-р техн. наук



\_\_\_\_\_  
В.Г. Шевченко

## ВСТУП

Програму навчальної дисципліни «Механіка ґрунтів, гірських порід та їх масивів. Геомеханічна безпека гірничих підприємств», як одну з дисциплін, що вивчається за вільним вибором аспіранта, складено відповідно до освітньо-професійної програми підготовки «доктор філософії» в галузі знань за спеціальністю 263 «Цивільна безпека».

**Предметом** вивчення навчальної дисципліни є геомеханічні процеси, що відбуваються в системі «масив гірських порід – гірничі виробки – кріплення та охоронні конструкції» під дією гірського тиску, негативні статичні і динамічні прояви гірського тиску, такі як: втрата несучої здатності масиву, кріплень та охоронних конструкцій, гірські удари та газодинамічні явища, розшарування та обвалення покрівлі, деформації порід і охоронних конструкцій, які суттєво впливають на безпеку гірничих робіт, призводять до аварій і травматизму шахтарів.

**Міждисциплінарні зв'язки.** Навчальна дисципліна «Механіка ґрунтів, гірських порід та їх масивів. Геомеханічна безпека гірничих підприємств» згідно з навчальним планом належить до циклу дисциплін професійної підготовки, яка викладається на другому і третьому роках аспірантури. Базою для вивчення дисципліни є курси «Механіка ґрунтів», «Механіка гірських порід», «Механіка масивів гірських порід», «Гірнична геофізика» та «Цивільна безпека», що вивчаються при підготовці бакалаврів і магістрів за спеціальностями: 103-«Науки про Землю», 131-«Прикладна механіка», 184-«Гірництво» та 263-«Цивільна безпека».

Матеріал курсу забезпечує професійний розвиток аспіранта, оскільки спрямований на поглиблення знань і сучасних уявлень про геомеханічні процеси, які відбуваються в масиві гірських порід на різних глибинах поблизу гірничих виробок, методах їх досліджень, а також основних небезпек за геомеханічним фактором, що супроводжують підземні гірничі роботи, методах їх діагностування та запобігання. Зокрема включає дослідження в галузі деформування порід за межею їх міцності, новітні уявлення про природу і механізми газодинамічних явищ, а також розробки нових методів і засобів з контролю і діагностики напружено-деформованого стану масиву гірських порід, та його негативних проявів.

# 1 МЕТА ТА ЗАВДАННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

## 1.1 Мета навчальної дисципліни

Сформувати у аспірантів розуміння і здатність аналізувати геомеханічні, явища та процеси, що відбуваються в геологічному середовищі, підземних спорудах, кріпленні та охоронних конструкціях при видобутку копалин. Ознайомити з сучасними методами математичного та фізичного моделювання геомеханічних процесів. Розвинути здатність використовувати відповідне програмне забезпечення (мови програмування, пакети тощо). Надати навички володіння методами контролю і діагностики геомеханічного стану масиву гірських порід, їх аналізу та інтерпретації.

## 1.2 Основні завдання навчальної дисципліни

Забезпечити професійний розвиток аспіранта. Поглибити його знання, ознайомити з сучасними уявленнями про геомеханічні процеси, які відбуваються в масиві гірських порід на різних глибинах поблизу гірничих виробок, методах їх досліджень, а також основними небезпеками за геомеханічним фактором, що супроводжують підземні гірничі роботи. Озброїти його методами діагностування та запобігання геомеханічних небезпек. Знання цих методів необхідне для подальшої успішної самостійної дослідницької роботи в галузі забезпечення цивільної безпеки на гірничодобувних підприємствах.

Важливим завданням курсу є підготовка аспірантів як ефективних дослідників і викладачів вищої школи, компетентних в проведенні наукових досліджень на рівні доктора філософії, у використанні сучасних інформаційних та комунікаційних технологій, комп'ютерних засобів та програм, здатних працювати з сучасними бібліографічними і реферативними базами даних, а також наукометричними платформами.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми аспіранти після засвоєння навчальної дисципліни мають продемонструвати наступні результати навчання.

### **Знати:**

- фізико-механічні властивості гірських порід і вплив на ці властивості гірничо-геологічних та гірничо-технологічних факторів;
- закономірності формування напружено-деформованого стану в гірському масиві, діапазони деформування порід, основні теорії та стадії руйнування порід, їх несучу здатність;
- механізми та методи активного керування напружено-деформованим станом масиву;
- методи моделювання процесів формування напружено-деформованого стану масиву в цілому та навколо гірничих виробок з використанням сучасних чисельних методів;

- залежності напружено-деформованого стану у породних масивах від дії акустичних, електричних, магнітних, радіохвильових, радіаційних, ультразвукових та інших фізичних полів;

- методи контролю фізико-механічних властивостей, негативних проявів гірського тиску і діагностики напружено-деформованого стану породного масиву.

#### **Вміти:**

- застосовувати методи визначення фізико-механічних властивостей порід в лабораторних і природних умовах;

- за результатами фізико-механічних досліджень оцінити безпечність експлуатації виробок за геомеханічним фактором;

- оцінити доцільність та ефективність використання конкретного програмного забезпечення і комп'ютерних технологій моделювання геомеханічних процесів;

- аналізувати результати моделювання та трактувати отриману інформацію для обґрунтування найбільш ефективних та безпечних засобів і способів підтримання виробок;

- володіти методами моніторингу геомеханічних процесів в шахтних умовах;

- за результатами моніторингу дати оцінку небезпеки геомеханічного стану системи «масив гірських порід – гірничі виробки – кріплення та охоронні конструкції».

**Мати навички** роботи з лабораторним устаткуванням з визначення фізико-механічних властивостей гірських порід, та шахтними приладами з нерунивого контролю елементів системи «масив гірських порід – гірничі виробки – кріплення та охоронні конструкції».

В рамках даної дисципліни розвиваються наступні **компетенції**:

- **універсальні компетенції** – здатність планувати і здійснювати комплексні дослідження, в тому числі міждисциплінарні, на основі цілісного системного наукового світогляду з використанням знань в області історії і філософії науки;

- **загальнопрофесійні компетенції** – здатність самостійно здійснювати науково-дослідницьку діяльність в геомеханіці з використанням сучасних методів дослідження та інформаційно-комунікаційних технологій;

- **професійні компетенції** – здатність організовувати моделювання геомеханічних процесів, їх дослідження в лабораторних і шахтних умовах, узагальнити результати досліджень, підготувати наукові статті з проблематики та взяти участь у проведенні навчального процесу.

## 2 СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

На вивчення навчальної дисципліни відводиться 150 годин (5 кредитів ECTS). Дисципліна містить один кредитний модуль

### Модуль дисципліни і види занять

| Модуль дисципліни   | Кількість кредитів ECTS | Обсяг навчальної роботи (в годинах) |            |        |           |          |                   | Вид підсумкового контролю |
|---|-------------------------|-------------------------------------|------------|--------|-----------|----------|-------------------|---------------------------|
|   |                         | загальний                           | аудиторних | лекції | практичні | семінари | самостійна робота |                           |
| Механіка ґрунтів, гірських порід та їх масивів. Геомеханічна безпека гірничих підприємств | 9                       | 270                                 | 90         | 48     | -         | 42       | 180               | Залік                     |
| <b>Разом</b>  | 9                       | 270                                 | 90         | 48     | -         | 42       | 180               |                           |

### Теми модуля і види занять

| № теми       | Тема   | Кількість кредитів ECTS | Обсяг навчальної роботи (в годинах) |            |        |           |          |                   |
|--------------|--|-------------------------|-------------------------------------|------------|--------|-----------|----------|-------------------|
|              |  |                         | загальний                           | аудиторних | лекції | практичні | семінари | самостійна робота |
| 1            | Основи механіки ґрунтів, гірських порід та їх масивів  | 2                       | 60                                  | 20         | 10     | -         | 9        | 40                |
| 2            | Гірський тиск та напружено-деформований стан масиву гірських порід   | 2                       | 60                                  | 20         | 10     | -         | 9        | 40                |
| 3            | Прогнозування і управління гірським тиском і зсуваннями породного масиву при експлуатації підземних споруд | 2                       | 60                                  | 20         | 10     | -         | 9        | 40                |
| 4            | Геомеханічний моніторинг властивостей та стану масиву гірських порід, виробок та охоронних конструкцій     | 3                       | 90                                  | 30         | 18     | -         | 15       | 60                |
| <b>Разом</b> |  | 9                       | 270                                 | 90         | 48     | -         | 42       | 180               |



### 3 РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

| Найменування теми  | Автор підручника (навчального посібника тощо)            | Найменування підручника (навчального посібника тощо)                    | Найменування видавництва, рік видання |
|--|--|---|---------------------------------------|
| Основи механіки ґрунтів, гірських порід та їх масивів  | Баклашов І.В., Картозія Б.А., Шашенко А.Н., Борисов В.Н. | Геомеханика: Учебник для вузов  | М.: МГГУ, 2004.                       |
|  | Борисов А.А.   | Механика горных пород и массивов  | М., Недра, 1980.                      |
|  | Виноградов В.В.  | Геомеханика управления состоянием массива вблизи горных выработок       | К.: Наук. думка, 1989.                |
|  | Скипочка С.И., Усаченко Б.М., Куклин В.Ю.                | Элементы геомеханики углепородного массива                              | Д.: Лира 2006.                        |
|  | Кацауров И.Н.  | Механика горных пород   | М.: Недра, 1981.                      |
|  | Ставрогин А.Н., Тарасов Б.Г.                             | Экспериментальная физика и механика горных пород                        | СПб.: Наука, 2001.                    |
|  | Турчанинов И.А., Иофис М.А., Каспарьян Э.В.              | Основы механики горных пород  | Л.: Недра, 1989.                      |
| Гірський тиск та напружено-деформований стан масиву гірських порід   | Баклашов І.В.  | Геомеханика. Том I Основы геомеханики.                                  | М.: МГГУ, 2004.                       |
|  | Якоби О.   | Практика управления горным давлением                                    | М.: Недра, 1987.                      |
|  | Булычев Н.С.   | Механика подземных сооружений   | М.: Недра, 1994.                      |
|  | Опарин В.Н.  | Зональная дезинтеграция горных пород и устойчивость подземных выработок | Новосибирск: СО РАН, 2008.            |
|  | Ставрогин А.Н., Протосеня А.Г.                           | Прочность горных пород и устойчивость выработок на больших глубинах     | М.: Недра, 1985.                      |
|  | Гузь А.Н.  | Основы теории устойчивости горных выработок                             | К.: Наук. думка, 1977.                |
|  | Кирничанский Г.Т.  | Элементы теории деформирования и разрушения горных пород                | К.: Наук. думка, 1989.                |
| Прогнозування і управління гірським тиском і зсуванням породного масиву, стійкістю відслонень при будівництві наземних та підземних споруд | Черняк І.Л., Ярунин С.А.                                 | Управление состоянием массива горных пород                              | М.: Недра, 1995.                      |
|  | Голик В.И., Исмаилов Т.Т.                                | Управление состоянием массива   | М.: Мир, 2008.                        |
|  | Савостьянов А. В., Клочков В. Г.                         | Управление состоянием массива горных пород                              | К.: УМК ВО, 1992.                     |
|  | Влох Н. П.   | Управление горным давлением на подземных рудниках                       | М.: Недра, 1994.                      |
|  | Скипочка С.И., Мухин А.В., Черватюк В.Г.                 | Геомеханика охраны выемочных штреков в неустойчивых породах             | Д.: НГАУ, 2002.                       |
|  | Усаченко Б.М., Чердиченко В.П., Головчанский И.Е.        | Геомеханика охраны выработок в слабометаморфизованных породах           | К.: Наук. думка, 1990.                |
|  | Баклашов І.В., Картозія Б.А.                             | Механика подземных сооружений и конструкций крепей                      | М.: Недра, 1984.                      |
|  | Булат А.Ф., Виноградов В.В.                              | Опорно-анкерное крепление горных выработок угольных шахт                | Д.: Вільпо, 2002.                     |
|  | Глушко В.Т., Ямщиков В.С., Яланский А.А.                 | Геофизический контроль в шахтах и тоннелях                              | М.: Недра, 1987.                      |
|  | Под ред. В.Е. Никитского, В.В. Бродового                 | Комплексирование геофизических методов при решении геологических задач  | М.: Недра, 1987.                      |
|  | Булат А.Ф., Хохолев В.К.                                 | Геофизический контроль массива при отработке угольных пластов           | К.: Наук. думка, 1990.                |
| Анциферов А.В., Скипочка С.И., Яланський А.О., Паламарчук Т.А.   | Геомеханічний моніторинг підземних геотехнічних систем   | Донецьк: Ноулідж, 2010.   |                                       |

#### 4 ФОРМА ПІДСУМКОВОГО КОНТРОЛЮ УСПІШНОСТІ НАВЧАННЯ: Залік

#### 5 ЗАСОБИ ДІАГНОСТИКИ УСПІШНОСТІ НАВЧАННЯ

Діагностика успішності навчання аспірантів під час проведення лекційних занять: письмові контрольні роботи за темами лекційного курсу, тестування знань з певних тем, усне опитування, участь в дискусії, виконання практичних вправ.

Діагностика успішності навчання аспірантів під час проведення практичних занять: усне опитування; участь в обговоренні дискусійних питань.

Діагностика успішності навчання аспірантів під час виконання індивідуальних завдань і самостійної роботи: підготовка реферату.

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ  
ІНСТИТУТ ГЕОТЕХНІЧНОЇ МЕХАНІКИ ім. М.С. Полякова  
(ІГТМ НАН України)

Затверджено  
Вченою радою ІГТМ НАН України  
«05» липня 2016 р.,  
протокол № 9



Голова вченої ради  
ІГТМ НАН України  
академік НАН України  
\_\_\_\_\_ А.Ф. Булат

**«МЕХАНІКА ҐРУНТІВ, ГІРСЬКИХ ПОРІД ТА ЇХ МАСИВІВ.  
ГЕОМЕХАНІЧНА БЕЗПЕКА ГІРНИЧИХ ПІДПРИЄМСТВ»**

**РОБОЧА ПРОГРАМА  
кредитного модуля**

ГАЛУЗЬ ЗНАНЬ - 26 ЦИВІЛЬНА БЕЗПЕКА  
СПЕЦІАЛЬНІСТЬ - 263 ЦИВІЛЬНА БЕЗПЕКА  
РІВЕНЬ ОСВІТИ - ТРЕТІЙ (ОСВІТНЬО-НАУКОВИЙ)

Дніпро – 2016 р.

Робоча програма кредитного модуля «Механіка ґрунтів, гірських порід та їх масивів. Геомеханічна безпека гірничих підприємств» для аспірантів за спеціальністю 263 «Цивільна безпека», третього освітньо-наукового рівня, за денною формою навчання складена відповідно до програми навчальної дисципліни «Механіка ґрунтів, гірських порід та їх масивів. Геомеханічна безпека гірничих підприємств».

РОЗРОБНИК РОБОЧОЇ ПРОГРАМИ: д-р техн. наук, проф., зав. лабораторії фізики і геомеханічного моніторингу масивів гірських порід Інституту геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова НАН України Скіпочка Сергій Іванович



\_\_\_\_\_  
(підпис)

Програму затверджено на засіданні Вченої ради Інституту геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова НАН України «05» липня 2016 р., протокол № 9.

Вчений секретар інституту  
д-р техн. наук



\_\_\_\_\_  
В.Г. Шевченко

## 1 ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

Програму навчальної дисципліни «Механіка ґрунтів, гірських порід та їх масивів. Геомеханічна безпека гірничих підприємств», як одну з дисциплін, що вивчається за вільним вибором аспіранта, складено відповідно до освітньо-професійної програми підготовки «доктор філософії» в галузі знань за спеціальністю 263 «Цивільна безпека». Предметом вивчення навчальної дисципліни є геомеханічні процеси, що відбуваються в системі «масив гірських порід – гірничі виробки – кріплення та охоронні конструкції» під дією гірського тиску, негативні статичні і динамічні прояви гірського тиску, такі як: втрата несучої здатності масиву, кріплень та охоронних конструкцій, гірські удари та газодинамічні явища, розшарування та обвалення покрівлі, деформації порід і охоронних конструкцій, які суттєво впливають на безпеку гірничих робіт, призводять до аварій і травматизму шахтарів.

### **Основні завдання навчальної дисципліни.**

Забезпечити професійний розвиток аспіранта. Поглибити його знання, ознайомити з сучасними уявленнями про геомеханічні процеси, які відбуваються в масиві гірських порід на різних глибинах поблизу гірничих виробок, методах їх досліджень, а також з основними небезпеками за геомеханічним фактором, що супроводжують підземні гірничі роботи. Озброїти його методами діагностування та запобігання геомеханічних небезпек. Знання цих методів необхідне для подальшої успішної самостійної дослідницької роботи в галузі забезпечення цивільної безпеки на гірничодобувних підприємствах.

Важливим завданням курсу є підготовка аспірантів як ефективних дослідників і викладачів вищої школи, компетентних в проведенні наукових досліджень на рівні доктора філософії у використанні сучасних інформаційних та комунікаційних технологій, комп'ютерних засобів та програм, здатних працювати з сучасними бібліографічними і реферативними базами даних, а також наукометричними платформами.

Аспірант з даної дисципліни повинен мати базові уявлення з механіки гірських порід і їх масивів та гірничої геофізики. Для вивчення даної дисципліни необхідно мати вищу освіту з вивченням курсу цивільної безпеки для гірничих спеціальностей.

## 2 МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ З ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ

Курс «Механіка ґрунтів, гірських порід та їх масивів. Геомеханічна безпека гірничих підприємств», як одну з дисциплін за вільним вибором аспіранта, вивчають за освітньо-науковим рівнем «доктор філософії» у наступні терміни:

- на другому році навчання - в обсязі 180 годин, у тому числі 60 годин аудиторних занять (36 год. – лекційні заняття, 28 годин – семінари), 120 годин самостійної роботи;

- на третьому році навчання – в обсязі 90 годин, у тому числі 30 годин аудиторних занять (12 год. – лекційні заняття, 14 годин – семінари), 60 годин самостійної роботи.

Підсумковий контроль на третьому курсі – залік.

**Мета навчальної дисципліни** – сформувати у аспірантів розуміння і здатність аналізувати геомеханічні явища та процеси, що відбуваються в геологічному середовищі, підземних спорудах, кріпленні та охоронних конструкціях при видобутку копалин; ознайомити з сучасними методами математичного та фізичного моделювання геомеханічних процесів; розвинути здатність використовувати відповідне програмне забезпечення (мови програмування, пакети тощо); надати навички володіння методами контролю і діагностики геомеханічного стану масиву гірських порід, їх аналізу та інтерпретації.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми аспіранти після засвоєння навчальної дисципліни мають продемонструвати наступні результати навчання.

**Знати:**

- фізико-механічні властивості гірських порід і вплив на ці властивості гірничо-геологічних та гірничо-технологічних факторів;
- закономірності формування напружено-деформованого стану в гірському масиві, діапазони деформування порід, основні теорії та стадії руйнування порід, їх несучу здатність;
- механізми та методи активного керування напружено-деформованим станом масиву;
- методи моделювання процесів формування напружено-деформованого стану масиву в цілому та навколо гірничих виробок з використанням сучасних чисельних методів;
- взаємозалежності напружено-деформованого стану породних масивах з параметрами акустичних, електричних, магнітних, радіохвильових, радіаційних, ультразвукових та інших фізичних полів;
- методи контролю фізико-механічних властивостей, негативних проявів гірського тиску і діагностики напружено-деформованого стану породного масиву.

**Вміти:**

- застосовувати методи визначення фізико-механічних властивостей порід в лабораторних і природних умовах;
- за результатами фізико-механічних досліджень оцінити безпечність експлуатації виробок за геомеханічним фактором;
- оцінювати доцільність та ефективність використання конкретного програмного забезпечення і комп'ютерних технологій моделювання геомеханічних процесів;
- аналізувати результати моделювання та трактувати отриману інформацію для обґрунтування найбільш ефективних та безпечних засобів і способів підтримання виробок;
- володіти методами моніторингу геомеханічних процесів в шахтних умовах;
- за результатами моніторингу дати оцінку небезпеки геомеханічного стану системи «масив гірських порід – гірничі виробки – кріплення та охоронні конструкції».

### 3 ВИМОГИ ДО РЕЗУЛЬТАТІВ ОСВОЄННЯ ДИСЦИПЛІНИ

В рамках даної дисципліни розвиваються наступні компетенції:

- **універсальні компетенції** – здатність планувати і здійснювати комплексні дослідження, в тому числі міждисциплінарні, на основі цілісного системного наукового світогляду з використанням знань в області історії і філософії науки;

- **загальнопрофесійні компетенції** – здатність самостійно здійснювати науково-дослідницьку діяльність в геомеханіці з використанням сучасних методів дослідження та інформаційно-комунікаційних технологій;

- **професійні компетенції** – здатність організовувати моделювання геомеханічних процесів, їх дослідження в лабораторних і шахтних умовах, узагальнити результати досліджень, підготувати наукові статті з проблематики та взяти участь у проведенні навчального процесу.

### 4 СТРУКТУРА ТА ЗМІСТ ДИСЦИПЛІНИ

Навчальна дисципліна містить один кредитний модуль.

#### Модуль дисципліни, її розділи і види занять

|              | Модуль і розділи дисципліни  | Кількість кредитів ECTS | Обсяг навчальної роботи (в годинах) |            |           |           |           |                   | Вид підсумкового контролю |
|--------------|--|-------------------------|-------------------------------------|------------|-----------|-----------|-----------|-------------------|---------------------------|
|              |  |                         | загальний                           | аудиторних | лекції    | практичні | семінари  | самостійна робота |                           |
| <b>I</b>     | <b>Механіка ґрунтів, гірських порід та їх масивів. Геомеханічна безпека гірничих підприємств</b>           |                         |                                     |            |           |           |           | <b>залік</b>      |                           |
| 1            | Основи механіки ґрунтів, гірських порід та їх масивів  | 2                       | 60                                  | 20         | 10        | -         | 9         | 40                |                           |
| 2            | Гірський тиск та напружено-деформований стан масиву гірських порід   | 2                       | 60                                  | 20         | 10        | -         | 9         | 40                |                           |
| 3            | Прогнозування і управління гірським тиском і зсуваннями породного масиву при експлуатації підземних споруд | 2                       | 60                                  | 20         | 10        | -         | 9         | 40                |                           |
| 4            | Геомеханічний моніторинг властивостей та стану масиву гірських порід, виробок та охоронних конструкцій     | 3                       | 90                                  | 30         | 18        | -         | 15        | 60                |                           |
| <b>Разом</b> |  | <b>9</b>                | <b>270</b>                          | <b>90</b>  | <b>48</b> | <b>-</b>  | <b>42</b> | <b>180</b>        | <b>залік</b>              |

#### 4.1 Зміст дисципліни

| № | Розділи дисципліни   | Зміст розділу (теми)  | Форма проведення занять   |
|---|--|---|---------------------------|
| 1 | Основи механіки ґрунтів, гірських порід та їх масивів  | Лекція 1 (2 год). Масив гірських порід як механічне середовище.<br>Лекція 2 (2 год). Моделі стану та руйнування порід.<br>Лекція 3 (2 год). Граничний напружений стан та міцність порід.<br>Лекція 4 (2 год). Рівняння стану та механічні параметри гірських порід.<br>Лекція 5 (2 год). Особливості механіки ґрунтів.  | Лекції, самостійна робота |
| 2 | Гірський тиск та напружено-деформований стан масиву гірських порід   | Лекція 6 (2 год). Природний напружений стан масиву гірських порід. Загальні уявлення.<br>Лекція 7 (2 год). Тектонічні напруження. Зональність напружень.<br>Лекція 8 (3 год). Деформування гірських порід. Види деформування.<br>Лекція 9 (3 год). Моделювання напружено-деформованого стану масиву гірських порід.   | Лекції, самостійна робота |
| 3 | Прогнозування і управління гірським тиском і зсуваннями породного масиву при експлуатації підземних споруд | Лекція 10 (2 год). Закономірності руйнування порід поблизу виробок. Методи досліджень.<br>Лекція 11 (2 год). Статичні прояви гірського тиску. Реологічні властивості порід, вплив інтенсивності гірничих робіт.<br>Лекція 12 (3 год). Напружено-деформований стан системи «масив – виробка – кріплення».<br>Лекція 13 (3 год). Динамічні прояви гірського тиску.  | Лекції, самостійна робота |
| 4 | Геомеханічний моніторинг властивостей та стану масиву гірських порід, виробок та охоронних конструкцій     | Лекція 14 (3 год). Механічні методи постійного моніторингу масиву гірських порід<br>Лекція 15 (3 год). Вплив напружень масиву на фізичні поля різного походження.<br>Лекція 16 (3 год). Неруйнівні геофізичні методи моніторингу властивостей та стану масиву гірських порід, виробок та охоронних конструкцій<br>Лекція 17 (4 год). Способи, засоби та методики геомеханічного моніторингу в шахтах.<br>Лекція 18 (5 год). Організація моніторингу. Методика обробки та інтерпретації результатів моніторингу. | Лекції, самостійна робота |

#### 4.2 Зміст семінарів

| № | Розділи дисципліни                                    | Зміст занять   |
|---|---|--|
| 1 | Основи механіки ґрунтів, гірських порід та їх масивів | Сучасні методи моделювання напружено-деформованого стану масиву гірських порід (9 год) |
| 1 | Гірський тиск та на-                                  | Моделювання напружено-деформованого стану масиву гірсь-                                |



|   |  |   |
|---|--|---|
|   | пружено-деформований стан масиву гірських порід  | ких порід методом скінчених елементів (9 год).  |
| 2 | Прогнозування і управління гірським тиском і зсуваннями породного масиву при експлуатації підземних споруд | Лабораторний практикум з визначення міцностних і реологічних властивостей порід (9 год)   |
| 3 | Геомеханічний моніторинг властивостей та стану масиву гірських порід, виробок та охоронних конструкцій     | Устрій та методика роботи механічних засобів моніторингу (4 год).<br>Устрій та методика роботи приладів неруйнівного контролю (ультразвукових, ударно-хвильових, електрометричних, радіохвильових, акустичних (4 год).<br>Відпрацювання методики обробки та інтерпретації результатів геомеханічного моніторингу (7 год). |

### 4.3 Зміст тем для самостійної роботи

| № | Розділи дисципліни   | Тема роботи  |
|---|--|--|
| 1 | Основи механіки ґрунтів, гірських порід та їх масивів  | Механічна ідеалізація масиву гірських порід. Феноменологічна модель руйнування по орієнтованим системам поверхонь. Деформування гірських порід як квазісуцільного середовища. Міцність гірських порід в масиві. Умови крихкого руйнування гірських порід. Умови міцності і ступінь навантаженості по площинах порушень. Деформування і руйнування зразків гірських порід. Кола Мора. Рівняння напруженого стану гірських порід. Особливості механіки ґрунтів.  |
| 2 | Гірський тиск та напружено-деформований стан масиву гірських порід   | Загальні уявлення про напружений стан масивів гірських порід. Бічний розпір як реакція на дію гравітаційних сил. Внесок тектонічних процесів в напружений стан масиву. Вплив пористості і тріщинуватості на тектонічні напруження. Моделювання напруженого стану масиву порід як пружного середовища. Моделювання напруженого стану масиву порід як в'язкопружного середовища. Моделювання напруженого стану масиву порід з урахуванням тектонічних деформацій.  |
| 3 | Прогнозування і управління гірським тиском і зсуваннями породного масиву при експлуатації підземних споруд | Деформування порід навколо гірничих виробок. Математичне моделювання зон руйнування навколо гірничих виробок в породах з анізотропією міцності. Модель деформування і руйнування гірських порід в умовах тривалих періодів часу. Прояви гірського тиску від впливу очисних виробок. Математичне моделювання гідрогеомеханічних процесів. Оцінка гідрогеомеханічної ситуації при затопленні рудника. Моделювання прориву піску в шахтний стовбур. Математичне моделювання гідророзриву у вугільних пластах. |
| 4 | Геомеханічний моніторинг властивостей та стану масиву гірських порід, виробок та охоронних конструкцій     | Організація геомеханічного моніторингу на шахтах і рудниках передових країн. Моніторинг вертикальних стовбурів. Моніторинг гірничих виробок. Контроль стану кріплення та охоронних конструкцій. Контроль заколів, розшарувань та відслонень масиву гірських порід. Геофізичні методи контролю. Механічні методи контролю. Статистична обробка результатів контролю. Критерії оцінки стану масиву гірських порід, гірничих виробок,   |

## 5 ОСВІТНІ ТЕХНОЛОГІЇ

Активні освітні технології: лекції, опитування, дискусії.

Супроводження лекцій візуальним матеріалом у вигляді слайдів, підготовлених з використанням сучасних комп'ютерних технологій, що проєктуються на екран за допомогою відеопроєктора, а також результатів комп'ютерного моделювання напружено-деформованих станів масиву гірських порід навколо різних геотехнічних систем.

Використання спеціального програмного забезпечення та інтернет-ресурсів для навчання в ході самостійних робіт.

## 6 НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ АСПІРАНТІВ. ФОРМА КОНТРОЛЮ ЗНАНЬ

Види самостійної роботи:

- в домашніх умовах,
- в читальному залі бібліотеки,
- на комп'ютерах з доступом до баз даних та ресурсів інтернет,
- лабораторіях з доступом до лабораторного обладнання та приладів.

Самостійна робота підкріплюється навчально-методичним та інформаційним забезпеченням, що включає підручники, навчально-методичні посібники, конспекти лекцій, навчальне та наукове програмне забезпечення, ресурси інтернет.

Форма контролю знань – залік в кінці курсу.

### Питання екзаменаційних білетів

1. Механічна ідеалізація масиву гірських порід.
2. Феноменологічна модель руйнування по орієнтованим системам поверхонь.
3. Деформування гірських порід як квазісуцільного середовища.
4. Міцність гірських порід в масиві.
5. Умови крихкого руйнування гірських порід.
6. Умови міцності і ступінь навантаженості по площинах порушень.
7. Деформування і руйнування зразків гірських порід.
8. Кола Мора.
9. Рівняння напруженого стану масиву гірських порід.
10. Особливості механіки ґрунтів.
11. Загальні уявлення про напружений стані масивів гірських порід.
12. Бічний розпір як реакція на дію гравітаційних сил.
13. Внесок тектонічних процесів в напружений стан масиву.
14. Вплив пористості та тріщинуватості на тектонічні напруження.
15. Моделювання напруженого стану масиву порід як пружного середовища.

16. Моделювання напруженого стану масиву порід як в'язкопружного середовища.
17. Моделювання напруженого стану масиву порід з урахуванням тектонічних процесів.
18. Деформування порід навколо гірничих виробок.
19. Математичне моделювання зон руйнування навколо гірничих виробок в породах з анізотропією міцності.
20. Модель деформування і руйнування гірських порід в умовах тривалих періодів часу.
21. Прояви гірського тиску від впливу очисних виробок.
22. Математичне моделювання гідрогеомеханічних процесів.
23. Оцінка гідрогеомеханічної ситуації при затопленні рудника.
24. Моделювання прориву піску в шахтний стовбур.
25. Математичне моделювання гідророзриву у вугільних пластах. Організація геомеханічного моніторингу на шахтах і рудниках передових країн світу.
26. Моніторинг вертикальних стовбурів.
27. Моніторинг гірничих виробок.
28. Контроль стану кріплення та охоронних конструкцій.
29. Контроль заколів, розшарувань та відслонень масиву гірських порід.
30. Геофізичні методи контролю.
31. Механічні методи контролю.
32. Статистична обробка результатів контролю.
33. Критерії оцінки стану масиву гірських порід, гірничих виробок, кріплення та охоронних конструкцій.

## 7 НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНЕ ТА ІНФОРМАЦІЙНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ

### Рекомендована література

1. Баклашов И.В., Картозия Б.А. Механика горных пород. М.: Недра, 1975.
2. Баклашов И.В., Картозия Б.А., Шашенко А.Н., Борисов В.Н. Геомеханика: Учебник для вузов. М.: МГГУ, 2004.
3. Борисов А.А. Механика горных пород и массивов. М., Недра, 1980.
4. Булат А.Ф., Дырда В.И. Фракталы в геомеханике. К.: Наук. думка, 2005.
5. Виноградов В.В. Геомеханика управления состоянием массива вблизи горных выработок. К.: Наук. думка, 1989.
6. Скипочка С.И., Усаченко Б.М., Куклин В.Ю.. Элементы геомеханики углепородного массива. Д.: Лири 2006.
7. Кирничанский Г.Т. Элементы теории деформирования и разрушения горных пород. К.: Наук. думка, 1989.
8. Кацауров И.Н. Механика горных пород. М.: Недра, 1981.
9. Паламарчук Т.А., Кириченко В.Я., Усаченко Б.М. Элементы механосинергетики породного массива. Д.: Лири, 2006.
10. Ставрогин А.Н., Тарасов Б.Г. Экспериментальная физика и механика горных пород. СПб.: Наука, 2001.

11. Турчанинов И.А., Иофис М.А., Каспарьян Э.В. Основы механики горных пород. Л.: Недра, 1989.
12. Черепанов Г.П. Механика хрупкого разрушения. М.: Наука, 1974.
13. Лехницкий С.Г. Теория упругости анизотропного тела. М.: Наука, 1977.
14. Ландау Л.Б., Лифшиц Е.М. Теория упругости. М.: Наука, 1965. – 204 с.
15. Баклашов И.В. Геомеханика. Том 1 Основы геомеханики. М.: МГГУ, 2004.
16. Якоби О. Практика управления горным давлением. М.: Недра, 1987.
17. Булычев Н.С. Механика подземных сооружений. М.: Недра, 1994.
18. Курленя М.В., Серяков В.М., Ерёменко А.А. Техногенные геомеханические поля напряжений. Новосибирск: Наука, 2005.
19. Опарин В.Н. Зональная дезинтеграция горных пород и устойчивость подземных выработок. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2008.
20. Ставрогин А.Н., Протосеня А.Г. Прочность горных пород и устойчивость выработок на больших глубинах. М.: Недра, 1985.
21. Максимов А.П. Горное давление и крепь выработок. М.: Недра, 1973.
22. Булат А.Ф., Витушко О.В., Гоман О.Г. Напряженно-деформированное состояние анизотропного породного массива при отработке угольных пластов. Д.: Полиграфия, 2002.
23. Гузь А.Н. Основы теории устойчивости горных выработок. К.: Наук. думка, 1977.
24. Черняк И.Л., Ярунин С.А. Управление состоянием массива горных пород. М.: Недра, 1995.
25. Голик В.И., Исмаилов Т.Т. Управление состоянием массива. М.: Мир, 2008.
26. Булат А. Ф., Курносоев А. Т. Управление геомеханическими процессами при отработке угольных пластов. К.: Наук. думка, 1987.
27. Савостьянов А. В., Ключков В. Г. Управление состоянием массива горных пород. К.: УМК ВО, 1992.
28. Четверик М. С., Андрощук Е. В. Теория сдвижения массива горных пород и управления деформационными процессами при подземной выемке угля. Д.: РИА "Днепр-VAL", 2004.
29. Влох Н. П. Управление горным давлением на подземных рудниках. М.: Недра, 1994.
30. Скипочка С.И., Мухин А.В., Черватюк В.Г. Геомеханика охраны выемочных штреков в неустойчивых породах. Д.: НГАУ, 2002.
31. Усаченко Б.М., Чередниченко В.П., Головчанский И.Е. Геомеханика охраны выработок в слабометаморфизованных породах. К.: Наук. думка, 1990.
32. Баклашов И.В., Картозия Б.А. Механика подземных сооружений и конструкций крепей. М.: Недра, 1984.
33. Булат А.Ф., Виноградов В.В. Опорно-анкерное крепление горных выработок угольных шахт. Д.: Вільпо, 2002.
34. Зубов В. П. Особенности управления горным давлением в лавах на больших глубинах разработки. Л.: ЛГУ, 1990.
35. Глушко В.Т., Ямщиков В.С., Яланский А.А. Геофизический контроль в угольных шахтах. К.: Наук. думка, 1978.

36. Глушко В.Т., Ямщиков В.С., Яланский А.А. Геофизический контроль в шахтах и тоннелях. М.: Недра, 1987.
37. Паламарчук Т. А., Кириченко В. Я., Усаченко Б. М. Элементы механосинергетики породного массива. Д.: Лира, 2006.
38. Комплексирование геофизических методов при решении геологических задач / Под ред. В.Е. Никитского, В.В. Бродового. М.: Недра, 1987.
39. Булат А.Ф., Хохолев В.К. Геофизический контроль массива при отработке угольных пластов. К.: Наук. думка, 1990.
40. Анциферов А.В., Скіпочка С.И., Яланський А.О., Паламарчук Т.А. Геомеханічний моніторинг підземних геотехнічних систем. Донецьк: Ноулідж, 2010.
41. Иконникова Н.А., Корсун В.И., Слащев А.И., Яланский А.А., Моделирование и контроль динамических процессов в задачах оценки состояния геотехнических систем. Д.: НГУ, 2015.

### Рекомендовані фахові періодичні видання

1. Геотехнічна механіка: Межвід. зб. наук. пр.
2. Науковий вісник національного гірничого університету
3. Прикладна механіка
4. Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых
5. Metallurgicheskaya i gornorudnaya promyshlennost
6. Уголь Украины
7. Уголь
8. Известия вузов. Горный журнал
9. Цветная металлургия
10. Безопасность труда в промышленности
11. Горный журнал
12. Проблеми гірського тиску: Зб. наук. пр. ДонНТУ
13. Физико-технические проблемы горного производства: Сб. науч. тр. ИФГП НАНУ
14. Горный вестник: КНУ
15. Глюкауф: русское издание
16. Горный вестник: ИГД им. А.А. Скочинского
17. Записки Горного института
18. Фундаментальные и прикладные вопросы горных наук