



# ГЕОКОНТРОЛЬ ПРОЦЕСІВ ГІРНИЧОГО ВИРОБНИЦТВА

## Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

### Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Другий (магістерський)</i>
Галузь знань	<i>18 Виробництво та технології</i>
Спеціальність	<i>184 Гірництво</i>
Освітня програма	<i>Геоінженерія</i>
Статус дисципліни	<i>Обов'язкова</i>
Форма навчання	<i>Очна (денна)/очна (вечірня)/заочна/дистанційна/змішана</i>
Рік підготовки, семестр	<i>1 курс, осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>3 кредити ЕКТС, (лекції - 27 год., практичні – 27 год.)</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік</i>
Розклад занять	<i><a href="http://roz.kpi.ua/">http://roz.kpi.ua/</a></i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: д.т.н., проф. Гайко Г.І., <a href="mailto:gayko.kpi@meta.ua">gayko.kpi@meta.ua</a> Практичні заняття: д.т.н., проф. Гайко Г.І., <a href="mailto:gayko.kpi@meta.ua">gayko.kpi@meta.ua</a></i>
Розміщення курсу	<i>Доступний на платформі «Сікорський» (дистанційний ресурс Google classroom). Код доступу надається викладачем на першому занятті.</i>

### Програма навчальної дисципліни

#### 1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Підземний простір шахт, рудників, енергетичних та транспортних підприємств, у якому реалізуються виробничі процеси, є складною природничо-технічною системою, що формується в масиві гірських порід. Забезпечення структурної стійкості та заданих параметрів і режимів функціонування цієї системи розглядається як цільова функція технологічних, проектних та організаційних рішень на всіх стадіях будівництва та експлуатації підземних споруд. Необхідне інформаційне забезпечення, включення процесів контролю та діагностики в будівельну геотехнологію та моніторинг процесів гірничого виробництва складає інноваційну основу економічно ефективного та безпечного гірничого підприємства, суттєво зменшує ризики аварійних ситуацій. Сучасне висвітлення цих актуальних питань складає основу навчальної дисципліни.

**Метою** навчальної дисципліни є формування у студентів здатності розв'язувати складні наукові та практичні задачі геоінженерії на основі застосування технологій геоконтролю для безаварійного освоєння підземного простору, збільшення ефективності та безпеки гірничих робіт.

**Предметом** вивчення дисципліни є геоконтроль гірничих і геобудівельних технологій в умовах освоєння підземного простору.

#### Спеціальні компетентності:

СК2 – Здатність до виконання теоретичних і експериментальних досліджень параметрів та режимів функціонування систем і технологій гірничих та геобудівельних підприємств;

СК5 – Здатність до організації виробничих процесів і технічного керівництва системами та технологіями гірничих і геобудівельних підприємств;

СК6 – Здатність до виконання проектних робіт спеціальних способів будівництва, об'єктів розробки корисних копалин, вживати спеціальні заходи з реконструкції підземних споруд та гірничих підприємств;

СК7 – Здатність реалізувати загальні принципи комплексної оптимізації під час розроблення проектів.

#### **Програмні результати навчання:**

РН6. Виявляти, ставити, вирішувати проблеми та приймати обґрунтовані рішення в професійній діяльності;

РН7. Виконувати теоретичні та експериментальні дослідження параметрів та режимів функціонування систем і технологій гірничих та геобудівельних підприємств;

РН10. Організовувати виробничі процеси і технічне керівництво системами та технологіями гірничих і геобудівельних підприємств;

РН12. Реалізувати загальні принципи комплексної оптимізації під час розроблення проектів.

### **2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)**

Дисципліна пов'язана з базовими дисциплінами загальної та професійної підготовки, які вивчалися на рівні бакалаврату, зокрема: «Інженерна геологія та гідрогеологія», «Геомеханіка», «Основи гірничого виробництва», «Кріплення гірничих виробок та підземних споруд», «Геотроніка», «Маркшейдерська справа» та ін. У структурно-логічній схемі ОПП, теоретичні знання та практичні навички, отримані при вивченні дисципліни, використовуються для опанування «Спеціальних способів будівництва» та використовуються на практиці й при підготовці кваліфікаційної роботи магістра .

### **3. Зміст навчальної дисципліни**

Тема 1. Введення в дисципліну

Тема 2. Методологічні основи геоконтролю

Тема 3. Геологічні та геомеханічні методи геоконтролю

Тема 4. Геофізичні та неруйнівні методи геоконтролю

Тема 5. Масштабний ефект в геомеханіці та оцінка міцності гірських порід в масиві (in situ)

Тема 6. Оцінка тріщинуватості гірських порід в масиві (in situ)

Тема 7. Моніторинг стану гірничих виробок та конструкцій кріплення

Тема 8. Контроль якості скритих робіт в гірському масиві

Тема 9. Контроль газодинамічної ситуації, радіаційної небезпеки та температурних полів

Тема 10. Системна методологія оцінки геологічного середовища

Тема 11. Геоконтроль як інструментарій проектних, організаційних та технологічних рішень

Тема 12. Контролінг як траєкторія розвитку гірничого підприємства

### **4. Навчальні матеріали та ресурси**

#### **Рекомендована література**

##### **Основна**

1. Пономаренко П.І. Планування і контроль на гірничому підприємстві: навч. посіб. / П.І. Пономаренко, О.М. Чоха, Т.В. Герасименко. – Дніпропетровськ: Національний гірничий університет, 2013. – 139 с.

2. Бондаренко В.І., Медяник В.Ю., Руденко М.К., Ковалевська І.К. Вугільна шахта: підручник для вузів. – Дніпро: НТУ «Дніпровська політехніка», 2020. – 360 с.
3. Бизов В.Ф., Корш В.А. Підземні гірничі роботи/Бібліотека гірничого інженера. Т. 12. – Кривий Ріг: Мінерал, 2003. – 286 с.

#### **Допоміжна**

4. Гайко Г.І. Моніторинг анкерного кріплення// В кн. Гайко Г.І. Будівельні матеріали та конструкції підземних споруд. Конструкції кріплення. – К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 133 с.
5. Панкратова Н. Д., Гайко Г. І., Савченко І. О. Розвиток підземної урбаністики як системи альтернативних проектних конфігурацій. Київ : Наукова думка, 2020. 136 с.
6. Ямщиков В.С. Контроль процессов горного производства : Учебник для вузов. – М.: Недра, 1989. – 446 с.
7. Вартанов А. З. Физико-технический контроль и мониторинг при освоении подземного пространства городов: учебник. - Москва : Горная книга, 2013. – 547 с.
8. Борзяк О.С., Лютий В.А., О. В. Романенко О.В. та ін. Інженерно-геологічні дослідження для будівництва: Навч. посібник. – Харків: УкрДУЗТ, 2022. – 100 с.
9. Шкуратник В.Л., Николенко П.В. Методы определения напряженно-деформированного состояния массива горных пород: Учебное пособие. – М.: МГУ, 2012. – 113 с.
10. Литвинский Г.Г., Гайко Г.И., Кулдыркаев Н.И. Стальные рамные крепи горных выработок. – Киев: Техніка, 1999. – 216 с.
11. НОРМАТИВНО-ПРАВОВИЙ АКТ З ОХОРОНИ ПРАЦІ 10.0-1.01-09. Правила безпеки у вугільних шахтах. – Київ: Мінвуглепром України, МакНДІ, 2009.

### **Навчальний контент**

#### **5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)**

*Для опанування навчальної дисципліни застосовується **пояснювально-ілюстративний та дослідницький** методи навчання.*

#### **Лекції:**

##### **Лекція 1. Введення в дисципліну**

Предмет та його структура. Основні ризики освоєння підземного простору та процесів гірничого виробництва. Об'єкти підземного простору як природничо-технічна система. Мета й задачі геоконтролю. Інформаційне забезпечення технологічних процесів. Планування та підготовка інженерно-геологічних досліджень у підземному просторі.

**Література: [1-3, 6, 7].**

##### **Лекція 2. Методологічні основи геоконтролю**

Геомеханічне забезпечення освоєння підземного простору. Побудова геоінформаційної системи. Прогнозування змін напружено-деформованого стану масиву та підземних споруд. Геомоніторинг об'єктів підземного простору. Аналіз даних геомоніторингу, прийняття управлінських рішень у проектній, будівельній та експлуатаційній практиці. Фізико-технічні методи досліджень як методологічна основа геоконтролю.

**Література: [1, 3, 6-8].**

##### **Лекція 3. Геологічні та геомеханічні методи геоконтролю**

Прямі методи контролю. Об'єкти геологічного й фізико-технічного контролю та моніторингу. Склад інженерно-геологічних досліджень. Розвідувальні свердловини та виробки. Отримання та аналіз керну в покрівлі та боках виробки. Гідрогеологічні методи. Геолого-структурні методи. Маркшейдерсько-геодезичний метод. Геомеханічні методи визначення напружено-деформованого стану гірського масиву.

**Література: [6-9].**

#### **Лекція 4. Геофізичні та неруйнівні методи геоконтролю**

Загальні принципи та класифікація геофізичних методів геоконтролю. Геоакустичний метод (акустичної емісії). Сейсмоакустичний метод. Мікросейсмічний метод. Термічний метод. Електрометричні методи. Дистанційне зондування Землі. Неруйнівні методи геоконтролю залишкової міцності масиву гірських порід та підземних споруд.

**Література: [1, 6-9].**

#### **Лекція 5. Масштабний ефект в геомеханіці та оцінка міцності гірських порід в масиві (in situ)**

Масштабний ефект в геомеханіці. Методи досліджень міцності гірських порід у масиві. Пенетрометрія масиву гірських порід та побудова графіків розподілу механічних властивостей порід від контуру виробки углиб масиву. Порівняння оцінок міцності порід у кернових зразках та в масиві. Проектні рекомендації.

**Література: [4, 6, 7, 9].**

#### **Лекція 6. Оцінка тріщинуватості гірських порід в масиві (in situ)**

Вплив природної та техногенної тріщинуватості масиву гірських порід на стійкість підземних споруд. Методи досліджень тріщинуватості гірських порід у масиві: кернова колона, реометричний спосіб, електрометричний спосіб та ін. Відеокамеральна інтроскопія масиву гірських порід. Інформаційне забезпечення вимірювань.

**Література: [4, 6].**

#### **Лекція 7, 8. Моніторинг стану гірничих виробок та конструкцій кріплення**

Моніторинг гірничих виробок, його завдання та методи проведення. Анкета з обстеження гірничих виробок. Плани контролю. Моніторинг стану підірних конструкцій кріплення (бетонні конструкції, тубінги, сталеве рамне кріплення, закріпний простір). Моніторинг стану анкерного кріплення. Початкова, монтажна та робоча стадії моніторингу.

**Література: [4, 10].**

#### **Лекція 9. Контроль якості скритих робіт в гірському масиві**

Особливості скритих гірничих та геобудівельних робіт. Контроль стану масиву перед вибоєм гірничої виробки. Контроль стану закріпного простору та тампонажу. Контроль процесів цементації та хімічного закріплення гірського масиву. Контроль положення вибою при мікротонелюванні та скерованому бурінні.

**Література: [7, 10].**

#### **Лекція 10. Контроль газодинамічної ситуації, радіаційної небезпеки та температурних полів**

Проблеми газодинамічних, радіаційних та теплових небезпек у гірничих виробках. Методи геоконтролю параметрів цих загроз. Датчики гірського тиску, аналізатори повітряної суміші та метану, пірометри, тепловізори, детектори іонізуючого випромінювання та інше обладнання. Рекомендації з техніки безпеки для вугільних і сланцевих шахт щодо контролю цих показників.

**Література: [2, 3, 6, 11].**

#### **Лекція 11. Системна методологія оцінки геологічного середовища**

Методи системного аналізу в плануванні освоєння підземного простору. Модифікований метод морфологічного аналізу для оцінки ризиків геологічного середовища. Морфологічні таблиці. Системні можливості порівняння альтернативних варіантів розвитку геобудівельних та гірничих робіт на основі інформації геоконтролю.

**Література:** [5, 7].

**Лекція 12. Геоконтроль як інструментарій проектних, організаційних та технологічних рішень**

Геоконтроль у системі планування. Принципи побудови систем моніторингу та геоконтролю в проектуванні. Основи організації інженерно-геологічних пошукувань, моніторингу та геоконтролю. Інформаційні технології як складова процесів геоконтролю та керування. Системи контролю властивостей підземного простору в гірничих машинах та технологічних лініях.

**Література:** [4, 6, 7].

**Лекція 13. Контролінг як траєкторія розвитку гірничого підприємства**

Контролінг як технологія управління гірничим підприємством. Моніторинг та геоконтроль в системі контролінгу гірничого виробництва. Місце контролінгу при плануванні діяльності гірничого підприємства. Мінімізація ризиків. Впливи на фінансово-господарську та інвестиційну діяльність.

**Література:** [1, 3, 7].

**Практичні роботи:**

№ з/п	Назва теми заняття та перелік основних питань (перелік дидактичного забезпечення, посилання на літературу та завдання на СРС)
1, 2	Оцінка якості гірського масиву методом RQD (методом Діра) Література: [6], [7].
3, 4	Оцінка міцності порід в масиві пенетрометричним методом. Література: [4], [6].
5, 6	Оцінка тріщинуватості порід в масиві за допомогою відеокамеральної інтроскопії. Література: [4], [6].
7, 8	План контролю та моніторинг гірничої виробки. Література: [10].
9, 10	Організація моніторингу стану анкерного кріплення. Література: [4].
11, 12	План контролю скритих робіт (процес цементації масиву) Література: [6, 7].
13, 14	Системна оцінка ризиків геологічного середовища за допомогою модифікованого методу морфологічного аналізу Література: [5].

**Самостійна робота**

Самостійна робота студента передбачає:

Підготовку до аудиторних занять – 26 годин;

Підготовку до МКР – 4 години;

Підготовку до заліку – 6 годин.

№ з/п	Назва теми, що виноситься на самостійне опрацювання	Кількість годин СРС
1	Види, обсяги та методика гідрогеологічних досліджень [8].	4

2	Сейсмічні вимірювання за допомогою свердловин і гірничих виробок [7] [8].	2
3	Каротажні вимірювання [6], [7].	2
4	Методика і обладнання реометричних досліджень тріщинуватості масиву [6, 7].	2
5	Виявлення небезпечних інженерно-геологічних явищ у масиві [6], [7].	2
6	Дослідження техногенних навантажень на масив [7].	4
7	Контроль якості монтажу і стану бетонних конструкцій [4], [7].	4
8	Контроль і моніторинг шумів та вібрацій [6], [7].	4
9	Інформаційні технології в геоконтролі [1], [2], [7].	2

## Політика та контроль

### 6. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

- у випадку дистанційного навчання на момент проведення кожного заняття, як лекційного, так і практичного, у студента на пристрої, з якого він працює, має бути встановлено додаток Zoom і забезпечена візуальна присутність у режимі відеоконференції;
  - студент повинен ознайомитися з силабусом на платформі «Сікорський» (дистанційний ресурс Google classroom), або у системі «Електронний Кампус КПІ»;
  - на першому занятті викладач ознайомлює студентів із рекомендаціями щодо організації вивчення та засвоєння результатів навчання;
  - на заняттях вітається навчальна активність, попередня обізнаність з питаннями лекції, використання інформаційних технологій для пошуку інформації в інтернеті, діалогові форми спілкування.
  - наприкінці семестру надається додаткова можливість здати/перездати контрольні показники;
  - політика щодо академічної доброчесності – запозичення матеріалів без посилань на авторські роботи не допускається, спроби плагіату (видавання чужих здобутків за свої) унеможливають отримання заліку;
  - студенти зобов'язані дотримуватись загальних моральних принципів та правил етичної поведінки, зазначених у Кодексі честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»;
  - за участь у Всеукраїнському конкурсі наукових робіт студенту нараховується 5 (I тур) або 10 (II тур) балів. За написання (публікацію) статті студенту нараховується 5 або 10 балів (відповідно фахове видання України або таке, що входить до Scopus або Web of Science), за публікацію тез доповіді на науковій конференції – 3 бали. Загальна сума заохочувальних балів не може перевищувати 10 балів;

### 7. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

**Поточний контроль:** В рамках 14 практичних занять студент опановує 7 практичних завдань по 7 балів, виконання двох МКР (проводиться безпосередньо на лекційному занятті, у присутності викладача), перша МКР оцінюється у 25 балів та має 2 теоретичних та 1 практичне завдання, друга МКР оцінюється в 26 балів та має два теоретичних питання.

Завдання в рамках практичного заняття оцінюються за такими критеріями:

- «відмінно» – повна відповідь (не менше 90 % потрібної інформації), надані відповідні обґрунтування та особистий погляд – 7 балів;
- «добре» – достатньо повна відповідь (не менше 75 % потрібної інформації), що виконана згідно з вимогами до рівня «умінь» або містить незначні неточності – 5 бали;
- «задовільно» – неповна відповідь (не менше 60 % потрібної інформації), виконана згідно з вимогами до «стереотипного» рівня та містить деякі помилки – 4 бали;
- «незадовільно» – незадовільна відповідь – 0 балів.

КР складається із двох питань проблемного характеру, які повинні розкрити як базові знання, так і навички їх практичного творчого застосування.

КР оцінюється в 26 балів за такими критеріями:

- «відмінно» – повна відповідь (не менше 90 % потрібної інформації), надані відповідні обґрунтування та особистий погляд на застосування сучасних технологічних рішень, нових конструкцій і матеріалів (24-26 балів);
- «добре» – достатньо повна відповідь (не менше 75 % потрібної інформації), що виконана згідно з вимогами до рівня «умінь» або містить незначні неточності (20-23 бали);
- «задовільно» – неповна відповідь (не менше 60 % потрібної інформації), виконана згідно з вимогами до «стереотипного» рівня та містить деякі помилки (13-20 балів);
- «незадовільно» – незадовільна відповідь – 0 балів.

**Календарний контроль:** проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу. Умовою позитивного першого та другого календарного контролів є отримання не менше 50 % максимально можливого на момент відповідного календарного контролю рейтингу.

**Семестровий контроль:** залік. Умови допуску до заліку: виконані і зараховані практичні роботи та МКР і становити не менше 60 балів. У разі отримання студентом менше 60 балів він виконує залікову роботу.

Залік проводиться в письмовій формі. Залікове завдання складається із 2 теоретичних та 1 практичного завдання.

Відповіді оцінюються за такими критеріями:

- «відмінно» – повна відповідь (не менше 90 % потрібної інформації), надані відповідні обґрунтування та особистий погляд;
- «добре» – достатньо повна відповідь (не менше 75 % потрібної інформації), що виконана згідно з вимогами до рівня «умінь» або містить незначні неточності;
- «задовільно» – неповна відповідь (не менше 60 % потрібної інформації), виконана згідно з вимогами до «стереотипного» рівня та містить деякі помилки;
- «незадовільно» – незадовільна відповідь – 0 балів.

Для заочної форми навчання

**Поточний контроль:** Практичні роботи, вимоги до них та критерії оцінювання аналогічні як і для очної форми навчання і наведені вище.

**Семестровий контроль:** залік. Умови допуску до семестрового контролю: виконані і зараховані практичні роботи.

Студенти, які виконали умови допуску здають залік. Сума балів за заліком додається до оцінки за практичні роботи й переводиться до підсумкової оцінки згідно з таблицею.

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

<i>Кількість балів</i>	<i>Оцінка</i>
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

**Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):**

**Складено** професором кафедри геоінженерії, д.т.н., проф. Г.І. Гайком

**Ухвалено** кафедрою геоінженерії (протокол № 18 від 17.06.2022 р.)

**Погоджено** Методичною комісією ННІЕЕ (протокол № 12 від 24.06.2022 р.)