



Технологія спорудження вертикальних виробок

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>18 Виробництво та технології</i>
Спеціальність	<i>184 Гірництво</i>
Освітня програма	<i>Геоінженерія</i>
Статус дисципліни	<i>Нормативна</i>
Форма навчання	<i>очна(денна) заочна</i>
Рік підготовки, семестр	<i>3 курс, осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>4 кредитів/120 год (лекції - 27 год., практичні – 27 год., самостійна робота – 66 год.)</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Екзамен/</i>
Розклад занять	<i>http://rozklad.kpi.ua/Schedules/ViewSchedule.aspx?v=2557ce2b-0744-46c4-984a-ec1023f8ba1d</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: кандидат технічних наук, доцент, Ган Анатолій Леонідович к. тел.: (+38)0976530566 e-mail: gan@geobud.kiev.ua Практичні: к.т.н., доц, Ган Анатолій Леонідович, (+38)0976530566, gan@geobud.kiev.ua Лабораторні: не передбачені</i>
Розміщення курсу	<i>https://classroom.google.com/u/1/c/MTU4NDE5NjQ1ODEx</i>

Програма навчальної дисципліни

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

Фахівець, що володіє сучасною методикою проектування та будівництва різних за призначенням конструктивних елементів підземних споруд із врахуванням навантаження і впливів та їх характерних особливостей, спроможній грамотно визначати технологічні схеми в залежності від призначення, характерних особливостей підземних споруд і їх розташування та підібрати форму, конструкцію і розмір кріплення.

Метою навчальної дисципліни є формування у студентів здатностей: до проектування складових систем і технологій гірничо-геологічних підприємств; оцінювати стан і технічну готовність устаткування ланок гірничих підприємств за критеріями забезпечення заданої продуктивності та безпеки експлуатації; застосовувати теоретичні основи гірничих технологій під час спорудження підземних споруд мегаполісів, а саме споруд метрополітенів, підземних комунікаційних систем, систем підземного транспорту, підземних об'єктів сфери послуг, підземних автостоянок і гаражів на урбанізованих територіях.

Предметом вивчення дисципліни є конструктивні елементи підземних споруд.

Програмні компетентності

ЗК6. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності

СК5. Здатність до проектування складових систем і технологій гірничо-геологічних підприємств.

СК9. Здатність оцінювати стан і технічну готовність устаткування ланок гірничих підприємств за критеріями забезпечення заданої продуктивності та безпеки експлуатації.

СК14. Здатність застосовувати теоретичні основи гірничих технологій під час спорудження підземних споруд мегаполісів, а саме споруд метрополітенів, підземних комунікаційних систем, систем підземного транспорту, підземних об'єктів сфери послуг, підземних автостоянок і гаражів на урбанізованих територіях.

СК16. Створення системи знань про гірниче середовище як об'єкт виконання підземного будівництва в складних умовах сучасного мегаполісу.

Програмні результати навчання.

РН1. Здійснювати системний аналіз гірничих систем і технологій;

РН4. Приймати рішення з професійних питань у важкопрогнозованих особливо небезпечних умовах з урахуванням цілей, строків, ресурсних та законодавчих обмежень, екологічних та етичних аспектів;

РН8. Розробляти технологічні операції та процеси гірничих підприємств;

РН10. Застосовувати сучасні методи діагностики стану елементів ланок гірничих систем та технологій у промислових і лабораторних умовах;

РН 15.Знати особливості підземної інфраструктури мегаполісів і вміти застосовувати їх при проектуванні підземних споруд.

РН 16. Здійснювати аналіз систем сучасного мегаполісу та застосувати в них спеціалізовані техніки, технології і підземні конструкції.

Знати: *Знати особливості підземної інфраструктури мегаполісів і вміти застосовувати їх при проектуванні підземних споруд; технологічні схеми в залежності від їх призначення та обґрунтовувати обрані рішення відповідно до технічних та економічних показників;*

Вміти: *Розробляти технологічні операції та процеси гірничих підприємств; застосовувати сучасні методи діагностики стану елементів ланок гірничих систем та технологій у промислових і лабораторних умовах.*

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

Пререквізити: Базується на вивчені дисциплін: Матеріалознавство та основи будівельної справи, Будівельні матеріали та конструкції підземних споруд, Основи гірничого виробництва

Постреквізити: є базовою для дисципліни Геоінженерія мегаполісу.

3. Зміст навчальної дисципліни

Розділ 1. Будівництво вертикальних виробок

Тема 1. Загальні відомості про геотехнічне будівництво

Тема 2. Загальні відомості про геотехнічні споруди

Тема 3. Способи будівництва стволів

Модульна контрольна робота 1 по 1-3 темам

Розділ 2. Будівництво підземних споруд великих розмірів.

Тема 4. Будівництво камер
Тема 5. Спорудження станцій метрополітену
Тема 6. Будівництво похилих підземних споруд
Модульна контрольна робота 2 по 4-6 темам
Курсовий проект
Екзамен

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література:

1. Самедов А.М. Будівництво міських підземних споруд: Навч. посіб. / А.М. Самедов, В.Г. Кравець. – К.: НТУУ «КПІ», 2011. – 400 с
2. Гайко Г. І. Конструкції кріплення підземних споруд: Навч. посіб. / Г. І. Гайко. – Алчевськ: ДонДТУ, 2006. – 133 с. URL: https://www.dstu.education/images/structure/st_mining_faculty/st_mf_geotech/books/Konstukciikriplennya.pdf
3. Гайко Г. І. Будівельні матеріали і конструкції підземних споруд: Конструкції кріплення: навч. посіб. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 134 с. https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/30668/1/2019Haiko_Budivelni-materialy.pdf
4. ДБН В.2.6-98: 2009. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення. Мінрегіонбуд. Київ. 2011. – 73 с.

Додаткова література:

1. Лысыков Б.А. и др. Строительство метрополитена и подземных сооружений на подрабатываемых территориях. – Д.: Норд-Пресс, 2003. – 302 с.
URL: <http://emoev.kpi.ua/wp-content/uploads/2017/05/%D0%A1%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B8%D1%82%D1%8C%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE-%D0%BC%D0%B5%D1%82%D1%80%D0%BE.pdf>
2. Вяльцев М.М. Технология строительства горных предприятий в примерах и задачах. М., Недра, 1982.
3. Насонов І.Д. Технология строительства подземных сооружений. Ч.1, 2, 3. Недра.
4. Покровский Н.М. Технология строительства подземных сооружений и шахт.
5. Трупаков Н.Г. Справ очник по сооружению стволов специальными способами.
6. СНиП Подземные горные выработки М. ,1981
7. СНиП Метрополитены. М, 1981

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Назви розділів і тем	Кількість годин			
	Всього	у тому числі		
		Лекції	Практичні (семінарські)	Самостійна робота студента
1	2	3	4	5
Розділ 1. Будівництво вертикальних виробок				
Тема 1. Загальні відомості про геотехнічне будівництво	6	2	0	4
Тема 2. Загальні відомості про геотехнічні споруди	6	2	0	4

Тема 3. Способи будівництва стволів	24	10	14	
Контрольна робота 1 по 1-3 темам	4			4
Розділ 2. Будівництво підземних споруд великих розмірів.				
Тема 4. Будівництво камер	14	4	6	4
Тема 5. Спорудження станцій метрополітену	21	6	7	8
Тема 6. Будівництво похилих підземних споруд	11	3	0	8
Контрольна робота 1 по 4-6 темам	4			4
Екзамен	30			30
Всього годин	120	27	27	66

Назва теми лекції та перелік основних питань
РОЗДІЛ 1. БУДІВНИЦТВО ВЕРТИКАЛЬНИХ ВИРОБОК
Тема 1. Загальні відомості про геотехнічне будівництво
Лекція 1. Загальні відомості про геотехнічне будівництво [1]
Тема 2. Загальні відомості про геотехнічне будівництво
Лекція 2. Загальні відомості про геотехнічні споруди [1].
Тема 3. Способи будівництва стволів
Лекція 3. Підготовчий період будівництва стволів. Форма перерізу. Проходка гирла ствола. Прохідницьке обладнання. Технологічні схеми будівництва стволів [2, 3].
Лекція 4. Буровибухові роботи при проходці. Провітрювання. Вантажання породи. Прохідницький підйом. Тимчасові та постійні копри. Підйомні машини. Транспортування породи на поверхню. Бадді, рамки, ляди. Причепні пристрої. Водовідлив і водовловлювання. Насосна станція [2, 3].
Лекція 5. Спорудження тимчасового та постійного кріплення. Матеріали, склад бетону, виготовлення і подача бетону. Призабійна опалубка. Контроль за якістю кріплення. Тампонаж. Набризк-бетон. Комбіноване кріплення з анкерами [2, 3].
Лекція 6. Допоміжне обладнання для проходки. Підвісні полки. Нульові та натяжні рами. Лебідки та рятувальні драбини. Освітлення, зв'язок, сигналізація. Геолого-маркшейдерське обслуговування. Стволопрохідницькі комплекси. Армування стволів. Конструкція розстрілів та провідників. Технологічні схеми армування. Навішування трубопроводів та кабелів [2, 3].
Лекція 7. Будівництво стволів великого перерізу. Форма забою, організація вантажання породи, конструкція кріплення. Технологічна схема з передовою свердловиною. Розтин сполучення ствола з приствольним двором. Технологічні схеми та послідовність операцій. Спорудження бункерної та завантажувальної камер [2, 3].
РОЗДІЛ 2. БУДІВНИЦТВО ПІДЗЕМНИХ СПОРУД ВЕЛИКИХ РОЗМІРІВ.
Тема 4. Будівництво камер
Лекція 8. Будівництво камер. Класифікація камер за призначенням. Форми та розміри камер. Технологія та механізація робіт. Будівництво камер в міцних породах [2, 3].
Лекція 9. Будівництво камер в породах середньої міцності і м'яких. Спосіб опертого склепіння та опертого ядра. Кріплення камер [2, 3].
Тема 5. Спорудження станцій метрополітену
Лекція 10. Спорудження станцій метрополітену. Технологія щитового спорудження. онструкція та класифікація щитів. Виконавчі органи щитів. Операції при щитовій проходці [1, 4].
Лекція 11. Вантажання породи та спорудження блочної обробки. Блокоукладальники.
Лекція 12. Допоміжні роботи при спорудженні станцій метро. Тампонажні та гідроізоляційні роботи. Щитові комплекси. Контроль за просуванням щита, маневреність щитів [1, 4].
Тема 6. Будівництво похилих підземних споруд

Лекція 13. Будівництво похилих підземних споруд. Спорудження ескалаторного тунелю. Технологія робіт та обладнання. Конструкція обробки. Допоміжні роботи. Технічні вимоги. Спорудження похилих виробок [2, 3].

Лекція 14. Проведення похилих стволів. Руйнування, вантажання та транспортування породи. Спорудження кріплення, вентиляція та водовідлив. Проведення бремсбергів та ухилів [2, 3].

№ з/п	Практичні заняття та перелік основних питань
1	Практичне заняття № 1. Вибір форми та розмірів перетину ствола.
2	Практичне заняття № 2. Графічне визначення та зображення армування стволу
3	Практичне заняття № 3. Розрахунок вибухового комплексу для вертикальних стволів. (4 год.).
4	Практичне заняття № 4. Визначення тривалості навантаження породи при проходці вертикальних стволів.
5	Практичне заняття № 5. Розрахунок продуктивності прохідницького підйому і визначення місткості цебера.
6	Практичне заняття № 6. Вибір і розрахунок водовідливу при проходці стволів. (4 год.).
7	Практичне заняття № 7. Розрахунок провітрювання стволів при їх проходці. (4 год.).
8	Практичне заняття № 8. Організація прохідницького циклу при проходці вертикальних стволів. (4 год.).
9	Практичне заняття № 9. Побудова графіка організації робіт при проведенні ствола. (4 год.).

6. Самостійна робота студента

Самостійна робота студента (СРС) є основним засобом засвоєння навчального матеріалу у вільний від навчальних занять час і включає: опрацювання навчального матеріалу, підготовку до аудиторних занять, МКР, екзамену. На самостійну роботу виділяється 66 годин.

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Система вимог, які ставляться перед студентом.

- **Відвідування занять є основною складовою** вивчення матеріалу. Рейтинг студента формується через активну участь на практичних заняттях, а саме у вирішенні практичних завдань та індивідуальної домашньої роботи.
- **Студенти мають дотримуватись правил поведінки** на заняттях, відповідно до Положення про організацію освітнього процесу в КПІ ім. Ігоря Сікорського (<https://kpi.ua/regulations>) та Принципів академічної доброчесності або морально-етичних норм поведінки (<https://kpi.ua/academicintegrity>), відповідно до нормативно-правових документів Університету і Правил навчання і поведінки в «КПІ» ім. Ігоря Сікорського», що представлені на сайті Університету та за посиланням: <https://pbf.kpi.ua/ua/2017/09/04/rules/>. У разі порушення правил поведінки на заняттях, відповідно до Положення про організацію освітнього процесу в КПІ ім. Ігоря Сікорського, Принципів академічної доброчесності або моральноетичних норм поведінки, невиконання умов допуску до семестрового контролю, термінів виконання завдань з неповажних причин, студенту може бути виставлено оцінку: «Усунено». На лекції викладач користується власним презентаційним матеріалом; використовує Google Клас для викладання матеріалу поточної лекції, додаткових ресурсів та інше; викладач відкриває доступ до певної

директорії Google Класу для скидання електронних варіантів виконання практичних завдань та відповідей на МКР.

- **Модульні контрольні роботи** пишуться на лекційних заняттях без застосування допоміжних засобів (мобільні телефони, планшети та ін.); результат пересилається у файлі до відповідної директорії Google Класу. Якщо контрольні заходи пропущені з поважних причин (хвороба або вагомі життєві обставини), студенту надається можливість додатково скласти контрольне завдання протягом найближчого тижня.
- **Заохочувальні бали** виставляються за: активну участь на лекціях; підготовка оглядів наукових праць; презентацій по одній із тем дисципліни тощо.
- **Штрафні бали:** не передбачено.
- **Політика дедлайнів та перескладань** формується відповідно до затвердженого графіку навчального процесу в Університеті (<https://kpi.ua/year>) та Положення про поточний, календарний та семестровий контроль результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського (https://kpi.ua/document_control). Графік дедлайнів та перескладань з навчальної дисципліни представлено в Електронному кампусі (<https://ecampus.kpi.ua/>) та в деканаті факультету.
- **Політика щодо академічної доброчесності** здобувачами передбачає, зокрема: самостійне виконання навчальних завдань, завдань поточного та підсумкового контролю, результатів навчання (для осіб з особливими освітніми потребами ця вимога застосовується з урахуванням їхніх індивідуальних потреб і можливостей); посилання на джерела інформації у разі використання ідей, розробок, тверджень, відомостей; дотримання норм законодавства про авторське право і суміжні права; надання достовірної інформації про результати власної (наукової, творчої) діяльності, використанні методики досліджень і джерела інформації.

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

Поточний контроль: МКР.

Календарний контроль: провадиться двічі на семестр, як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.

Семестровий контроль: екзамен.

Умови допуску до семестрового контролю: семестровий рейтинг більше 36 балів.

1. Рейтинг студента з дисципліни складається з балів, що він отримує за:

- 1) практичні заняття;
- 2) модульну контрольну роботу;
- 3) відповідь на іспиті.

Система рейтингових (вагових)балів та критерії оцінювання

Рейтинг студента з дисципліни складається з наступних балів:

1. Робота на практичних заняттях.

Ваговий бал – 2. Максимальна кількість балів на всіх практичних заняттях дорівнює: $2 \text{ бали} \times 14 = 28$ балів

2. Модульний контроль.

Ваговий бал – 16. Максимальна кількість балів за всі контрольні роботи дорівнює: $16 \text{ балів} \times 2 = 32$ бали

- «відмінно» повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 15-16 балів;

- «добре», достатньо повна відповідь з незначними неточностями (не менше 75% потрібної інформації) – 12-14 балів;

- «задовільно», неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) – 9-11 балів;

- «незадовільно», незадовільна відповідь (менше 60% потрібної інформації) – 0 балів;

4. Іспит – 40 балів.

Заохочувальні бали за:

- виконання завдань із удосконалення дидактичних матеріалів з дисципліни надається від 5 до 10 заохочувальних балів.

Розрахунок шкали (R) рейтингу:

Сума вагових балів контрольних заходів протягом семестру складає:

$$R_C = 18 + 10 + 32 = 60 \text{ балів.}$$

Екзаменаційна складова шкали дорівнює 40% від R, а саме:

$$R_E = R_C \frac{0,4}{1 - 0,4} = 60 \frac{0,4}{1 - 0,4} = 40 \text{ балів.}$$

Таким чином, рейтингова шкала з дисципліни складає $R = R_C + R_E = 60 + 40 = 100$ балів.

Для отримання студентом відповідних оцінок (ECTS та традиційних) його рейтингова оцінка R переводиться згідно з таблицею:

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

Кількість балів	Оцінка
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

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Перелік питань, які виносяться на семестровий контроль

1. Розкрийте загальні відомості про технологічні схеми будівництва стволів.
2. Проаналізуйте послідовну схему будівництва стволів.
3. Проаналізуйте паралельну схему будівництва стволів.
4. Проаналізуйте паралельну схему будівництва стволів з щитом-оболонкою.
5. Проаналізуйте паралельну схему будівництва стволів без тимчасового кріплення.
6. Проаналізуйте суміщену схему будівництва стволів.
7. Розкрийте загальні відомості буро-вибухових робіт (БВР) при проходці вертикальних стволів.
8. Які шпури бувають і як їх проходять?
9. Як виконують заряджання шпурів та підривання зарядів ВР?
10. Які якісні показники буровибухових робіт ви знаєте?
11. Розкрийте технологію навантаження породи машинами з ручним керуванням грейфера.
12. Розкрийте технологію навантаження породи машинами з механізованим керуванням грейфера.
13. Розкрийте технологію навантаження породи самохідними вантажними машинами.
14. Розкрийте технологію навантаження породи з використанням передуючої свердловини.
15. Як виконують встановлення монолітного бетонного кріплення?

16. Від чого залежить водонепроникливість і товщина бетонного кріплення d_k ?
17. Як визначається годинна потреба в бетонній суміші при проходженні стволів?
18. Які схеми розташування приймального бункера при встановленні бетонного кріплення ви знаєте? Розкрийте їхню суть.
19. Які опалубки застосовуються при встановленні бетонного кріплення? Проаналізуйте їх.
20. Розкрийте технологію виконання робіт по встановленню монолітного бетонного кріплення при сумісній схемі.
21. Розкрийте технологію виконання робіт по встановленню монолітного бетонного кріплення при послідовній схемі.
22. Розкрийте технологію виконання робіт по встановленню монолітного бетонного кріплення при паралельній схемі.
23. Розкрийте технологію виконання робіт по встановленню монолітного бетонного кріплення при паралельно-щитовій схемі.
24. Яким чином виконують тампонаж закріпного простору?
25. Яким чином виконують становлення набризкбетонного кріплення?
26. Які комплекси обладнання для будівництва стволів при буровибуховій технології ви знаєте?
27. Які стволопрохідницькі комбайни ви знаєте?
28. Розкрийте суть будівництва стволів великого поперечного перерізу.
29. Наведіть технологічні схеми будівництва стволів великого поперечного перерізу.
30. Розкрийте суть будівництва стволів при мілкошпуровому методі проведення буровибухових робіт та підйомі породи в баддях.
31. Розкрийте суть виконання робіт при будівництві ствола з передуючою виробкою.
32. Розкрийте суть армування ствола.
33. Розкрийте суть виконання робіт при будівництві ствола з відбиванням порід глибокими підривними свердловинами.
34. Наведіть особливості будівництва стволів в міських умовах.
35. Організація та механізація гірничопрохідницьких робіт в міських умовах.
36. Які комплекси обладнання для проходження стволів при будівництві колекторних тунелів ви знаєте?

Приклад практичного завдання

1. Визначити продуктивність підйомного устаткування, якщо річна продуктивність шахти $A = 1200000 \text{ т}$ вугілля, кількість робочих днів підйому за рік $N = 300$, кількість годин роботи підйому за добу $t = 15 \text{ год}$, коефіцієнт резерву $K_p = 1,5$;

$$A_{\text{п}} = \frac{K_p \cdot A}{N \cdot t}, \quad [T/ч] \quad A_{\text{п}} = \frac{1,5 \cdot 1200000}{300 \cdot 15} = 400 \text{ Т/ГОД}$$

2. Визначити масу вантажу, що піднімається одночасно, якщо висота підйому $H = 366 \text{ м}$, $Q = 10 \text{ сек}$.

$$Qy = \frac{4\sqrt{H+10}}{3600} \cdot A_{\text{п}}; \quad Qy = \frac{4\sqrt{366+10}}{3600} \cdot 400 = 9,61 \text{ т}$$

3. Визначте глибину заходки, якщо проектна швидкість проходки 200 м/місяць , кількість циклів за добу – 4, 25 робочих днів на місяць.

$$l_3 = \frac{V_{\text{м}}}{n_{\text{д}} \times n_{\text{ц}}} = \frac{200}{25 \times 4} = 2,0 \text{ м}$$

4. Визначіть глибину шпура, якщо коефіцієнт використання шпура – 0,8, глибина заходки – 2 м.

$$l = \frac{l_3}{\eta} = \frac{2,0}{0,8} = 2,5 \text{ м}$$

5. Визначіть об'єм породи в масиві, що підринається, якщо площа перерізу ствола вчорні – 50,3 м², глибина заходки – 2 м.

$$V_{\text{п}} = S_{\text{вч.}} \times l_3 = 50,3 \times 2,0 = 100,6 \text{ м}^3$$

6. Визначіть кількість патронів в шпуровому заряді, якщо заряд одного шпура становить 2,48 кг., вага патрона ВР – 0,55 кг.

$$n_{\text{п}} = \frac{q_{\text{ш}}}{q_{\text{п}}} = \frac{2,48}{0,55} = 4,4$$

7. Визначіть кількість концентричних кіл в стволі, за якими розміщуються шпури, якщо відстань від контура стволу до першого кола де розміщені контурні шпури становить – 0,25 м., діаметр ствола вчорні – 8 м., відстань між шпурами – 1,07 м.

$$n_0 = \frac{D_{\text{вч}} - 2 \times l_1}{2 \times a} = \frac{8,0 - 2 \times 0,25}{2 \times 1,07} = 3,5$$

8. Визначити продуктивність навантаження машини в першій фазі навантаження, якщо тривалість циклу черпання = 30 сек., місткість грейфера – 0,6 м³, коефіцієнт заповнення грейфера – 1,1.

$$P_{\text{нав}} = \frac{3600}{t_{\text{чер}}} q_{\text{гр}} * K_{\text{гр}}, \quad P_{\text{нав}} = \frac{3600}{30} * 0,6 * 1,1 = 79,2 \text{ м}^3/\text{год}$$

9. Визначити продуктивність підйомної установки, якщо продуктивність підйомного устаткування – 42 м³/год, коефіцієнт завантаження бадді – 0,9, тривалість повного циклу підйому бадді – 360.

$$V_6 = \frac{P_{\text{п}} \cdot t_y}{3600 \cdot K_6} V_6 = \frac{42 \cdot 360}{3600 \cdot 0,9} = 4,6 \text{ м}^3$$

10. При виконанні якої умови можна приймати водовідлив цеберами

$$q \leq \frac{0,8 * D_{\text{пр}}^2 (0,4l_3 + 0,1)}{t}$$

11. Визначити величину притоку води, яку можна відкачати цеберами, якщо кількість підйомів за годину – 10, об'єм цебера – 3м³, коефіцієнт, який характеризує об'єм порожнин в породі, що транспортується становить – 0,5.

$$W = 0,9 * n * V_6 * K, \quad W = 0,9 * 10 * 3 * 0,5 = 13,5 \text{ м}^3/\text{год}$$

12. Визначити кількість повітря для провітрювання стволу по газовиділенню, якщо максимально припустимий вміст метану у вихідному вентиляційному струмені становить 1%, вміст метану у вентиляційному струмені, що надходить – 0%, сумарне метановиділення з вугільного пласта та відбитого вугілля – 10,92 м³ / с.

$$Q = \frac{100}{C - C_0} Y_{\text{п}}, \quad Q = \frac{100 \cdot 10,92}{1 - 0} = 1092 \text{ м}^3/\text{хв}$$

13. Визначити кількість повітря для провітрювання стволів за найбільшою кількістю людей, якщо кількість працюючих у вибої – 7 чол.

$$Q = 6 \cdot n_{\text{л}}, \quad Q_{\text{л}} = 6 \cdot 7 = 42 \text{ м}^3/\text{хв}$$

14. Визначити аеродинамічний опір трубопроводу, якщо коефіцієнт аеродинамічного опору – 0,00024, глибина трубопроводу – 1000м, діаметр вентиляційних труб $d_{\text{тр}}=900\text{мм}$.

$$R_{\text{тр}} = 6,5 \frac{\alpha \cdot l_{\text{тр}}}{d_{\text{тр}}^5} = r \cdot l_{\text{тр}}, \quad R_{\text{тр}} = 6,5 \cdot 0,00024 \frac{1000}{0,9^5} = 2,6 \text{ кМ}$$

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено доцент кафедри геоінженерії, к.т.н., Ган А.Л.

Ухвалено кафедрою геоінженерії (протокол № 16 від 22.06.2023)

Погоджено Методичною комісією НН ІЕЕ¹ (протокол № 9 від 22.06.2023)

¹ Методичною радою університету – для загальноуніверситетських дисциплін.