

Міністерство освіти і науки України

Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

Кафедра прикладної математики

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Проректор  
з науково-педагогічної роботи  
Антон ПАНТЕЛЕЙМОНОВ



2020 р.

## РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

### Фільтраційні течії рідини

(назва навчальної дисципліни)

рівень вищої освіти \_\_\_\_\_ магістр \_\_\_\_\_

галузь знань \_\_\_\_\_ 11 – Математика та статистика \_\_\_\_\_

спеціальність \_\_\_\_\_ 113 – Прикладна математика \_\_\_\_\_  
(шифр і назва)

освітня програма \_\_\_\_\_ Прикладна математика \_\_\_\_\_  
(шифр і назва)

спеціалізація \_\_\_\_\_  
(шифр і назва)

вид дисципліни \_\_\_\_\_ за вибором \_\_\_\_\_  
(обов'язкова / за вибором)

факультет \_\_\_\_\_ математики і інформатики \_\_\_\_\_

2020 / 2021 навчальний рік

Програму рекомендовано до затвердження Вченою радою факультету математики і інформатики

“31” серпня 2020 року, протокол №8

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ: (вказати авторів, їхні наукові ступені, вчені звання та посади)  
Пославський Сергій Олександрович, канд. фіз.-мат. наук, доцент кафедри прикладної математики.

Програму схвалено на засіданні кафедри Прикладної математики

Протокол від “31” серпня 2020 року №12

Завідувач кафедри Прикладної математики

 Валерій КОРОБОВ  
 (підпис) (прізвище та ініціали)

Програму погоджено з гарантом освітньої (освітньої-професійної) програми (керівником проектної групи) Прикладна математика  
 назва освітньої програми

Гарант освітньої-професійної програми  
 (керівник проектної групи) Прикладна математика

 Микола ПАЦЕГОН  
 (підпис) (прізвище та ініціали)

Програму погоджено науково-методичною комісією факультету математики і інформатики Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна  
 назва факультету, для здобувачів вищої освіти якого викладається навчальна дисципліна

Протокол від “31” серпня 2020 року, протокол №1

Голова науково-методичної комісії факультету математики і інформатики

 Ольга АНОЩЕНКО  
 (підпис) (прізвище та ініціали)

## ВСТУП

Програма навчальної дисципліни «**Фільтраційні течії рідини**» складена відповідно до освітньо-професійної (освітньо-наукової) програми підготовки

магістр

(назва рівня вищої освіти, освітньо-кваліфікаційного рівня)

спеціальності (напрямку) 113 - Прикладна математика

спеціалізації \_\_\_\_\_

### 1. Опис навчальної дисципліни

#### 1.1. Мета викладання навчальної дисципліни

Метою викладання навчальної дисципліни є надання майбутнім спеціалістам знань з гідродинамічної теорії фільтрації, навчання використанню методів цієї теорії при розв'язанні сучасних проблем механіки і прикладної математики, формування у студентів практичних навичок використання методів розв'язання задач теорії фільтрації.

#### 1.2. Основні завдання вивчення дисципліни

1. Вивчення студентами основних теоретичних положень та набуття практичних навичок розв'язання задач гідродинамічної теорії фільтрації.
2. Опанування методами розрахунків фільтраційних рухів.

#### 1.3. Кількість кредитів – 6

#### 1.4. Загальна кількість годин – 180

1.5. Характеристика навчальної дисципліни	
За вибором	
Денна форма навчання	Заочна (дистанційна) форма навчання
Рік підготовки	
2-й	
Семестр	
3-й	
Лекції	
26 год.	.
Практичні, семінарські заняття	
26 год.	.
Лабораторні заняття	
-	
Самостійна робота	
128 год.	.
у тому числі індивідуальні завдання	
	год.

## 1.6. Заплановані результати навчання

**У результаті вивчення даного курсу студент повинен**

**знати :**

1. Основні поняття і положення теорії фільтрації рідини
2. Основні постановки задач гідродинамічної теорії фільтрації
3. Методи розв'язування задач теорії фільтрації
4. Класичні розв'язки задач гідродинамічної теорії фільтрації.

**вміти:**

1. Коректно формулювати математичну постановку основних задач гідродинамічної теорії фільтрації
2. Використовувати закони і методи механіки суцільних середовищ, теорії фільтрації в процесі постановки та розв'язання різноманітних прикладних проблем і в аналізі теоретичних питань.
3. Використовувати знання з теорії функції комплексної змінної і рівнянь в частинних похідних в задачах гідродинамічної теорії фільтрації

## 2. Тематичний план навчальної дисципліни.

*Розділ 1. Загальні положення теорії фільтраційних течій рідини*

*Тема 1. Базові поняття гідродинамічної теорії фільтрації*

Пористість ґрунту, просвітність. Стани води в ґрунті. Швидкість фільтрації, її зв'язок з середньою швидкістю. П'єзометричний напір.

*Тема 2. Основні закони фільтрації*

Лінійний закон Дарсі. Проникність ґрунту (аналіз розмірностей). Закон Дарсі для анізотропного середовища. Тензор гідравлічного опору. Нелінійний закон фільтрації Дюпюї – Форхгеймера.

*Тема 3. Основні рівняння і граничні умови в гідродинамічній теорії фільтрації*

Рівняння руху нестисливої рідини в недеформівному ґрунті. Функція струму, комплексний потенціал плоского фільтраційного руху. Основні типи граничних умов у теорії фільтрації. Умови на межі розділу ґрунтів.

*Розділ 2. Математичні моделі фільтраційних течій*

*Тема 4. Теорія пологих безнапірних фільтраційних рухів.*

Рівняння пологих безнапірних рухів (рівняння Буссінеска). Формула Дюпюї. Лінія вільної поверхні. Врахування інфільтрації (випаровування). Автомодельна задача про фільтрацію води до сухого ґрунту із каналу. Розв'язання задачі про фільтрацію до сухого ґрунту за умови рівномірного підйому рівня води в каналі. Розтікання бугра ґрунтових вод по поверхні водоупору.

**Тема 5. Застосування теорії функцій комплексної змінної до гідродинамічної теорії фільтрації**

Стационарна фільтрація води через трикутну греблю. Фільтраційний рух біля дренажної щілини. Плоский фільтраційний рух під греблю. Обтікання шпунта в ґрунті нескінченної глибини. Формула Дюпюї для витрати досконалої свердловини. Свердловина в однорідному сталому потоці ґрунтових вод. Інтерференція свердловин. Теорема про окружність. Задача про течію до свердловини в пласті, що складається з двох напівплощин.

**Тема 6. Ускладнені математичні моделі фільтраційних рухів**

Математична модель механічної суфозії в ґрунті. Рівняння фільтрації газу. Пружний режим фільтрації.

### 3. Структура навчальної дисципліни

Назви розділів і тем	Кількість годин											
	Денна форма						Заочна форма					
	Усього	у тому числі					Усього	у тому числі				
		л	п	лаб	інд	ср		л	п	лаб	інд	ср
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<b>Розділ 1. Загальні положення теорії фільтраційних течій рідини</b>												
Тема 1. Базові поняття гідродинамічної теорії фільтрації	24	4	4			16						
Тема 2. Основні закони фільтрації	12	2	2			8						
Тема 3. Основні рівняння і граничні умови в гідродинамічній теорії фільтрації	24	4	4			16						
Разом за розділом 1	60	10	10			40						
<b>Розділ 2. Математичні моделі фільтраційних течій</b>												
Тема 4. Теорія пологих безнапірних фільтраційних рухів.	38	8	6			24						
Тема 5. Застосування теорії функцій комплексної змінної до гідродинамічної теорії фільтрації	47	6	5			36						
<i>Контрольна робота</i>	3		3									
Тема 6. Ускладнені математичні моделі фільтраційних рухів	32	2	2			28						
Разом за розділом 2	120	16	16			88						
<b>Всього годин</b>	180	26	26			128						

#### 4. Теми семінарських (практичних, лабораторних) занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Базові поняття гідродинамічної теорії фільтрації	4
2	Основні закони фільтрації	2
3	Основні рівняння і граничні умови в гідродинамічній теорії фільтрації	3
4	Теорія пологих безнапірних фільтраційних рухів	6
5	Застосування теорії функцій комплексної змінної до гідродинамічної теорії фільтрації	6
6	<i>Контрольна робота</i>	3
7	Ускладнені математичні моделі фільтраційних рухів	2
	<b>Разом</b>	<b>26</b>

#### 5. Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Види , зміст самостійної роботи	Кількість годин
1	Виконання домашніх завдань за розділом «Загальні положення теорії фільтраційних течій рідини»	40
2	Виконання домашніх завдань за розділом «Математичні моделі фільтраційних течій»	88
	<b>Разом</b>	<b>128</b>

#### 6. Індивідуальні завдання

#### 7. Методи навчання

Лекційні та практичні заняття проводяться аудиторно. А у разі оголошення карантину заняття проводяться відповідно до Наказу ректора Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна (аудиторно або дистанційно за допомогою платформ Google Meet або Zoom).

#### 8. Методи контролю

- Перевірка виконання домашніх завдань
- Контрольна робота
- Проведення заліку / іспиту.

#### 9. Схема нарахування балів

Поточний контроль, самостійна робота, індивідуальні завдання					Екзамен (залікова робота)	Сума
Розділ 1	Розділ 2	Контрольна робота, передбачена навчальним планом	Розрахунково-графічна робота	Разом		
T1–T3	T4–T6					
20	20	20		60	40	100

T1 – T6 – теми розділів.

### Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру	Оцінка	
	для чотирирівневої шкали оцінювання	для дворівневої шкали оцінювання
90 – 100	відмінно	зараховано
70-89	добре	
50-69	задовільно	
1-49	незадовільно	не зараховано

### Критерії оцінювання навчальних досягнень

Оцінка в балах	Оцінка за національною шкалою	
Оцінка	Пояснення	
90 – 100	Відмінно	Теоретичний зміст курсу освоєний цілком, необхідні практичні навички роботи з освоєним матеріалом сформовані, всі навчальні завдання, які передбачені програмою навчання виконані в повному обсязі, відмінна робота без помилок або з однією незначною помилкою.
70 – 89	Добре	Теоретичний зміст курсу освоєний цілком, практичні навички роботи з освоєним матеріалом в основному сформовані, всі навчальні завдання, які передбачені програмою навчання виконані, якість виконання жодного з них не оцінено мінімальним числом балів, деякі види завдань виконані з помилками, робота з декількома незначними помилками, або з однією – двома значними помилками.
50 – 69	Задовільно	Теоретичний зміст курсу освоєний не повністю, але прогалини не носять істотного характеру, необхідні практичні навички роботи з освоєним матеріалом в основному сформовані, більшість передбачених програмою навчання навчальних завдань виконано, деякі з виконаних завдань, містять помилки, робота з трьома значними помилками.
1–49	Незадовільно	Теоретичний зміст курсу не освоєно, необхідні практичні навички роботи не сформовані, виконані навчальні завдання містять грубі помилки, робота, що потребує повної переробки

### 10. Рекомендована література

#### Основна література

1. Полубаринова-Кочина П.Я. Теория движения грунтовых вод. М., Наука, 1977
2. Леонтъев Н.Е. Основы теории фильтрации: Учебное пособие. М., Изд-во Центра прикладных исследований при механико-математическом факультете МГУ, 2009
3. Баренблатт Г.И., Ентов В.М., Рыжик В.М. Теория нестационарной фильтрации жидкости и газа. М., Недра, 1972

### Допоміжна література

1. Маскет М. Течение однородных жидкостей в пористой среде. Пер. с англ. М.-Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2006
2. Басниев К.С., Кочина И.Н., Масимов В.М. Подземная гидромеханика: Учебник для вузов.- М.: Недра, 1993

### 11. Посилання на інформаційні ресурси в Інтернеті, відео-лекції, інше методичне забезпечення

<http://ua.bookfi.net/>

<http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/mechanics/fluid.htm>

(Книги по механике жидкости и газа)