МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ІВАНО-ФРАНКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ НАФТИ І ГАЗУ
Інститут нафтогазової інженерії

Кафедра газонафтопроводів та газонафтосховищ

ЗАТВЕРДЖЕНО
вченою радою ІФНТУНГ
прот. № 05/599 від «26» 06.2019 р.
Голова вченої ради ІФНТУНГ
_____ Крижанівський Є.І.
«26» 06 2019 р.

ПРОБЛЕМНІ ПИТАННЯ МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ГАЗОНАФТОТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМ

(назва навчальної дисципліни)

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Третій рівень (доктор філософії)
(рівень вищої освіти)

галузь знань 18 Виробництво та технології
(шифр і назва)

спеціальність 185 Нафтогазова інженерія та технології
(шифр і назва)

освітньо-професійна програма Нафтогазова інженерія та технології
(назва)

статус дисципліни вибіркова
обов'язкова /вибіркова

Івано-Франківськ-2019

Робоча програма дисципліни «Проблемні питання математичного моделювання технологічних процесів газонафтотранспортних систем» для здобувачів, що навчаються за освітньо-професійною програмою доктора філософії за спеціальністю «Нафтогазова інженерія та технології».

Розробник:

професор кафедри газонафтопроводів та газонафтосховищ

д. т. н., професор _____ Я. В. Грудз

Робочу програму схвалено на засіданні кафедри газонафтопроводів та газонафтосховищ

Протокол від « 22 » травня 2019 року № 8.

Завідувач кафедри ГНПС к.т.н., доцент _____ Л.Д. Пилипів

Узгоджено:

Завідувач відділу аспірантури і докторантури, к.т.н., доцент _____ В. Р. Процюк

1 ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Ресурс годин на вивчення дисципліни «Проблемні питання математичного моделювання технологічних процесів газонафтотранспортних систем» згідно з чинним РНП, розподіл по семестрах і видах навчальної роботи характеризує таблиця 1.

Таблиця 1 – Розподіл годин, виділених на вивчення дисципліни «Проблемні питання математичного моделювання технологічних процесів газонафтотранспортних систем»

Найменування показників	Всього	Розподіл по семестрах
	Всього	Семестр 4
Кількість кредитів ECTS	3	3
Кількість модулів	1	1
Загальний обсяг часу, год	90	90
Аудиторні заняття, год, у т.ч.:	36	36
лекційні заняття	18	18
семінарські заняття	-	-
практичні заняття	18	18
лабораторні заняття	-	-
Самостійна робота, год, у т.ч.	54	54
виконання розрахункової роботи	18	18
опрацювання матеріалу, викладеного на лекціях	10	10
опрацювання матеріалу, винесеного на самостійне вивчення	10	10
підготовка до екзамену	16	16
Форма семестрового контролю	залік	

2 МЕТА ТА РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

Мета вивчення дисципліни – набуття фахівцями компетентностей щодо виявлення та вирішення проблем, пов’язаних із здатністю розробляти обчислювальні алгоритми та програмне забезпечення математичного моделювання процесів транспортування та розподілу газу.

У результаті вивчення дисципліни здобувач повинен демонструвати такі **результати навчання** через знання, уміння та навички:

– демонструвати навички практичного застосування комп'ютерних технологій, інтернет-ресурсів, різноманітних технічних пристроїв комунікації в освітньому процесі та при виконанні наукових досліджень;

– демонструвати практичне володіння виявлення проблемних питань математичного моделювання технологічних процесів газонафтотранспортних систем;

– демонструвати вміння розрахунків параметрів гідрогазодинамічних процесів, які супроводжують рух нафти і газу в пласті/свердловинах/промислових і магістральних трубопроводах з допомогою математичного моделювання;

– розробити оптимальні режими розрахунку проблемних питань математичного моделювання технологічних процесів газонафтотранспортних систем.

Вивчення навчальної дисципліни передбачає формування та розвиток у здобувачів таких **компетентностей, передбачених освітньо-науковою програмою:**
компетентності професійної та дослідницько-інноваційної діяльності:

- здатність використовувати сучасні математичні методи для комплексного аналізу технологічних процесів буріння свердловин, видобування, транспортування та зберігання нафти і газу;
- здатність застосовувати сучасне програмне забезпечення для проектних та експлуатаційних розрахунків технологічних параметрів процесів буріння свердловин, видобування, транспортування та зберігання нафти і газу;

Компетентності професійно-наукові для профілізації «Трубопровідний транспорт, нафтогазосховища»:

- здатність комплексного вирішення наявних проблем з метою забезпечення ефективного будівництва, надійної та енергоефективної експлуатації газонафтопроводів та газонафтосховищ;
- здатність розробляти алгоритми та програмне забезпечення з метою опрацювання промислових даних і математичного моделювання процесів транспортування нафти і нафтопродуктів в трубопроводах;
- здатність розробляти алгоритми та програмне забезпечення з метою опрацювання промислових даних і математичного моделювання процесів транспортування газу в газопроводах.

3 ПРОГРАМА ТА СТРУКТУРА ДИСЦИПЛІНИ

3.1 Тематичний план лекційних занять

Тематичний план лекційних занять дисципліни «Проблемні питання математичного моделювання технологічних процесів газонафтотранспортних систем» характеризує таблиця 2.

Таблиця 2 –Тематичний план лекційних занять

Шифр	Назви модулів (М), змістових модулів (ЗМ), тем (Т) та їх зміст	Обсяг годин	Література
М 1	**Проблемні питання математичного моделювання технологічних процесів газонафтотранспортних систем**	**18**	
ЗМ1	**Аналітичні математичні моделі та методи їх використання в газонафтотранспортних системах**	**6**	
Т 1.1	**Вступ.** Сучасний стан та перспективи розвитку газонафтотранспортної галузі України. Державна політика у сфері транспортування нафти і газу. Основні закони течії газу по трубопроводах та рівняння, що їх виражають. Рівняння руху газу, рівняння нерозривності.	2	1, 2, 3, 5
Т1.2	**Стаціонарні і нестаціонарні математичні моделі, умови їх використання.** Критерії нестаціонарності. Адекватність моделей.	2	1, 2, 6, 7, 11, 12
Т 1.3	**Сучасні методи реалізації математичних моделей.** Метод розділення змінних. Використання	2	9, 13, 14, 16, 18

Шифр	Назви модулів (М), змістових модулів (ЗМ), тем (Т) та їх зміст	Обсяг годин	Література
	інтегральних перетворень.		
ЗМ2	**Статистичні математичні моделі газонафтотранспортних систем.**	**6**	
Т 2.1	**Статистичне оцінювання.** Критерії Фішера, метод найменших квадратів, регресійний аналіз.	2	1, 2, 4, 7, 11, 28
Т 2.2	**Перевірка статистичних гіпотез.** Аналітичні методи перевірки гіпотез. Коефіцієнт кореляції.	2	2, 5, 9, 13, 16, 17
Т 2.3	**Факторний експеримент.** П-теорема. Побудова безрозмірних факторних комплексів, оцінка впливу і побудова емпіричних формул.	2	1, 22, 32, 29, 25
ЗМ3	**Емпиричні математичні моделі і методи їх побудови.**	**6**	
Т 3.1	**Встановлення виду залежності між двома змінними величинами.** Види залежностей. Оцінка точності. Критерії достатності.	2	3, 8, 11, 14, 19
Т 3.2	**Функціональна і кореляційна залежність.** Види кореляції, лінійна кореляція, степенева кореляція.	2	2, 5, 9, 13, 29, 35
Т3.3	**Методика раціонального планування експерименту.** Багатофакторний аналіз, вибір незалежних параметрів і функцій-відгуку. Комбінаційний квадрат і побудова багатофакторних емпіричних залежностей.	2	3, 7, 24, 31, 32

Всього:
Модуль 1 – змістових модулів -3.

3.2 Теми практичних занять

Теми практичних занять дисципліни «Проблемні питання математичного моделювання технологічних процесів газонафтотранспортних систем» наведено у таблиці 3.

Таблиця 3 –Тематичний план практичних занять

Шифр	Назви модулів (М), змістових модулів (ЗМ), тем практичних занять (П)	Обсяг годин	Література
М 1	**Проблемні питання математичного моделювання технологічних процесів газотранспортних систем**	**18**	
ЗМ1	**Аналітичні математичні моделі та методи їх використання в газотранспортних системах**	**6**	
П 1.1	Вибір математичних моделей для стаціонарних і нестаціонарних процесів.	2	11, 12, 15
П1.2	Реалізація нестаціонарних математичних моделей аналітичними методами.	2	8, 12, 25, 28
П 1.3	Реалізація нестаціонарних математичних моделей числовими методами	2	6, 15, 24, 29

Шифр	Назви модулів (М), змістових модулів (ЗМ), тем практичних занять (П)	Обсяг годин	Література
ЗМ2	**Статистичні математичні моделі газонафтотранспортних систем**	6	
П 2.1	Статистичні оцінки і їхні властивості. Метод максимальної правдоподібності	2	8, 15, 22, 29
П 2.2	Оцінювання найважливіших характеристик випадкових величин. Інтервальні оцінки. Довірчий інтервал	2	6, 15, 19, 28
П 2.3	Планування повного факторного експерименту. Статистичні гіпотези	2	3, 16, 18, 29
ЗМ3	**Емпиричні математичні моделі і методи їх побудови**	**6**	
П 3.1	Пошук оптимуму. Метод руху за градієнтом (стрімке сходження)	2	2, 5, 10, 19
П 3.2	Види факторних експериментів.	2	3, 7, 9, 16
П3.3	Методика раціонального планування експерименту	2	30, 34, 35

3.3 Завдання для самостійної роботи здобувача

Перелік матеріалу, який виноситься на самостійне вивчення, наведено у таблиці 4.

Таблиця 4 – Матеріал, що виноситься на самостійне вивчення

Шифри	Назви модулів (М), змістових модулів (ЗМ), питання, які виноситься на самостійне вивчення (СВ)	Обсяг годин	Література
М 1	**Проблемні питання математичного моделювання технологічних процесів газотранспортних систем**	**10**	
СВ1	Використання спеціальних функцій при моделюванні газотранспортних систем	6	8, 22, 27, 30, 35
СВ2	Методи пошуку глобального екстремуму функції мети	4	27, 28,34

4 НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ

4.1 Основна література (підручники, монографії, фахові періодичні видання)

1. Грудз Я. В. Енергоефективність газотранспортних систем /монографія/ – Івано-Франківськ.: Лілея-НВ – 2012. – 208 с.

2. Грудз В. Я., Грудз Я. В., Костів В. В. Основи науковий досліджень /конспект лекцій/ - Івано-Франківськ: Факел, 2008. -67 с.

3. Грудз В. Я., Тимків Д. Ф., Михалків В. Б.та ін. Обслуговування і ремонт магістральних газопроводів /монографія/ – Івано-Франківськ .: Лілея-НВ – 2009. – 711 с.

4. Грудз В. Я., Грудз Я. В., Костів В. В. та ін. Технічна діагностика трубопровідних систем /монографія/– Івано-Франківськ.: Лілея-НВ – 2012. – 512 с.

5. Грудз Я. В., Груд В. Я. Енергетичний баланс трубопровідного транспорту газу // Розвідка і розробка нафтових і газових родовищ. – № 3(40). – 2012. – С. 56-59.

6. Грудз Я. В. Оптимізація режимів роботи газопроводу з урахуваням енерговитратності транспотру газу// Нафтогазова енергетика. № 2. – 2012 – с. 12-15.

7. Грудз Я. В. Оцінка впливу нестаціонарності газового потоку на енергоефективність транспорту газу // Науковий вісник ІФНТУНГ. Випуск 3, 2012 – с. 137-143.

8. Грудз Я. В. Прогнозування технічного стану газоперекачувальних агрегатів // Розвідка і розробка нафтових і газових родовищ. – № 4(41). – 2012. – с. 34-38.

9. Грудз Я. В. Оцінка енергоефективності газоперекачувальних агрегатів в умовах компресорних станцій // Науковий вісник ІФНТУНГ. Спецвипуск 2, 2012. - С.67-69.

10. Грудз В. Я. Грудз Я. В., Дацюк А. В. Ефективність використання енергоресурсів у процесі трубопровідного транспорту газу // Нафтогазова енергетика. № 1. – 2008 - С.78-81.

11. Грудз В. Я., Грудз Я. В., Тимків Д. Ф. та ін. Моделювання нестаціонарного газодинамічного процесу в ПСГ за умов пружного режиму закачки газу // «Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ".- 2002. - №2(3). - С.52-53.

12. Грудз Я. В., Стоцький Ф. І., Тутко Т. Ф. та ін. Математична модель для дослідження створеного газопроводом температурного поля в грунті //Розвідка і розробка нафтових і газових родовищ. № 3. – 2008. – с. 48 – 51.

13. Грудз В. Я. Грудз Я. В., Фейчук В. В. та ін. Математичне моделювання фільтрації газу в ґрунті внаслідок виникнення малих витоків в газопроводі // Розвідка і розробка нафтових і газових родовищ. – № 3(40). – 2011. – с. 66-69.

14. Грудз В. Я., Грудз Я. В., Фейчук В. В. та ін. Статистична оцінка втрат газу в розподільних мережах // Розвідка і розробка нафтових і газових родовищ. – №2. – 2012. – с. 34-36.

15. Грудз В. Я. Грудз Я. В., Слободян В. І. Енергетична ефективність використання високопотужних газоперекачувальних агрегатів на компресорних станціях багатониткових систем // Нафтогазова енергетика.- 2010 - №2 – с. 30-33.

16. Грудз В. Я., Грудз В.Я., Гораль Л. Т. та ін. Математична модель магістрального газопроводу як єдиної енергосистеми // Міжнародна науково-технічна конференція «Нафтогазова енергетика: проблеми та перспективи» Івано-Франківськ 2009р. – с. 34-35.

17. Грудз В. Я. Грудз Я. В., Слободян В. І. та ін. Дослідження енергетичного стану складних газотранспортних систем // Матеріали Всеукраїської наук.-прак. конф. «Шляхи підвищення ефективності експлуатації трубопровідного транспорту нафти і газу іта підготовка кадрів для галузі» Ів-Франківськ, 2010 - с. 9-12.

18. Грудз В. Я., Грудз Я. В., Костів В. В. Аналітичні дослідження витоків газу з газопроводу // Матеріали між народ.наук.-техн. конф. «Проблеми і перспективи транспортування нафти і газу».Ів.-Франківськ, 15-18 травня 2012. - с. 66-67.

19. Ковалко М. П., Грудз В. Я., Михалків В. Б. та ін. Трубопровідний транспорт газу /монографія/ – Київ.: АренаЕКО. - 2002 – 600 с.

20. Груд В. Я., Грудз Я. В. Костів В. В., Михалків Б. В., Михалків О. В., Тимків Д. Ф. Автомобільні газонаповнювальні компресорні станції (АГНКС) /монографія/ - Івано-Франківськ : Лілея-НВ – 2012.- 320 с.

21. Мартинюк Т. А., Чернова О. Т., Мартинюк Р. Т. Комплексна механізація будівництва та ремонту трубопроводів: /навчальний посібник/ – Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2012 – 286 с. ISBN 978-966-694-170-4.

4.2 Додаткова література

22. Я. В. Грудз, А. В. Дацюк, Грудз В. Я. Статистична оцінка енерговитрат на транспорт газу магістральними газопроводами. Нафтова і газова промисловість.№ 2. – 2008. – с. 47 – 49.

23. Грудз В. Я., Грудз Я. В., Дацюк А. В. Визначення кількості тепла, акумульованого ґрунтом навколо трубопроводу // Нафтогазова енергетика №1(4)-2011. – с. 39-42.

24. Грудз В. Я. Грудз Я. В., Рудко В. В. Оцінка технічного стану елементів газоперекачувальних агрегатів компресорних станцій магістральних газопроводів // Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ".- 2002. - №1(38). – 2011. – с. 88-90.

25. Грудз Я. В., Грудз В. Я., Рудко В. В. Ідентифікація несправностей газоперекачувальних агрегатів компресорних станцій магістральних газопроводів// В.Я. Грудз, // Науковий вісник ІФНТУНГ №1(27)-2011.-С.53-56

26. Грудз Я.В., Грудз В.Я., Тимків Д. Ф. та ін. Адаптивна модель процесу закачки газу в ПСГ/ // Науковий вісник ІФНТУНГ. - 2002.- №2.- с. 74-75.

27. Грудз Я. В. Грудз В.Я., Костів В. В. Термогазодинамічні основи створення діагностичної моделі циліндра поршневого компрессора //«Розвідка і розробка нафтових і газових родовищ», Івано-Франківськ,№2(3), 2002 р.- с. 22-24.

28. Грудз В. Я. Грудз Я. В., Костів В. В. та ін. Температура нагнітання компресорного циліндра як узагальнений діагностичний параметр // Розвідка і розробка нафтових і газових родовищ», Івано-Франківськ, №3(4),2002 р.- с.79-82.

29. Грудз Я. В., Грудз В. Я. Костів В. В. та ін. Оптимізація обслуговування газопомпувальних агрегатів компресорних станцій ПСГ // Науковий вісник ІФНТУНГ. Спецвипуск 2(8) – 2004. – с. 87 – 89.

30. Грудз Я. В., Слободян В. І., Грудз В. Я. Характеристика режимів роботи компресорних станцій магістрального газопроводу // Розвідка і розробка нафтових і газових родовищ. – № 4. – 2010. – с. 124-126.

31. Шеремет О. М., Франчук В. Г., Грудз Я.В. Очищення внутрішньої порожнини газопроводів-відгалужень, обладнаних нерівнопрохідною арматурою // Нафтова і газова промисловість.№2,2005. с.40-41.

32. Грудз Я. В., Степюк М. Д. Прогнозування стану газоперекачувальних агрегатів компресорних станцій // Матеріали міжнарод. наук.-техн. конф. «Проблеми і перспективи транспортування нафти і газу».Ів.-Франківськ, 15-18 травня 2012. с.67-69.

33. Грудз Я. В. Вплив нестаціонарності газового потоку на енерговитрати при транспортуванні // Матеріали міжнарод. наук.-техн. конф. «Проблеми і перспективи транспортування нафти і газу».Ів.-Франківськ, 15-18 травня 2012. - с.66-67.

34. Грудз В. Я., Грудз Я. В., Бегін С. В. Дослідження економічності та потужності експлуатації поршневих газоперекачувальних агрегатів.// Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ. №1(62). 2017. С. 61 – 65.

35. В. Я. Грудз, С. Н. Коршунов, Д. Ф. Тымкив. Выбор математических моделей течения газа в газопроводе при решении обратных задач /; Ивано-Франков. ин-т нефти и газа. – Ивано-Франковск, 1987.- Деп. в УкрНИИНТИ 4.05.87, № 1353-Ук 87.

4.3 Інформаційні ресурси в Інтернеті

Електронний курс Грудз В. Я., Грудз Я. В., Костів В. В. Основи науковий досліджень /конспект лекцій/ -Івано-Франківськ: Факел, 2008. -67 с.

Інші електронні ресурси за темою дисципліни, які здобувач має знайти і вивчити самостійно.

5 МЕТОДИ КОНТРОЛЮ ТА СХЕМА НАРАХУВАННЯ БАЛІВ

Оцінювання знань здобувачів проводиться за результатами двох модульних контролів (змістові модулі ЗМ1 і ЗМ2) та результатами виконання комплексної розрахункової роботи. Схему нарахування балів при оцінюванні знань здобувачів з дисципліни наведено в таблиці 5.

Таблиця 5 – Схема нарахування балів у процесі оцінювання знань здобувачів з дисципліни «Проблемні питання математичного моделювання технологічних процесів газонафтотранспортних систем»

Види робіт, що контролюються	Максимальна кількість балів
Контроль засвоєння змістового модуля ЗМ1	20
Контроль засвоєння змістового модуля ЗМ2	20
Контроль засвоєння змістового модуля ЗМ3	20
Виконання та захист комплексної розрахункової роботи	40
Усього	100

Оцінювання знань здобувача на екзамені з дисципліни здійснюється відповідно до чинної шкали оцінювання, що наведена нижче.

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою
		для екзамену, диференційованого заліку, курсового проекту (роботи), практики
90 – 100	A	відмінно
82-89	B	добре
75-81	C	
67-74	D	задовільно
60-66	E	
35-59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання
0-34	F	незадовільно з обов’язковим повторним вивченням дисципліни