

**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. № \_\_\_\_\_ від «\_\_» \_\_\_\_\_ 2020 р.

Голова вченої ради ІФНТУНГ

\_\_\_\_\_ Крижанівський Є.І.

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2020 р.

**Проблемні питання забезпечення енергоефективності при**  
**проектуванні, спорудженні та експлуатації**  
**магістральних газопроводів**

(назва навчальної дисципліни)

**РОБОЧА ПРОГРАМА**

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-2020

Робоча програма дисципліни «Проблемні питання забезпечення енергоефективності при проектуванні, спорудженні та експлуатації магістральних газопроводів» для аспірантів, що навчаються за освітньо-професійною програмою доктора філософії за спеціальністю «Нафтогазова інженерія та технології».

Розробник:

професор кафедри газонафтопроводів та газонафтосховищ  
д.т.н., професор \_\_\_\_\_ В.Я. Грудз

Робочу програму схвалено на засіданні кафедри газонафтопроводів та газонафтосховищ  
Протокол від « 31 » серпня 2020 року № 1.

В.о. завідувачки кафедри газонафтопроводів та газонафтосховищ

к.т.н., доцент \_\_\_\_\_ О. Т. Чернова

Узгоджено:

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

Гарант ОНП «Нафтогазова інженерія та технології», д.т.н., проф. \_\_\_\_\_ І. І. Чудик

## 1 ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Ресурс годин на вивчення дисципліни «Проблемні питання забезпечення енергоефективності при проектуванні, спорудженні та експлуатації магістральних газопроводів» згідно з чинним РНП, розподіл по семестрах і видах навчальної роботи характеризує таблиця 1.

Таблиця 1 – Розподіл годин, виділених на вивчення дисципліни «Проблемні питання забезпечення енергоефективності при проектуванні, спорудженні та експлуатації магістральних газопроводів»

Найменування показників	Семестр 4	
	Години	
	Денна	Заочна
Кількість кредитів ECTS	3	3
Кількість модулів	1	1
Загальний обсяг часу, год	90	90
Аудиторні заняття, год, у т.ч.:	40	12
лекційні заняття	24	6
семінарські заняття	-	-
практичні заняття	16	6
лабораторні заняття	-	-
Самостійна робота, год, у т.ч.	50	78
виконання домашньої роботи	16	16
опрацювання матеріалу, викладеного на лекціях	10	10
опрацювання матеріалу, винесеного на самостійне вивчення	10	38
підготовка до заліку	14	14
Форма семестрового контролю	залік	

## 2 МЕТА ТА РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

**Мета вивчення дисципліни** – набуття фахівцями компетентностей щодо виявлення та вирішення проблем, пов'язаних із підвищенням енергоефективності при проектуванні, спорудженні та експлуатації магістральних газопроводів та забезпечення ефективних проектних рішень в даних питаннях.

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

ПРН1 Демонструвати вміння виявляти та ефективно вирішувати комплексні проблеми, пов'язані з проектуванням та експлуатацією об'єктів буріння, видобування, транспортування та зберігання нафти і газу;

ПРН13 Застосовувати сучасні математичні методи для аналізу та удосконалення технологічних процесів буріння свердловин, видобування, транспортування та зберігання нафти і газу.

ПРН14 Демонструвати навички використання сучасного програмного забезпечення для моделювання процесів буріння свердловин, видобування, транспортування та зберігання нафти і газу.

ПРН15 Демонструвати володіння сучасними методами технічної діагностики; навички їх застосування з метою комплексного оцінювання стану технологічного обладнання при бурінні свердловин, при експлуатації систем видобування, транспортування та зберігання нафти і газу.

Вивчення навчальної дисципліни передбачає формування та розвиток у здобувачів таких **компетентностей, передбачених освітньо-науковою програмою:**

ФК4 Здатність використовувати сучасні математичні методи для комплексного аналізу технологічних процесів буріння свердловин, видобування, транспортування та зберігання нафти і газу.

ФК5 Здатність застосовувати сучасне програмне забезпечення для моделювання технологічних процесів буріння свердловин, видобування, транспортування та зберігання нафти і газу.

ФК6 Здатність використовувати сучасні методи технічної діагностики для комплексної оцінки стану технологічного обладнання при бурінні свердловин, систем видобування, транспортування та зберігання нафти і газу.

### 3 ПРОГРАМА ТА СТРУКТУРА ДИСЦИПЛІНИ

#### 3.1 Тематичний план лекційних занять

Тематичний план лекційних занять дисципліни «Проблемні питання забезпечення енергоефективності при проектуванні, спорудженні та експлуатації магістральних газопроводів» 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	<b>Проблемні питання забезпечення енергоефективності при проектуванні, спорудженні та експлуатації магістральних газопроводів</b>	<b>24</b>	
ЗМ1	<b>Математичні моделі та структура енерговтрат в газотранспортних системах</b>	<b>12</b>	
Т 1.1	<b>Вступ.</b> Основні закономірності та рівняння течії газу по трубопроводах. Напружено-деформований стан трубопроводу в робочих умовах.	2	1, 2, 5, 11
Т1.2	<b>Аналіз структури енергетичних втрат у газовому потоці.</b> Сучасні методи моделювання залежності фізичних властивостей газу від температури і тиску.	2	2, 5, 6, 18
Т 1.3	<b>Сучасні математичні моделі і методи обчислення коефіцієнта корисної дії газотранспортної системи</b> Методика визначення пропускної здатності та енергоефективності експлуатації магістрального газопроводу. Характеристика обчислювального алгоритму та комп'ютерної програми.	2	1, 2, 4, 6
Т 1.4	<b>Поняття про системний підхід до аналізу енергоефективності.</b> Методи дослідження впливу сезонних чинників на пропускну здатність та енергоефективність експлуатації магістральних газопроводів. Характеристика обчислювального алгоритму та комп'ютерної програми.	2	1, 7, 8, 9, 17, 18

Шифр	Назви модулів (М), змістових модулів (ЗМ), тем (Т) та їх зміст	Обсяг годин	Література
Т 1.5	<b>Гідравлічна та енергетична ефективність газопроводів.</b> Методи дослідження впливу характеристик компресорів та комбінацій їх спільної роботи на пропускну здатність та енерговитратність газопроводу. Характеристика обчислювального алгоритму на комп'ютерній програмі.	2	1, 3, 12, 13, 14, 24
Т 1.6	<b>Забезпечення енергоефективності ГТС на етапі її проектування і спорудження.</b> Вибір оптимального варіанту, методи оптимізації. Створення умов надійності на етапі спорудження. Прогресивні методи спорудження та ремонту ГТС.	2	2, 3, 5, 8, 11, 17
ЗМ2	<b>Енергетична характеристика газових потоків</b>	<b>12</b>	
Т 2.1	<b>Дисипативні втрати енергії</b> Методи оптимізації режимів експлуатації одноступінчастих магістральних газопроводів за критерієм мінімальних енерговитрат. Характеристика обчислювального алгоритму та комп'ютерної програми.	2	1, 4, 6, 15, 18, 21
Т 2.2	<b>Оцінка енергоефективності ГПА за характеристиками у комплексних параметрах</b> Методи оптимізації режимів експлуатації двоступінчастих магістральних нафтопроводів за критерієм мінімальних енерговитрат. Характеристика обчислювального алгоритму та комп'ютерної програми	2	1, 3, 21, 25, 28
Т 2.3	<b>Побудова моделей елементів ГПА</b> Методи оптимізації режимів експлуатації магістральних газопроводів при застосуванні компресорів із змінною обертовою частотою. Характеристика обчислювального алгоритму та комп'ютерної програми	2	2, 5, 7, 23, 34
Т2.4	<b>Оцінка енергоефективності відцентрового нагнітача за параметрами режиму</b> Методи оптимізації режимів експлуатації газопроводів в умовах неповного завантаження. Характеристика обчислювального алгоритму та комп'ютерної програми	2	1, 2, 4, 12, 25, 32, 33
Т 2.5	<b>Стационарні режими експлуатації газотранспортних систем.</b> Методи прогнозування режимів за характеристиками. Технологічні обмеження режимів, області допустимих режимів і граничні області енерговитрат.	2	3, 6, 8, 22, 25
Т 2.6	<b>Нестационарні процеси в газопроводі.</b> Методи математичного моделювання. Коливання тиску і витрати, оптимізація нестационарного процесу за критерієм мінімуму тривалості.	2	12, 8, 16, 19, 25, 29, 30

Всього:

Модуль 1 – змістових модулів -2.

### 3.2 Теми практичних занять

Теми практичних занять дисципліни «Проблемні питання забезпечення енергоефективності при проектуванні, спорудженні та експлуатації магістральних газопроводів» 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	<b>Проблемні питання забезпечення енергоефективності при проектуванні, спорудженні та експлуатації магістральних газопроводів</b>	<b>16</b>	
ЗМ1	<b>Математичні моделі та структура енерговтрат в газотранспортних системах</b>	<b>8</b>	
П 1.1	Визначення параметрів режиму газопроводу і його енергетична характеристика	2	1, 3, 8, 11
П1.2	Методи обчислення параметрів енергоефективності транспорту газу.	2	1, 3, 4, 19
П 1.3	Визначення ККД газотранспортної системи	2	1, 5, 7, 8, 9
П 1.4	Системний підхід до оцінки енергоефективності газотранспортної системи. Визначення величини дисипативних втрат енергії	2	1, 7, 8, 9, 17, 18, 3, 12, 13, 14,
ЗМ2	<b>Енергетична характеристика газових потоків</b>	<b>8</b>	
П 2.1	Кореляція показників гідравлічної ефективності і енергоефективності	2	1, 4, 8, 13, 18, 21
П 2.2	Побудова характеристик ГПА в комплексних параметрах.	2	1, 21, 22, 23
П 2.3	Побудова моделей елементів ГПА в комплексних параметрах	2	1, 3, 4, 20, 34
П2.4	Побудова моделі відцентрового нагнітача в комплексних параметрах	2	1, 2, 6, 10, 25, 32, 33

### 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 виносяться на самостійне вивчення (СВ)	Обсяг годин	Література
М 1	<b>Проблемні питання забезпечення енергоефективності при проектуванні, спорудженні та експлуатації магістральних газопроводів</b>	<b>10</b>	
СВ1	Урахування особливостей профілю траси на енергоефективність експлуатації газопроводу	3	26, 29, 30, 31
СВ2	Розрахунок нестационарних режимів експлуатації магістральних газопроводів	4	27, 28
СВ 3	Оптимізація режимів роботи ГТС в умовах неповного завантаження.	3	26,29, 32

## 4 НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ

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

1. Грудз Я. В. Енергоефективність газотранспортних систем. – Івано-Франківськ.: Лілея-НВ – 2012. – 208 с.
2. Ковалко М.П., Грудз В.Я., Михалків В.Б. та ін Трубопровідний транспорт газу. Ковалко, – Київ.: АренаЕКО. - 2002 – 600 с.
3. Грудз В. Я., Грудз Я. В., Костів В.В. та ін.Технічна діагностика трубопровідних систем, – Івано-Франківськ.: Лілея-НВ – 2012. – 512 с.
4. Грудз В. Я., Тимків Д. Ф., Михалків В. Б. та ін. Обслуговування і ремонт магістральних газопроводів,– Івано-Франківськ.: Лілея-НВ – 2009. – 711 с.
5. Середюк М. Д., Якимів Й. В., Лісафін В. П. Трубопровідний транспорт нафти і нафтопродуктів. Підручник для студентів спеціальності "Газонафтопроводи та газонафтоосховища" . Кременчук, 2001.-517 с.
6. Середюк М. Д. Проектування та експлуатація нафтопродуктопроводів /монографія/ Івано-Франківськ: Факел, 2002. – 282 с.
7. 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.
8. 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.
9. Мартинюк Т. А., Чернова О. Т. Машини для спорудження трубопроводів: /навчальний посібник/ – Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2014 – 333 с. ISBN 978-966-694-204-6.
10. Мартинюк Р. Т. Контроль якості монтажних робіт при спорудженні трубопроводів: /навчальний посібник/ – Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2012 – 358 с. ISBN 978-966-694-170-4.
11. Мартинюк Р. Т., Чернова О. Т., Мартинюк Т. А. Спорудження насосних та компресорних станцій: /навчальний посібник/ – Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2014 – 238 с. ISSN I/II-7207.
12. Чернова О. Т. Спорудження газосховищ і нафтобаз: /навчальний посібник/ частина 1. – Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2014 – 476 с. ISBN 978-966-694-203-9.
13. Дорошенко Я. В. Спорудження магістральних трубопроводів /підручник/ – Івано-Франківськ ІФНТУНГ – 2009. – 517 с.
14. Мартинюк Т. А., Турчинський Я. О., Шиян Т. П. Метрологія, стандартизація і контроль якості: /навчальний посібник/ – Івано-Франківськ: ІФДТУНГ, 2004. – 185 с.
15. Мартинюк Т. А., Чернова О. Т. Типові розрахунки машин для спорудження трубопроводів: /навчальний посібник/ – Івано-Франківськ: ІФДТУНГ, 2001 – 119 с.
16. Grudz V., Marushchenko V., Bratakh M, Savchuk M., Filipchuk O. Effectiveness study on the system for gas gathering, treatment and transportations from gas production company. Technology and system of power supply. 2018. № 3 (41). С.43-52.
17. Grudz V.Ya. NON-STATIONARY PROCESSES IN THE GAS TRANSMISSION SYSTEMS AT COMPRESSOR STATIONS SHUT-DOWN / V.Ya. Grudz\*, V.Ya. Grudz (junior), V.B. Zapukhlyak, Ya.V. Kuzymyshyn // Journal of hydrocarbon power engineering. – 2018. – №1(5). – P. 22-28.
18. Грудз В. Я., Грудз Я. В., Боднар В. М Підвищення надійності експлуатації систем газопостачання на основі оптимізації обслуговування.//Прикарпатський вісник НТШ. Число – 2018 - №2(46) – С.137-150.

## 4.2 Додаткова література

19. Грудз В. Я., Грудз Я. В., Боднар В. М. Підвищення надійності експлуатації систем газопостачання на основі оптимізації обслуговування. // Прикарпатський вісник НТШ. Число – 2018 - №2(46) – С.137-150.
20. Grudz V., Marushchenko V., Bratakh M, Savchuk M., Filipchuk O. Effectiveness study on the system for gas gathering, treatment and transportations from gas production company. Technology and system of power supply. 2018. № 3 (41). С.43-52.
21. Крижанівський Є. І., Грудз В. Я., Грудз В. Я. (молодший), Терещенко Р. В. Оптимізація режимів компресорних станцій за умови їх неповного завантаження. Нафтогазова енергетика №1(31), 2019
22. Грудз В. Я., Дволітка М. Я. Дослідження динаміки витрат на ремонтні роботи газоперекачувальних агрегатів. Міжнародний науковий журнал «Інтернаука» - 2018. - №6(1) - С. 21-25.
23. Грудз В. Я., Запухляк В. Б., Тутко Т. Ф., Дубей О. Я. Оцінка динамічних навантажень в розрахунках надземних ділянок газопроводів // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2018. – №5(140). – С. 85-91.
24. Grudz V. Ya. Grudz V. Ya. (junior), Zapukhlyak V. B., Kyzymyshyn Ya. V. NON-STATIONARY PROCESSES IN THE GAS TRANSMISSION SYSTEMS AT COMPRESSOR STATIONS SHUT-DOWN // Journal of hydrocarbon power engineering. – 2018. – №1(5). – P. 22-28.
25. Грудз В. Я. Грудз Я. В., Тимків Д. Ф., Запухляк В. Б. Оптимізація режимів роботи складних газотранспортних систем в умовах їх неповного завантаження // Нафтогазова галузь України. – 2019. – №1. – С. 26-31.
26. В. В. Грудз, Побережний Л.Д., Запухляк В.Б. Проблеми захисту внутрішньої порожнини газопроводів від корозії : Матеріали тридцятої наукової сесії наукового товариства ім. Шевченка. – Івано-Франківськ. – 28 лютого - 21 березня 2019.
27. Запухляк В.Б., Побережний Л.Д., В. Грудз, Р. Стасюк, А. Грицанчук, Л. Побережна. Прогнозування ресурсу безпечної експлуатації газоперекачувальних агрегатів компресорних станцій : І-ша міжнародна науково-технічна конференція “Перспективи розвитку машинобудування та транспорту – 2019”. – Вінниця. – 13-15 травня 2019. С. 203-204.
28. V. Grudz, V. Bolonnyj, V. Zapukhliak ESTIMATION OF THE NATURE OF PRESSURE INCREASE IN THE PROCESS OF OIL PIPELINES OPERATION PIPELINES OPERATION.
29. Грудз В.Я., Бегін С.В. Підвищення ефективності експлуатації компресорних станцій псг на основі оптимізації обслуговування газоперекачувальних агрегатів /Нафтогазова енергетика. 2017. №1(27). С.65 – 69.
30. Грудз В. Я., Бегін С.В. Вплив метеорологічних умов на потужність і економічність двигунів газомотокомпресорів / Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ. №1(60). 2018. С. 12 – 16.
31. Саприкін С. О., Олійник Ю. А., Грудз В. Я., Бегін С. В. Математична модель визначення надійності компресорної установки / Нафтогазова галузь України. 2017. №5. С.20 – 24.
32. Середюк М. Д., Івоняк А. С. Методика розрахунку режимних та енергетичних параметрів роботи магістральних нафтопроводів // Науковий вісник Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу. - 2002. - № 1(2). –С. 50-54.
33. Середюк М. Д., Грудз В. Я. Шляхи підвищення ефективності та зменшення енерговитратності процесів транспортування та зберігання нафти і газу // Нафтогазова енергетика. -2007. - № 2 (3). - С. 24-31.
- 34.

## 4.3 Інформаційні ресурси в Інтернеті

- Електронний курс: Грудз В. Я., Тимків Д. Ф., Яковлев Е.І. Обслуговування газотранспортних систем: навчальний посібник. – К.: УМК ВО, 1991. – 160 с.
- Електронний курс: Грудз В. Я., Грудз Я. В., Костів В. В. Основи наукових досліджень: конспект лекцій. – Івано-Франківськ: Факел, 2008. – 68 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 домашньої 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 забезпечення енергоефективності при проектуванні, спорудженні та експлуатації магістральних газопроводів»

Види робіт, що контролюються	Максимальна кількість балів
Контроль засвоєння змістового модуля ЗМ1	30
Контроль засвоєння змістового модуля ЗМ2	30
Виконання та захист домашньої роботи	40
Усього	100

Оцінювання знань здобувача на заліку 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