Національний університет
водного господарства
та природокористування

Міністерство освіти і науки України

Національний університет водного господарства та природокористування

Навчально-науковий інститут водного господарства та природо облаштування

Кафедра гідротехнічного будівництва та гідравліки

ЗАТВЕРДЖУЮ
Проректор з науково-педагогічної,
методичної та виховної роботи
_____ О.А. Лагоднюк

“_____”_____ 2018 р.

01-04-07

Національний університет
водного господарства
та природокористування

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
Program of the Discipline

Гідрогазодинаміка
Hydrogasdynamics

Спеціальність - 144 «Теплоенергетика»
Specialty – 144 «Heat power engineering»

Рівне – 2018

Національний університет

Робоча програма «Гідрогазодинаміка» для студентів які навчаються, за спеціальністю 144 «Теплоенергетика». Рівне: НУВГП, 2018. 15 с.

Розробники: Токар Л.О., к.т.н., доцент

Робочу програму схвалено на засіданні кафедри «Гідротехнічного будівництва та гідравліки»

Протокол від «_____»_____2018 року № ____

В.о. завідувача кафедри «Гідротехнічного будівництва та гідравліки» _____ Шинкарук Л.А.

Національний університет водного господарства та природокористування

Схвалено науково-методичною комісією за спеціальністю 144 «Теплоенергетика»

Протокол від «____»_____2018 року № ___

Голова науково-методичної комісії _____ Кочмарський В.З.

© Токар Л.О., 2018 р.
© НУВГП, 2018 р.

Національний університет
водного господарства
та природокористування

ВСТУП

Програма дисципліни «Гідрогазодинаміка» відноситься до дисциплін фундаментальної підготовки та складена відповідно до освітньої програми спеціальності «Теплоенергетика».

Предметом вивчення навчальної дисципліни «Гідрогазодинаміка» є формування теоретичних знань та практичних вмінь при розв'язанні інженерних задач, які пов'язані із взаємодією рідини і газів з різними поверхнями. Це дає змогу фахівцям використовувати набуті знання для вирішення професійних задач різної складності.

Міждисциплінарні зв'язки: дисципліна «Гідрогазодинаміка» є складовою частиною циклу фундаментальної підготовки для студентів за спеціальністю «Теплоенергетика». Вивчення дисципліни передбачає наявність систематичних та ґрунтовних знань із суміжних курсів – «Вища математика», «Фізика», «Теоретична механіка».

Вимоги до знань та умінь визначаються галузевими стандартами вищої освіти України.

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Анотація

Вивчення основних законів спокою, рівноваги та руху рідини і газу та їх взаємодія з твердими тілами є однією з важливих частин у підготовці фахівців у галузі електричної інженерії. Дисципліна «Гідрогазодинаміка» надає знання про основні: фізико-механічні характеристики рідини і газу; поняття та розрахункові залежності для гідравлічних розрахунків технічних систем; моделі потоків рідини та газу. Під час вивчення даної дисципліни студенти отримують вміння визначати параметри та гідравлічні елементи живого перерізу потоку у напірних системах при усталеному русі та користуватися довідковою літературою з питань, які вивчаються. При цьому використовуються знання отримані в результаті вивчення інших дисциплін фундаментальної підготовки і формується фахівець здатний розрахувати гідравлічні параметри та елементи нових технічних систем та технічних систем, які потребують реконструкції.

Ключові слова: Тиск, напір, витрата, режим руху, одномірний потік, швидкість звуку, дозвукова швидкість, надзвукова швидкість, пограничний шар, втрати напору, короткий трубопровід, довгий трубопровід, отвір, насадок, гідравлічний удар.

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Abstract

Study of the basic laws of rest, equilibrium and fluid and gas movement and their interaction with solids is one of the important parts in the training of specialists in the field of electrical engineering. Discipline "Hydrogasdynamics" provides knowledge of the main: physical and mechanical characteristics of the liquid and gas; concept and calculation dependencies for hydraulic calculations of technical systems; models of flow of liquid and gas. During the study of this discipline, students are able to determine the parameters and hydraulic elements of the live flow section in pressure systems with steady motion and use the reference literature on the topics being studied. In this case, the knowledge obtained as a result of the study of other disciplines of fundamental training is used and the specialist is formed to calculate the hydraulic parameters and elements of new technical systems and technical systems that need to be reconstructed.

Key words: Pressure, pressure, flow, mode of movement, one-dimensional flow, sound speed, subsonic speed, supersonic speed, boundary layer, pressure loss, short pipeline, long pipeline, hole, nozzles, hydraulic impact.

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Національний університет
водного господарства
та природокористування

1. Опис навчальної дисципліни

<table>
<tr><td rowspan="2">Найменування показників</td><td rowspan="2">Галузь знань, спеціальність, спеціалізація, рівень вищої освіти</td><td colspan="2">Характеристика навчальної дисципліни</td></tr>
<tr><td>Денна форма навчання</td><td>Заочна форма навчання</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Кількість кредитів – 6</td><td>Галузь знань – 14 «Електрична інженерія»</td><td colspan="2" rowspan="2">Навчальні дисципліни фахової підготовки, також зі скороченим терміном навчання</td></tr>
<tr><td>Спеціальність 144 «Теплоенергетика»</td></tr>
<tr><td>Модулів – 3</td><td rowspan="3"></td><td colspan="2">Рік підготовки:</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Змістових модулів – 2</td><td>2</td><td>2</td></tr>
<tr><td colspan="2">Семестр</td></tr>
<tr><td>Загальна кількість годин – 180</td><td>4</td><td>4</td></tr>
<tr><td rowspan="11">Тижневих годин для денної форми навчання:
аудиторних – 4,0
самостійної роботи студентів – 6,0</td><td rowspan="11">Рівень вищої світи: бакалаврський</td><td colspan="2">Лекції</td></tr>
<tr><td>30 год.</td><td>2 год.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Лабораторні</td></tr>
<tr><td>18 год.</td><td>4 год.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Практичні</td></tr>
<tr><td>18 год.</td><td>4 год.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Самостійна робота</td></tr>
<tr><td>114 год.</td><td>170 год.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Індивідуальне завдання</td></tr>
<tr><td>–</td><td>–</td></tr>
<tr><td colspan="2">Вид контролю: екзамен</td></tr>
</table>

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної та індивідуальної роботи становить:
для денної форми навчання – 36% до 64%
для заочної форми навчання – 5% до 95%

Національний університет
водного господарства
та природокористування

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета дисципліни «Гідрогазодинаміка» оволодіння законів законів спокою, рівноваги і руху рідини і газу та використання цих законів для розв'язання практичних задач.

Завдання дисципліни «Гідрогазодинаміка» є навчити студентів самостійно використовувати фундаментальні закони рівноваги і руху рідини та газу для проектування технічних систем і їх елементів.

У результаті вивчення даної дисципліни студент повинен:

знати:

- основні фізико-механічні характеристики рідини і газу;
- основні поняття та розрахункові залежності для гідравлічних розрахунків технічних систем;
- моделі потоків рідини та газів;
- довідкову літературу з питань, які вивчаються.

вміти:

- визначати параметри живого перерізу потоку у напірних системах при усталеному русі;
- визначати гідравлічні елементи живого перерізу потоку у напірних системах при усталеному русі;
- користуватися довідниковою літературою.

Національний університет
водного господарства
та природокористування

3. Програма навчальної дисципліни

МОДУЛЬ 1
ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1. Закони статики рідини і газу

Тема 1. Фізичні моделі й властивості рідин та газів

Предмет гідрогазодинаміки. Континуальна модель середовищ. Визначення рідини і газу. Основні фізичні властивості рідини і газу: густина, стисливість, розширення, плинність, в'язкість. Поняття про ідеальну і реальну рідину. Сили, які діють в рідині і газі.

Тема 2. Гідрогазостатика

Поняття про гідростатичний тиск. Властивості гідростатичного тиску. Диференційні рівняння спокою рідини (рівняння Ейлера). Інтегрування диференційних рівнянь спокою рідини Ейлера. Види гідростатичного тиску. Вільна поверхня. Поверхня рівного тиску. П'єзометрична поверхня. Площина порівняння. Прилади для вимірювання тиску. Сила тиску на плоску поверхню. Центр тиску. Епюра гідростатичного тиску. Закон

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Паскаля. Гідравлічний прес. Сила тиску на криволінійну (циліндричну) поверхню. Плавання тіл (закон Архімеда).

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2. Течія в'язкої рідини

Тема 3. Кінематика рідини

Види руху рідини і газу. Методи визначення руху рідин. Параметри і гідравлічні елементи потоку. Деформаційний і обертовий рух рідинного елемента. Лінія течії і вихрові лінії. Трубка току (елементарна струминка) і вихрова трубка. Циркуляція швидкості. Диференціальне рівняння нерозривності. Рівняння нерозривності для потоку рідини та газу. Рівняння кількості руху потоку.

Тема 4. Динаміка ідеальної рідини

Параметри і гідравлічні елементи живого перерізу потоку. Диференціальне рівняння руху нев'язкої рідини (рівняння Ейлера). Інтегрування диференціальних рівнянь руху нев'язкої рідини. Геометричний, механічний і фізичний зміст складових рівняння Бернуллі для ідеальної рідини.

Тема 5. Динаміка в'язкої рідини

5.1. Гідродинаміка

Рівняння Бернуллі для потоку реальної рідини. Геометричний, механічний і фізичний зміст складової рівняння Бернуллі для потоку реальної рідини. Умови і техніка використання рівняння Бернуллі. Рівняння Бернуллі для газового потоку. Диференціальне рівняння руху в'язкої рідини. Диференціальні рівняння руху Нав'є–Стокса.

МОДУЛЬ 2

5.2. Гідравлічні опори

Режими руху рідини і газу. Види гідравлічних опорів і втрат напору.

Ламінарний режим руху: Основне рівняння рівномірного руху. Розподіл швидкостей при живому перерізі потоку при ламінарному режимі руху. Витрата потоку при ламінарному режимі руху. Втрати напору в трубопроводі при ламінарному режимі руху.

Турбулентний режим руху: Шарова модель турбулентного потоку. Абсолютна, відносна і еквівалентна шорсткість. Поняття про гідравлічно гладкі і шорсткі труби. Миттєва, осереднена швидкість, швидкість пульсації. Розподіл осереднених швидкостей по живому перерізі потоку при турбулентному режимі руху. Втрати напору на довжині при турбулентному режимі руху. Досліди Нікурадзе. Аналіз графіка Нікурадзе. Досліди Муріна, Зегжда, Шевельова, Кольбрука, Уайта. Сучасні залежності для визначення гідравлічного коефіцієнта тертя. Місцеві втрати напору.

Теорії подібності й моделювання гідро- газодинамічних явищ.

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Тема 6. Елементи гідравліки в'язкої нестисливої рідини

6.1. Розрахунок коротких трубопроводів

Поняття про короткі і довгі трубопроводи. Основні розрахункові залежності коротких трубопроводів. Розрахунок коротких трубопроводів при витіканні з напірного резервуару при постійному рівні в атмосферне середовище. Розрахунок коротких трубопроводів при витіканні під рівень. Розрахунок всмоктувальної лінії насоса. Типи задач при розрахунках коротких трубопроводів.

6.2. Розрахунок довгих трубопроводів

Довгі трубопроводи: Втрати напору в довгих трубопроводах. Послідовне з'єднання довгих трубопроводів. Паралельне з'єднання довгих трубопроводів. Розрахунок довгих трубопроводів при рівномірній роздачі води вздовж шляху. Типи задач при розрахунках довгих трубопроводів.

6.3. Витікання з отворів і насадків при усталеному русі

Поняття про отвори і насадки. Витрата потоку при витіканні з малого отвору в тонкій стінці при усталеному русі. Пропускна здатність малих отворів при витіканні рідини в рідину. Повне і неповне стиснення струмини. Досконале і недосконале стиснення струмини. Поняття про насадки, їх класифікація. Пропускна здатність насадки.

Національний університет
водного господарства
та природокористування

МОДУЛЬ 3

6.4. Гідравлічний удар

Гідравлічний удар в трубопроводах. Формула М.Є. Жуковського. Швидкість поширення ударної хвилі. Прямий і непрямий гідравлічний удар. Методи попередження гідравлічного удару. Гідравлічний таран.

Тема 7. Потенціальні течії ідеальної нестисливої рідини

Потенціал швидкості. Рівняння Лапласа. Функція току плоскої течії. Гідромеханічний зміст функції течії. Зв'язок потенціалу швидкості і функції течії. Методи розрахунку потенціальних потоків.

Тема 8. Поняття примежового шару та відривних течій

Поняття про пограничний шар газового потоку. Пограничний шар і його утворення навколо плоскої пластини. Вплив швидкості на величину пограничного шару. Товщина ламінарного та турбулентного пограничного шару. Відрив пограничного шару. Точка відриву. Турбулентність і турбулентний пограничний шар. Вільна турбулентність.

Тема 9. Рух газу з до- та надзвуковими швидкостями

Основні рівняння одномірного руху. Швидкість звуку. Рух газового потоку в каналі, що звужується. Рух газового потоку в каналі, що розширюється. Сопло Лаваля. Прямий стрибок щільності. Косий стрибок щільності. Зв'язок між швидкістю руху газового потоку і швидкістю звуку. Число Маха.

Національний університет
водного господарства
та природокористування

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
		л	п	лаб.	інд.	с. р.		л	п	лаб.	інд.	с. р.
Змістовий модуль 1. Гідростатика												
Тема 1. Фізичні моделі й властивості рідин та газів	12	2	2	2	-	6	11	-	1	-	-	10
Тема 2. Гідрогазостатика	24	4	6	-	-	14	23,5	0,5	3	-	-	20
Змістовий модуль 2. Течія в'язкої рідини												
Тема 3. Кінематика рідини	16	2	-	2	-	12	20	-	-	-	-	20
Тема 4. Динаміка ідеальної рідини	16	2	2	-	-	12	20	-	-	-	-	20
Тема 5. Динаміка в'язкої рідини	20	4	-	4	-	12	22,5	0,5	-	2	-	20
Тема 6. Елементи гідравліки в'язкої нестисливої рідини	48	10	6	10	-	22	23	1	-	2	-	20
Тема 7. Потенціальні течії ідеальної нестисливої рідини	14	-	-	-	-	14	20	-	-	-	-	20
Тема 8. Поняття примежового шару та відривних течій	12	2	2	-	-	8	20	-	-	-	-	20
Тема 9. Рух газу з до- та надзвуковими швидкостями	18	4	-	-	-	14	20	-	-	-	-	20
Усього годин	**180**	**30**	**18**	**18**	**-**	**114**	**180**	**2**	**4**	**4**	**-**	**170**

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Національний університет
водного господарства
та природокористування

5. Теми лабораторних занять

№ з/п	Теми лабораторних занять	Кількість годин	
		денна форма	заочна форма
1.	Інструктаж з охорони праці та пожежної безпеки. Визначення фізико-механічних властивостей повітря	2	-
2.	Побудова витратної характеристики вентиляційної труби	2	-
3.	Побудова п'єзометричної і напірної лінії в напірному трубопроводів змінного перерізу	2	1
4.	Дослідження режимів руху рідини	2	1
5.	Дослідження коефіцієнта гідравлічного тертя в напірній трубі	2	1
6.	Дослідження місцевих гідравлічних опорів в напірному потоці рідини	2	1
7.	Дослідження пропускної здатності отворів і насадків	2	-
8.	Визначення коефіцієнта витрати вимірювальної діафрагми	2	-
	Усього годин:	**18**	**4**

6. Теми практичних занять

№ з/п	Теми практичних занять	Кількість годин	
		денна форма	заочна форма
1	2	3	4
1.	Термодинамічні властивості газів. Статика газів.	2	1
2.	Визначення гідростатичного тиску в точці рідини	2	1
3.	Визначення сили гідростатичного тиску на плоску поверхню. Побудова епюр гідростатичного тиску	2	2
4.	Визначення сили гідростатичного тиску на криволінійну поверхню. Побудова «тіла тиску»	2	-
5.	Розв'язання рівняння Д. Бернуллі	2	-
6.	Гідравлічні розрахунки коротких трубопроводів	2	-

Національний університет
водного господарства
та природокористування

1	2	3	4
7.	Гідравлічні розрахунки довгих трубопроводів	2	-
8.	Розрахунок витікання рідин та газів із отворів і сопел	2	-
9.	Розрахунок параметрів пограничного шару	2	-
Усього годин:		**18**	**4**

7. Самостійна робота

Самостійна робота є методом засвоєння студентом навчального матеріалу в час, вільний від обов'язкових навчальних занять. Самостійна робота студента над засвоєнням навчального матеріалу з навчальної дисципліни може виконуватися в бібліотеці, навчальних аудиторіях та в домашніх умовах.

Розподіл годин самостійної роботи для студентів денної форми навчання:

- підготовка до аудиторних занять – 33 год. (0,5 год/1 год. занять);
- підготовка до контрольних заходів – 36 год (6 год. на 1 кредит ЄКТС).

7.1. Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна форма	заочна форма
1.	Фізичні моделі й властивості рідин та газів	1	10
2.	Гідрогазостатика	8	20
3.	Кінематика рідини	3	20
4.	Динаміка ідеальної рідини	4	20
5.	Динаміка в'язкої рідини	4	20
6.	Елементи гідравліки в'язкої нестисливої рідини	10	20
7.	Потенціальні течії ідеальної нестисливої рідини	6	20
8.	Поняття примежового шару та відривних течій	4	20
9.	Рух газу з до- та надзвуковими швидкостями	5	20
Усього годин:		**45**	**170**

8. Методи навчання

При викладанні навчальної дисципліни використовується інформаційно-ілюстративний та проблемний методи навчання з застосуванням:

Національний університет водного господарства та природокористування

- лекцій у супроводі мультимедійних презентацій, роздаткових матеріалів, прозірок;
- виконання лабораторних робіт проводяться з допомогою інсталяційних систем водо- і газопостачання з використанням лабораторних стендів;
- розв'язування задач.

9. Методи контролю

Для визначення рівня засвоєння студентами навчального матеріалу використовують такі методи контролю знань:

Контроль знань студентів з навчальної дисципліни здійснюється в усній і письмовій формі. Контрольні завдання за змістовим модулем включають теоретичну частину (6 питань) і практичну частину (розрахункову задачу).

Контроль роботи студентів проводиться за такими видами робіт:

- наявність лекційного матеріалу – шляхом перегляду конспектів;
- поточне тестування після вивчення тем модулів;
- виконання та захист лабораторних робіт (журнал лабораторних робіт);
- розв'язування задач;
- підготовка та презентація міні лекції;
- підготовка до видання наукових статей, тез для участі в конференціях;
- участь в конкурсах, олімпіадах.

Національний університет водного господарства та природокористування

10. Розподіл балів, які отримують студенти

Поточні письмові роботи та самостійна робота													Підсумковий екзамен	Сума
модуль 1						модуль 2				модуль 3				
т.1	т.2	т.3	т.4	т.5		т.6				т.7	т.8	т.9		
				5.1	5.2	6.1	6.2	6.3	6.4					
2	6	4	4	4	8	6	6	5	5	2	3	5	40	100

Т.1, т.2... т.8 — теми змістових модулів.

Основними критеріями, що характеризують рівень компетентності студента при оцінюванні результатів поточного контролю, є такі:

- виконання всіх видів навчальної роботи, передбачені робочою програмою навчальної дисципліни;
- глибина і характер знань навчального матеріалу за змістом навчальної дисципліни, що міститься в основних та додаткових рекомендованих літературних джерелах;
- характер відповідей на поставлені питання (чіткість, лаконічність, логічність, послідовність тощо);

Національний університет водного господарства та природокористування

- вміння застосовувати теоретичні положення під час розв'язання практичних задач;
- вміння аналізувати достовірність одержаних результатів.

Усі форми контролю включені до 100-бальної шкали оцінювання.

Оцінювання результатів поточної роботи (завдань, що виконуються на лабораторних заняттях, результати самостійної роботи студентів) проводиться за такими критеріями:

0 % – завдання не виконано;

40% – завдання виконано частково та містить суттєві помилки методичного або розрахункового характеру;

60% – завдання виконано повністю, але містить суттєві помилки у розрахунках або в методиці;

80% – завдання виконано повністю і вчасно, проте містить окремі несуттєві недоліки (розмірності, висновки, оформлення тощо);

100% – завдання виконано правильно, вчасно і без зауважень.

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка за національною шкалою для екзамену
90–100	відмінно
82–89	добре
74–81	
64–73	задовільно
60–63	
35–59	незадовільно з можливістю повторного складання
0–34	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

Національний університет водного господарства та природокористування

11. Методичне забезпечення

Методичне забезпечення навчальної дисципліни «Гідрогазодинаміка» включає:

1. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з навчальних дисциплін: **"**Гідрогазодинаміка**"** та **"**Гідромеханіка**"** для студентів напрямів підготовки: 6.050602 "Гідроенергетика", 6.050601 "Теплоенергетика", 6.050202 "Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології", 6.050301 "Гірництво" денної та заочної форм навчання./ Токар Л.О., Токар О.І. – Рівне: НУВГП, 2014. – 40 с. (МВ 01-03-01)

2. Методичні вказівки до практичної та самостійної робіт з навчальної дисципліни "Гідрогазодинаміка" студентам напрямів

Національний університет водного господарства та природокористування

підготовки: 6.050602 “Гідроенергетика”, 6.050601 “Теплоенергетика”, 6.050202 «Автоматизація та комп’ютерно-інтегровані технології» денної та заочної форм навчання./ Токар Л.О., Токар О.І. – Рівне: НУВГП, 2014. – 18 с. (МВ 01-03-02)

3. Конспект лекцій з дисципліни **“**Гідрогазодинаміка**”** студентам напрямів підготовки 6.050602 “Гідроенергетика”, 6.050601 “Теплоенергетика”./ Токар Л.О., Токар О.І. – Рівне: НУВГП, 2014. – 40 с. (МВ 01-03-09)

4. Пакети тестових завдань в цілому по всьому курсу дисципліни.

12. Рекомендована література

Базова література

1. Науменко І.І., Токар О.І., Токар Л.О. Гідрогазодинаміка. Рівне: НУВГП, 2007. 118 с. / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://ep3.nuwm.edu.ua/1833/
2. Науменко І.І. Технічна механіка рідини і газу / підручник. - Рівне, НУВГП, 2009. – 376 с.
3. Науменко І.І. Технічна механіка рідини і газу / підручник. - Рівне, РДТУ, 2000. – 528 с.
4. Луценко В.В. Технічна механіка рідини і газу. Навч. посіб. НУВГП, Рівне. – 2008, 128с. / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://ep3.nuwm.edu.ua/5602/
5. Луценко, В. В. (2015) *Технічна механіка рідини і газу в тестах і задачах*. НУВГП, Рівне. – 2015. / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://ep3.nuwm.edu.ua/4033/
6. Рогалевич Ю.П. Гідравліка (підручник)-К. Вища школа, 2010.-255с.
7. Константінов Ю.М. Технічна механіка рідини і газу / підручник. – К.: “Вища школа”, 2002.

Допоміжна література

1. Справочник по гидравлике/ В.А. Бальшакова, Ю.М. Константинов, В.Н. Попов и др.; Под ред. В.А. Большакова. - 2-е изд., перераб. и доп.-Киев:Высшая школа,1984. - 343с.-(ил.). Киселев П.Г. Справочник по гидравлическим расчетам. – М.: “Энергия”, 1972. – 452 с.
2. Сборник задач по гидравлике / Под ред. Большаков В.А. - К.: Вища школа, 1988 – 336 с.
3. Справочник по гидравлическим расчетам/Под ред. П.Г. Киселева. - Изд. 4-е, перераб. и доп.-Москва:Энергия,1972. - 322с.
4. Чугаев Р.Р. Гидравлика . – Л.: Энергоиздат, 1981. – 672 с.

Національний університет водного господарства та природокористування

5. Завойко Б.М., Лещій Н.П. Технічна механіка рідин і газів: основні теоретичні положення та задачі:Навч. посіб.-Львів:Магнолія плюс,2004. - 119с.
6. Завойко Б.М., Лещій Н.П. Технічна механіка рідин і газів:основні теоретичні положення та задачі:Навч. посібник./За наук. ред. В.М. Жука.-Львів:Новий Світ-2000,2004. - 236с.

13. Інформаційні ресурси

1. Національна бібліотека ім. В.І. Вернадського / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe
http://irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_all/cgiirbis_64.exe
2. Рівненська обласна універсальна наукова бібліотека (м. Рівне, майдан Короленка, 6) / [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://www.libr.rv.ua/
3. Рівненська централізована бібліотечна система (м. Рівне, вул. Київська, 44) / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://cbs.rv.ua/
4. Наукова бібліотека НУВГП (м. Рівне, вул. Олекси Новака, 75) / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://nuwm.edu.ua/naukova-biblioteka http://nuwm.edu.ua/MySql/page_lib.php
http://ep3.nuwm.edu.ua/1833/