

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ  
ім. ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»  
Хіміко-технологічний факультет

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Декан хіміко-технологічного  
факультету

\_\_\_\_\_ І.М. Астрелін

(підпис)

“ ” червня 2018 р.

\_\_\_\_\_ (підпис)

\_\_\_\_\_ (ініціали, прізвище)

“ ” 201 р.

**ХІМІЧНА ТЕХНОЛОГІЯ НЕОРГАНІЧНИХ РЕЧОВИН-1.  
ТЕХНОЛОГІЯ МІНЕРАЛЬНИХ КИСЛОТ І СОЛЕЙ**

\_\_\_\_\_ (назва кредитного модуля)

**РОБОЧА ПРОГРАМА  
кредитного модуля**

рівень вищої освіти перший (бакалаврський)  
спеціальність 161 Хімічні технології та інженерія  
(шифр і назва)

освітня програма хімічні технології та інженерія  
(ОПП/ОНП, назва)

спеціалізація Хімічні технології неорганічних речовин та водоочищення  
(назва)

форма навчання денна  
(денна/заочна)

Ухвалено методичною комісією  
хіміко-технологічного факультету  
(назва інституту/факультету)

Протокол від 21 червня 2018 р. № 6  
Голова методичної комісії

\_\_\_\_\_ О.В.Сангінова

(підпис)

(ініціали, прізвище)

«21» червня 2018 р.

Київ – 2018

Робоча програма кредитного модуля "Хімічна технологія неорганічних речовин - 1. Технологія мінеральних кислот і солей" складена відповідно до програми навчальної дисципліни "Хімічна технологія неорганічних речовин."

Розробники робочої програми:

Професор, д.т.н. Астрелін Ігор Михайлович \_\_\_\_\_  
(підпис)

Доцент, к.т.н. Толстопалова Наталія Михайлівна \_\_\_\_\_  
(підпис)

Робочу програму затверджено на  
засідання кафедри технології  
неорганічних речовин, водоочищення та загальної  
хімічної технології (ТНР, В та ЗХТ)

Протокол від "13" червня 2018 року № 13.

В/о завідувача кафедр

\_\_\_\_\_ Н.М.Толстопалова  
(підпис) (ініціали, прізвище)

"13" червня 2018 р.

## 1. ОПИС КРЕДИТНОГО МОДУЛЯ

Рівень ВО, спеціальність, освітня програма, форма навчання	Загальні показники	Характеристика кредитного модуля
Рівень ВО <i>перший(бакалаврський)</i>	Назва дисципліни <i>Хімічна технологія неорганічних речовин</i>	Лекції 54 год.
Спеціальність <i>161 Хімічні технології та інженерія</i>	Цикл <i>професійної підготовки</i>	Практичні 36 год.
Освітня програма <i>Хімічні технології та інженерія</i>	Статус кредитного модуля <i>вибірковий</i>	Лабораторні 0 год.
Спеціалізація <i>Хімічні технології неорганічних речовин та водоочищення</i>	Семестр 7	Самостійна робота 75 год., у тому числі на виконання індивідуального завдання 25 год.
		Індивідуальне завдання <i>п.8 програми</i>
Форма навчання <i>денна</i>	Кількість кредитів 5,5 (165 годин)	Вид та форма семестрового контролю <i>екзамен</i>

Кредитний модуль "Хімічна технологія неорганічних речовин" належить до Професійної складової Дисциплін вільного вибору студентів і являється базисною для профілюючих дисциплін в навчальному плані підготовки фахівців професійного спрямування "Хімічні технології неорганічних речовин". Дисципліна займає важливе місце у формуванні світогляду сучасного фахівця з технології неорганічних речовин. Навчальний матеріал дисципліни "Хімічна технологія неорганічних речовин" базується на знаннях матеріалів дисциплін нормативної частини ОПП: 2.3 "Фізика", 2.4 "Загальна та неорганічна хімія", 3.1.2 "Процеси і апарати хімічних виробництв", 3.1.3 "Загальна хімічна технологія", 3.1.9 "Фізична хімія", дисциплін варіативної частини ОПП: 2.06 "Прикладна хімія", 2.07 "Теоретичні основи технології неорганічних речовин", 2.12 - Технологічна практика. Дисципліна "Хімічна технологія неорганічних речовин" сприяє підготовці студентів до виконання дипломного проекту ОКР "Бакалавр" і складанню вступних екзаменів для подальшого навчання за ОКР "Спеціаліст" і "Магістр" за спеціальністю 7(8).05130101 "Хімічні технології неорганічних речовин".

## 2. МЕТА ТА ЗАВДАННЯ КРЕДИТНОГО МОДУЛЯ

### 2.1. Мета кредитного модуля

Після засвоєння кредитного модуля "Хімічна технологія неорганічних речовин-1. Технологія мінеральних кислот і солей" студент має продемонструвати:

Здатність: Обґрунтовано використовувати базові знання в області технологій мінеральних кислот (сульфатної, соляної тощо) і солей для освоєння дисциплін професійної та практичної підготовки (компетенція загальнонаукова КЗН-3 ОКХ бакалавра), базові уявлення про різноманітність об'єктів хімічної технології, промисловості і хімічної продукції (компетенція загально-професійна КЗП-1 ОКХ бакалавра), сучасні уявлення про принципи

(компетенція загально-професійна КЗП-1 ОКХ бакалавра), сучасні уявлення про принципи структурної організації та типові функції і механізми роботи технологічних об'єктів хімічних виробництв (компетенція загально-професійна КЗП-3 ОКХ бакалавра), базові уявлення про основні закономірності розвитку і сучасні досягнення в хімічних технологіях; розуміння ролі енергозбереження в сучасній техніці (компетенція загально-професійна КЗП-7 ОКХ бакалавра); здатність використовувати теоретичні знання і практичні навички для оволодіння основами теорії й методів хіміко-технологічних досліджень в технології промислових газів ( $\text{SO}_2$ ,  $\text{SO}_3$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{H}_2\text{S}$  тощо) - компетенція спеціалізовано-професійна КСП-4 ОКХ бакалавра, здатність використовувати теоретичні знання і практичні навички для оволодіння основами теорії і методів хіміко-технологічних досліджень в хімічних технологіях сульфатної, соляної, плавикової, надсульфатної, хлорсульфонової кислот та мінеральних солей (компетенція спеціалізовано-професійна КСП-5 ОКХ бакалавра), здатність використовувати теоретичні знання і практичні навички для оволодіння основами теорії і методів хіміко-технологічних досліджень в хімічних технологіях збагачення і кондиціонування мінеральної сировини (компетенція спеціалізовано-професійна КСП-8 ОКХ бакалавра).

## 2.2. Основні завдання кредитного модуля

Студенти після засвоєння матеріалу кредитного модуля "Хімічна технологія неорганічних речовин-1. Технологія мінеральних кислот і солей" мають продемонструвати наступні результати навчання:

### • Знання

- хімічних та фізико-хімічних характеристик сировини і продуктів виробництва мінеральних кислот і солей;
- фізико-хімічних основ розглянутих процесів;
- сучасних і перспективних технологічних прийомів і схем виробництва елементарної (в т.ч., полімерної) сірки, оксидів сірки, сульфатної кислоти усіх марок, олеуму, хлор- і фторвмісних солей, сполук урану, неорганічних тугоплавких сполук, сульфідних і сульфатних солей;
- конструктивних особливостей основного і допоміжного обладнання розглянутих процесів;
- класифікації і асортименту сірко-, фтор-, хлор-, сульфід-, сульфатвмісної продукції;
- принципів положень обґрунтування основних технологічних параметрів виробництв сірки, сірко-, хлор- і фторвмісної продукції;
- екологічних заходів з захисту довкілля при експлуатації виробничих потужностей з виробництва неорганічної продукції;
- показників якості продукції, умов її зберігання і транспортування;
- заходів з дотримання умов охорони праці і техніки безпеки у виробництвах розглянутої продукції.

### • Уміння

- обґрунтувати раціональні або оптимальні параметри технологічних режимів виробництв сірко-, хлор-, сульфід-, сульфат-, фторвмісної продукції;
- розрахувати рівноважний стан в процесах, що належать до виробництв розглянутої продукції;
- розрахувати матеріали і енергетичні баланси (потоки) вивчених процесів;
- розрахувати габаритні характеристики основного обладнання, підібрати стандартне обладнання і конструкційні матеріали для апаратури.

- *Досвід*: асоціативного використання набутих професійно-профільованих знань і умінь для обґрунтування технологічних режимів, виконання окремих видів проектних розробок технологічних процесів та їхнього обладнання у виробництвах сірковмісної та супутньої продукції.

### 3. СТРУКТУРА КРЕДИТНОГО МОДУЛЯ

Назва тем і розділів	Кількість годин			
	Всього	у тому числі		
		Лекції	Практичні заняття	СРС
1	2	3	4	5
<b>Розділ 1. Хімічна технологія сірки та сірковмісних неорганічних сполук</b>				
Тема 1. Мета і характеристики складових частин дисципліни професійної і практичної підготовки ХТНР. Народного господарського значення сірки, сульфатної кислоти та сірковмісних сполук	2,5	2		0,5
Тема 2. Фізико-хімічні властивості сульфатної кислоти і напівпродуктів її одержання	7,5	3	2	2,5
Тема 3. Елементарна сірка як сировина для одержання оксиду сірки (IV)	9	4	2	2
Тема 4. Природні і супутньо-промислові сполуки як сировина для одержання оксиду сірки (IV)	6	4		2
Тема 5. Технологія виробництва оксиду сірки (IV)	17,5	8,5	4	5
Тема 6. Теоретичні, технологічні і екологічні засади підготовки SO <sub>2</sub> -вмісних газів до подальшої переробки	10	3	4	3
Контрольна (бліц) робота з теми 6	1,5	0,5		1
Тема 7. Фізико-хімічні засади і технологія контактного окиснення оксиду сірки (IV)	18	6	8	4
Контрольна (бліц) робота з теми 7	1,5	0,5		1
Тема 8. Фізико-хімічні основи і технологія виробництва контактної і нітрозної сульфатної кислоти	10	3	4	3
Тема 9. Прогресивні напрямки вдосконалення технології сульфатної кислоти	7	4		3
Тема 10. Конструкційні матеріали в виробництві агресивних газуватих і рідинних сірко-, хлор- і фторвмісних сполук	3	2		1
Модульна контрольна робота з розділу 1	2	1		1
Разом за розділом 1	94,3	41,5	24	29
<b>Розділ 2. Технологія галогенвмісних мінеральних кислот та суміжних сполук</b>				
Тема 11. Теоретичні засади і технології виробництва фторвмісних неорганічних сполук (в тому числі, як з природної сировини, так і з викидних газів тукової промисловості)	8	2	4	2
Тема 12. Теорія і технології хлорвмісних неорганічних кислот і солей	14	3	8	3
Контрольна робота з тем 11, 12	1,5	0,5		1
Тема 13. Хіміко-технологічні процеси при гідрометалургійному виробництві сполук кольорових металів, алюмінію, урану	6	5		1

1	2	3	4	5
Тема 14. Неорганічні хіміко-технологічні процеси у виробництві тугоплавких матеріалів	3,5	1,5		2
Контрольна робота з тем 13-14	1,5	0,5		1
Разом за розділом 2	34,5	12,5	12	10
Диф. залік	36			36
ВСЬОГО	165	54	36	75

#### 4. ЛЕКЦІЙНІ ЗАНЯТТЯ

№ п/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)
<b>Розділ 1. Хімічна технологія сірки та сірковмісних неорганічних сполук.</b>	
1	<p><b>Мета і характеристика складових частин дисципліни професійної і практичної підготовки "Хімічна технологія неорганічних речовин". Народного господарське значення сірки, сульфатної кислоти та сірковмісних сполук.</b></p> <p>Зміст і місце дисципліни "Хімічна технологія неорганічних речовин" (ХТНР) в формуванні фахівців з хімічної технології та інженерії. Дисципліни 7 і 8 семестрів робочого навчального плану. Зміст робочої навчальної програми (кредитного модуля) ХТНР. Семестровий графік і зміст СРС з кредитного модуля-1: ХТНР-ТМКС. Перелік форм СРС, методи контролю ефективності СРС, модульно-рейтингова система контролю і оцінки поточних і кінцевих знань, умінь і досвіду студентів. Мета, цілі і завдання кредитного модуля-1.</p> <p>Хімічна галузь України і характеристика її складової частини - виробництва сірковмісних неорганічних сполук. Сульфатна кислота - "хліб" промисловості. Історичний аспект виробництва і застосування сірковмісних сполук.</p> <p>СРС: Технологічні, екологічні і економічні недоліки виробництва сульфатної кислоти за способами XVII-XX століть.</p> <p>Література: 1-3, 13, 2д, 5д.</p>
2	<p><b>Фізико-хімічні властивості сульфатної кислоти і напівпродуктів її одержання</b></p> <p>Фізико-хімічні властивості сульфатної кислоти: валентно-структурна формула, хімічна активність, електропровідність, теплопровідність, теплоти розбавлення і змішування, діаграми "склад-властивість". Олеум. Корозійна активність. Умови зберігання і транспортування.</p> <p>СРС: Розрахунок за варіантами теплот розведення і змішування розчинів сульфатної кислоти. Розрахунок обладнання для перепомпування сульфатної кислоти.</p> <p>Література: 1, 5, 6, 18.</p>
3	<p>Хімічні і фізико-хімічні властивості <math>SO_2</math> і <math>SO_3</math>. Оксиди сірки як окиснювачі і відновники. Полімеризація <math>SO_3</math>. Амідо- і імідосульфіннові і сульфонові кислоти. Хлорсульфонова кислота. Одержання і використання.</p> <p>СРС: Методи запобігання полімеризації <math>SO_3</math>.</p> <p>Література: 1, 16, 18, 19</p>
4	<p>Оксиди сірки в промислових процесах. Одержання чистих оксидів сірки (IV і VI) та їх застосування.</p> <p>СРС: Оксид сірки (IV) в реакціях диспропорціювання.</p> <p>Література: 1-3, 5.</p>
5	<p><b>Елементарна сірка як сировина для одержання оксиду сірки (IV)</b></p> <p>Фізико-хімічні властивості кристалічних енантіотропних модифікацій елементарної сірки (сульфуру). Діаграма топлення сірки. Залежність в'язкості сірки від температури. Полімерна сірки. Проміжні алотропні форми сірки. Одержання полімерної</p>

	<p>сірки з натрію тіосульфату.</p> <p>Родовища самородної сірки в Україні і світі. Сингенетична і епігенетична сірка. Методи добування сірки та їх критичний аналіз. Огляд технологій збагачення самородної сірки. Одержання "газової" сірки. Процеси "Claus" і "Superclaus". Новітні розробки з технології одержання чистої сірки.</p> <p>СРС: Механізм (генезис) утворення в природі самородної сірки. Провести орієнтовний порівняльний техніко-економічний аналіз термічного методу збагачення сірчаної руди і модернізований спосіб підземного виплавлення сірки (ПВС).</p> <p>Література: 1-4, 17</p>
6	<p align="center"><b>Природні і супутньо-промислові сполуки як сировина для одержання оксиду сірки (IV)</b></p> <p>Природна сірковмісна сировина: гіпс, алуніти, сірчаний колчедан, галіт, лангбейніт, шеніт, мірабіліт, бішофіт, сильвініт, піротин (магнітний колчедан), вуглисті колчедан, халькопірит та інші сульфідні мінерали - їх характеристики як природної сировини для одержання сульфатної кислоти і промислово-цінних сполук. Критичний огляд і аналіз технологій їх переробки.</p> <p>СРС: Скласти і обґрунтувати хімічну схему переробки сульфатних солей полімінеральних родовищ Передкарпаття з одержанням "газової" сірки, калійних (сульфатних) добрив та шихти для виробництва скла.</p> <p>Література: 1-4, 10.</p>
7	<p>Сірковмісні промислові відходи як сировина для одержання сірки, сульфатної кислоти т іншої продукції. Травильна кислота, фосфогіпс, гідролізна кислота, агломераційні, топкові та інші SO<sub>2</sub>-вмісні викидні гази, сірководень. Їхня фізико-хімічна характеристика. Масштаби таких відходів в Україні. Існуючі та перспективні технології їх утилізаційної переробки.</p> <p>СРС: Провести обґрунтований аналіз хімічної схеми появи SO<sub>2</sub>-вмісних газів при виробництві кольорових металів.</p> <p>Література: 1-4, 17, 8д.</p>
8	<p align="center"><b>Технологія виробництва оксиду сірки (IV)</b></p> <p>Випалення твердої сірковмісної сировини. Фізико-хімічні засади випалення піриту, вугільного колчедану, троїліту, сульфідних мінералів, природної сірки. Кількість і склад недогарків. Спалення сірководню. Склади випальних газів.</p> <p>СРС: Провести (за варіантами) розрахунки складу випальних газів, питомої кількості недогарку після випалення колчеданів.</p> <p>Література: 1-3, 6, 7.</p>
9	<p>Печі випалення і спалювання сірковмісної сировини. Головні недоліки механічних печей "ВХЗ" і "П". Теоретичні засади процесів в киплячому шарі (КШ). Швидкість процесів масо- і теплопередачі в КШ. Конструкції печей КШ і схема пічного відділення відповідних цехів. Прогресивні рішення проблеми подільної інтенсифікації печей КШ (печі КЩЦП, ПКШМ, циклонні печі фірми "Lurgi" (ФРН), "Chemadex" (Польща) та ін.)</p> <p>Печі для спалювання сірки: форсуночні вертикальні, фірми "Lurgi", циклонні (СЕТА-Ц-100), рідинно-киплячого шару (РКШ). Сучасні агрегати для спалювання H<sub>2</sub>S.</p> <p>СРС: Розрахувати габаритні розміри за заданою продуктивністю форсуночної і циклонної печей.</p> <p>Література: 2-6, 1д.</p>
10	<p>Недогарок випалення твердої сірковмісної сировини. Розрахункові обґрунтування його утворення. Склад, властивості. Обладнання для його відбору і транспортування. Утилізація недогарку різного походження.</p> <p>СРС: Критичний аналіз переваг і недоліків обладнання для транспортування колчеданного недогарку.</p> <p>Література: 2,3, 5, 7.</p>

11	<p><b>Теоретичні, технологічні і екологічні засади підготовки SO<sub>2</sub>-вмісних газів до подальшої переробки</b></p> <p>Очищення промислових газів від пилу, туману, домішок. Механічні, електричне очищення; режими, обладнання, розрахунки. Схеми і режими спеціального очищення промислових газів. Теорія туманоутворення. Очищення випального газу без утворення туману. Новітні розробки з технології очищення промислових газів від пилу і туману.</p> <p>СРС: провести (за варіантами) інженерні розрахунки обладнання для очищення промислових газів від пилу (циклони, електрофільтри)</p> <p>Література: 2, 3, 5, 8, 4д.</p>
12	<p><b>Фізико-хімічні засади і технологія контактного окиснення оксиду сірки (IV)</b></p> <p>Становлення контактної методу. Статика і динаміка окиснення SO<sub>2</sub>. Принципові положення кінетичних розрахунків процесу окиснення SO<sub>2</sub>.</p> <p>Каталізатори окиснення SO<sub>2</sub> та їх характеристики (СВД, СВС, СВБ, ІК, LP-120, CS-120, VK-38A, RHV-49, BASF-04-10, СВНТ, МВВ, КС, КТ). Теоретичні засади їх дії. Кінетичні і технологічні умови окиснення SO<sub>2</sub> на ванадієвих каталізаторах. Рівняння Борескова-Іванова-Буянова, Марса-Мейсена, Еклунда, Померанцева, Іваненко-Салтанової, Шимічека. Оптиміальні економічні і екологічні умови контактної окиснення SO<sub>2</sub>. Визначення кількості контактної маси. Отруєння каталізаторів. Перспективні вітчизняні і закордонні нароби з синтезу нових ванадієвих і оксидних каталізаторів.</p> <p>СРС: Визначити (за варіантами) максимальний розігрів реакційної газової суміші при адиабатичному окисненні SO<sub>2</sub>.</p> <p>Література: 1-6, 5д.</p>
13	<p>Окиснення SO<sub>2</sub> в киплячому шарі каталізатора. Аеродинамічні фактори і їх вплив на кінетику окиснення SO<sub>2</sub> в КШ каталізатор. Порівняльний аналіз процесу окиснення оксиду сірки (IV) в нерухомому і киплячому шарах ванадієвих каталізаторів. Відображення процесу окиснення SO<sub>2</sub> на діаграмах x-T за умови двошарового розміщення каталізатора.</p> <p>СРС: Побудувати (за варіантами) діаграму <math>\frac{d\tau}{dx} - x</math> для процесу окиснення SO<sub>2</sub> на нерухомому і киплячому шарах каталізатора.</p> <p>Література: 1-3, 5, 6, 18, 19.</p>
14	<p>Контактні апарати, їх конструкції. Аналіз достоїнств і недоліків різних за конструкцією контактних апаратів. Контактне відділення сульфатнокислотних цехів. Схеми ПК-ПА. Вітчизняні і зарубіжні нароби з удосконалення конструкції контактних апаратів.</p> <p>Сталість контактних апаратів. Визначення сталості за Ляпуновим. Параметрична чутливість шарів каталізатора і контактної апарату.</p> <p>СРС: Розрахувати межу сталості контактної апарату (перший шар) за визначених (за варіантами) температурах теплообміну.</p> <p>Література: 2, 3, 7, 18, 19.</p>
15	<p><b>Фізико-хімічні основи і технологія виробництва контактної і нітрозної сульфатної кислоти</b></p> <p>Теоретичні основи процесу абсорбції цільового інгредієнту газової суміші. Фізико-хімічні засади визначення оптимальних умов абсорбції SO<sub>3</sub> з "контактного" газу. Розрахункові обґрунтування абсорбції SO<sub>3</sub>. Використання надсульфатних кислот при одержанні продукційної сульфатної кислоти.</p> <p>Обґрунтування технологічної схеми абсорбційного відділення. Конструкції основної апаратури абсорбційного відділення. Новітні розробки в напрямку удосконалення процесів абсорбції газів. Автоматизація абсорбційного відділення.</p> <p>СРС: Провести розрахунок теоретичного виходу олеуму в продукції (за варіантами) сульфатнокислотного цеху.</p> <p>Література: 1-3, 6, 11, 19</p>



16	<p>Виробництва контактної сульфатної кислоти за методами СО-1 і СО-2: недоліки класичних схем виробництва сульфатної кислоти ("довгих схем"); теоретичні засади процесу СО. Ефект ЗАПК (захоплення аерозолів працюючим каталізатором). Розрахункові обґрунтування процесу СО. Технологічні схеми СО-1 і СО-2.</p> <p>Нітрозна сульфатна кислота. Фізико-хімічні основи нітрозного процесу. Технологічна схема, режим і апаратура баштових систем. Недоліки сучасних схем. Науковий внесок кафедри у вирішення проблем вдосконалення технології нітрозної сульфатної кислоти. Напрямки подальшої модернізації цієї технології.</p> <p>Концентрування розбавлених сульфатних кислот.</p> <p>СРС: Провести (за варіантами) розрахунок вмісту Fe в сульфатній кислоті, одержаної методом СО.</p> <p>Література: 1-3, 5, 6, 3д.</p>
17	<p>Знешкодження викидних газів сульфатнокислотних систем. Розрахункові обґрунтування екологічної необхідності очищення викидних газів сульфатнокислотних систем. Методи знешкодження і утилізації викидних газів сульфатнокислотних виробництв та аналіз їх ефективності. Новітні розробки з забезпечення екологічної чистоти сульфатнокислотних виробництв.</p> <p>СРС: Провести розрахунок (за індивідуальними завданнями) <math>C_{max}</math> при використанні труби для розсіювання викидних газів, що містять <math>SO_2</math> і <math>SO_3</math>.</p> <p>Література: 1-3, 5-7, 11д.</p>
18	<p><b>Прогресивні напрямки вдосконалення технології сульфатної кислоти</b></p> <p>Стратегічні напрямки вдосконалення хіміко-технологічних процесів. Підвищення одиничної потужності устаткування, застосування тиску, циркуляційні схеми. Аналіз цих напрямків на основі трьох принципів: випереджуючого загального рішення, комплексної реалізації факторів інтенсифікації (принцип доповнення), принципу реальної перспективи.</p> <p>Циркуляційні схеми з застосуванням тиску і кисню. Циркуляційно-конденсаційні системи. Суміщений агрегат "<math>FeS_2-Fe_2O_3</math>". Нестационарний катализ. Суміщення виробництв <math>H_2SO_4</math>, <math>H_2</math>, <math>O_2</math> і ядерної енергії. Струмінно-циркуляційний шар. Біотехнологічні методи.</p> <p>СРС: Провести порівняльний аналіз методів окиснення <math>SO_2</math> в КШ і на струмінно-циркуляційних шарах.</p> <p>Література: лекційний конспект, ресурси INTERNET'у.</p>
19	<p>Одержання сульфатної кислоти з гіпсу і фосфогіпсу, з топкових газів, з викидних газів металургійних виробництв, з відпрацьованих кислот. Техніко-економічний і екологічний аналіз цих технологій.</p> <p>Теплові процеси при виробництві сульфатної кислоти. Баланс енергії. Методи і обладнання для утилізації і перетворення енергії екзотермічних процесів в енерготехнологічних схемах виробництва сульфатної кислоти. Котли-утилізатори ВТКУ, ГТКУ.</p> <p>СРС: Обґрунтувати технологічну схему одержання сульфатної кислоти з топкових газів ТЕЦ, що працюють на донецькому вугіллі.</p> <p>Література: 1-3, 5, 18.</p>
20	<p><b>Конструкційні матеріали у виробництвах агресивних газуватих і рідинних сірко-, хлор- і фторвмісних сполук</b></p> <p>Корозія. Корозійна стійкість металів. Метали, сплави, хімічно стійкі неорганічні і органічні (полімерні) матеріали: сталь, алюміній, сплави, мідь, титан, кислототривкий цемент, кам'яне лиття, емаль, гума, "Полян", АТМ-1, арзаміт (аспліт), синтетичні латекси, фаоліт, вініпласт, поліізобутилен, поліетилен, фторопласти-3,4, полістирол, резольні і новолачні смоли. Інгібітори корозії.</p> <p>Техніка безпеки у виробництві неорганічних речовин.</p> <p>Література: 1-3, 5, 3д.</p>

<b>Розділ 2. Технологія галогенвмісних мінеральних кислот та суміжних сполук</b>	
21	<p><b>Теоретичні засади і технології фторвмісних неорганічних сполук</b></p> <p>Області застосування фтористих сполук і їх властивості. Джерела отримання фтористих сполук і технологічні способи їх одержання. Технологічна схема одержання безводного фториду водню і плавикової кислоти з флюориту. Одержання фториду-біфториду амонію з викидних фтор-газів тукових виробництв.</p> <p>СРС: Визначити екологічні обмеження кислотних методів розкладання природної фторвмісної сировини.</p> <p>Література: 10, 15, 9д.</p>
22	<p><b>Теорія і технології хлорвмісних неорганічних кислот і солей</b></p> <p>Фізико-хімічні властивості хлориду водню і соляної кислоти, області їх застосування. Способи виробництва хлориду водню. Фізико-хімічні основи і оптимальні технологічні режими прямого синтезу хлориду водню. Апаратурне оформлення процесу.</p> <p>СРС: Надати обґрунтування особливостям адіабатичній абсорбції HCl за методом Гаспаряна.</p> <p>Література: 17, 6 д.</p>
23	<p>Засоби захисту рослин від хвороб і шкідників. Властивості хлороксиду міді. Способи його виробництва. Фізико-хімічні і технологічні засади методу одержання хлороксиду міді з використанням мідних відходів (мідного лому) і природного вапняку. Вибір і обґрунтування раціональних технологічних параметрів виробництва хлороксиду міді.</p> <p>СРС: Скласти порівняльну характеристику хлороксиду міді і інших сполук міді як засобів захисту рослин.</p> <p>Література: 10, 17.</p>
24	<p>Області застосування, способи одержання бертолетової солі (хлорату калію). Фізико-хімічні основи технології виробництва <math>KClO_3</math> з використанням "вапняного молока". Вибір і обґрунтування технологічної схеми виробництва бертолетової солі.</p> <p>СРС: Визначити шляхи використання відходу виробництва бертолетової солі - кальцію хлориду.</p> <p>Література: 10, 17, 11д.</p>
25	<p><b>Хіміко-технологічні процеси при гідрометалургійному виробництві сполук кольорових металів, алюмінію, урану</b></p> <p>Типові хіміко-технологічні процеси в гідрометалургії. Виробництва глинозему з природних бокситів, сієнітів, каолінів, нефелінів. Одержання кольорових металів та неорганічних солей на їх основі з природної сировини і техногенних відходів. Екологічні аспекти відповідних виробництв.</p> <p>СРС: З використанням кафедральних розробок обґрунтувати раціональні прийоми утилізації відходу виробництва глинозему з бокситів - "червоного шламу".</p> <p>Джерела інформації: Звіти з НДР кафедри ТНР та ЗХТ (2012-2014 рр.)</p>
26	<p>Характеристика урану та його сполук. Особливості збагачення уранвмісної сировини. Технології одержання концентрату і сполук урану. Екологічні аспекти уранового виробництва.</p> <p>СРС: Обґрунтувати технологічну схему виробництва уранового концентрату іонообмінним розділенням технологічних розчинів.</p> <p>Література: 17.</p>
27	<p><b>Неорганічні хіміко-технологічні процеси у виробництві тугоплавких матеріалів</b></p> <p>Номенклатура тугоплавких неорганічних виробів. Сировина, що використовується у виробництві тугоплавких неорганічних матеріалів. Типові виробничі процеси. Технологічні схеми виробництва портланд-цементу і керамічних матеріалів.</p> <p>СРС: Визначити вплив компонентів шихт на процес мінералізації при утворенні цементного клінкеру.</p> <p>Література: 10д.</p>

## 5. ПРАКТИЧНІ ЗАНЯТТЯ

Основним завданням і метою практичних занять з кредитного модулю ХТНР-1. ТМКС є закріплення теоретичних знань, набутих на лекціях і при самостійній роботі студентів, для вирішення конкретних, практичного характеру завдань з фахового напрямку, набуття студентами вмінь, навичок, здатності і компетенції проведення технологічних і проектно-конструкторських розрахунків з фаху.

При цьому одночасно ставиться за мету й поглиблення теоретичних знань при усвідомленні студентами методики застосування цих знань для розрахункового обґрунтування реальних рішень з професійної діяльності. Практичні заняття забезпечують також умови більш кваліфікованого виконання курсового проекту (Додаток Г) з навчальної дисципліни ХТНР-1. ТМКС.

№ п/п	Назва теми заняття та перелік основних питань (перелік дидактичного забезпечення, посилання на літературу та завдання на СРС)
1	<p><b>БАЛАНСИ</b>  Матеріальні і енергетичні баланси процесів випалювання сірчаного колчедану і спалювання елементарної сірки та сірководневих газів.  Література: 5, 6, 7, 8, 1д, 5д.  Завдання на СРС: Порівняти теплові ефекти процесів на еквівалентну одиницю вихідної сировини.</p>
2	<p><b>ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ СІРЧИСТИХ ГАЗІВ ВІД ПИЛУ</b>  Розрахунковий вибір обладнання для очищення сірчистих газів від технологічного пилу.  Література: 3, 5, 16, 5д, 8д.  Завдання на СРС: За варіантами визначити припустиму лінійну швидкість газового потоку в "сухому" електрофільтрі.</p>
3	<p><b>КОНТАКТНЕ ОКИСНЕННЯ SO<sub>2</sub></b>  Розрахунки процесу контактного окиснення оксиду сірки (IV) на ванадієвих каталізаторах.  Література: 1, 5-7, 5д.  Завдання на СРС: Завершити розрахунки з визначенням оптимального об'єму контактної маси (за варіантами).</p>
4	<p><b>РЕЖИМ С.О.</b>  Розрахункові обґрунтування режимів С.О.-1 і С.О.-2 у виробництві контактної сульфатної кислоти.  Література: 1, 2, 8.  Завдання на СРС: Розрахувати (за варіантами) гранично припустиму тривалість роботи гетерогенного каталізатора в умовах С.О.-1</p>
5	<p><b>ТЕПЛОВА СТІЙКІСТЬ ХІМІЧНИХ РЕАКТОРІВ</b>  Розрахунки умов теплової стійкості гетерогенного каталітичного процесу окиснення SO<sub>2</sub>.  Література: 1, 2, 5, лекційний конспект.  Завдання на СРС: Розрахувати (за варіантами) умови стійкості процесу при байпасі частини свіжого сірчистого газу.</p>
6	<p><b>ЕНЕРГОТЕХНОЛОГІЧНІ СХЕМИ</b>  Розрахункові обґрунтування раціонального використання енергії у виробництві контактної сульфатної кислоти.  Література: 1, 2, 8, 16, 19  Завдання на СРС: Визначити (за варіантами) коефіцієнт корисного використання теплової енергії у виробництві контактної сульфатної кислоти.</p>

7	<p><b>ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ВИРОБНИЦТВА</b>          Розрахункові обґрунтування заходів з підвищеної екологічності технології контактної і нітрозної сульфатної кислоти.          Література: 1, 5-7, 8д.          Завдання на СРС: Розрахувати (за варіантами) максимальну приземну концентрацію SO<sub>2</sub> і порівняти її з ГПК.</p>
8	<p><b>ХЛОРВМІСНІ НЕОРГАНІЧНІ СПОЛУКИ</b>          Розрахунок процесу абсорбції хлориду водню у адіабатичних умовах.          Література: 6, 17, 6д.          Завдання на СРС: Розрахувати максимально можливу концентрацію соляної кислоти за способом, що розглядається (за варіантами).</p>
9	<p><b>ФТОРВМІСНІ НЕОРГАНІЧНІ СПОЛУКИ</b>          Розрахунки сульфатнокислотного процесу розкладання природної фторвмісної сировини (флюориту).          Література: 17, 9д.          Завдання на СРС: Розрахувати (за варіантами) вихід фториду водню і фторогіпсу.</p>

## 6. ЛАБОРАТОРНІ ЗАНЯТТЯ

Лабораторні заняття за програмою кредитного модулю ХТНР-1.ТМКС не передбачені.

## 7. САМОСТІЙНА РОБОТА

№ п/п	Назва теми, що виноситься на самостійне опрацювання	Кількість годин СРС
1	Основний перелік тем і видів самостійної роботи студентів надано в розділах 4 і 5 робочої програми кредитного модулю ХТНР-1.ТМКС	39
2	Підготовка до екзамену	36
ВСЬОГО:		75

## 8. ІНДИВІДУАЛЬНІ ЗАВДАННЯ

Метою індивідуальних завдань (в тому числі - курсового проекту) кредитного модулю ХТНР 1.-ТМКС є стимулювання студентів до самостійного осмислення теоретичного і фактичного матеріалу, самостійного виконання супроводжуючих навчальний матеріал навчально-розрахункових завдань, формування вмінь і навичок пошуку інформації з спеціальності (в т.ч., з використанням INTERNET), здатності до вирішування та обґрунтування рішень реальних фахових завдань. Виконання індивідуальних завдань сприяє формуванню професійної особистості майбутнього фахівця.

*Індивідуальні завдання з дисципліни ХТНР 1.-ТМКС включають:*

1. Курсовий проект з хімічної технології контактної сульфатної кислоти.
2. Індивідуальні розрахунково-графічні поточні завдання (домашні) ДЗ з дисципліни ХТНР 1.-ТМКС (тематика ДЗ викладено в розділі 4 як СРС за темами).
3. Аналітичні огляди з тем, що передано на самостійне вивчення, а також підготовка докладів з новітніх технологічних рішень за інформацією з INTERNET.
4. Підготовку до виконання, безпосереднє виконання, обробку і оформлення розрахункових практичних робіт, в тому числі, навчально-дослідницького типу.
5. Розробку алгоритмів і програм розрахунків матеріального і енергетичного балансів з тем курсового проекту з ХТНР 1.-ТМКС.

Тематика, завдання та вимоги до курсового проекту детально описані в робочій програмі відповідного кредитного модулю - Курсового проекту з дисципліни "Хімічна технологія неорганічних речовин-1. Технологія мінеральних кислот і солей".

## 9. КОНТРОЛЬНІ РОБОТИ

Метою контрольних робіт є ревізія і закріплення теоретичних знань, що набуті на лекціях і закріплені на практичних заняттях при СРС.

За робочим навчальним планом передбачено проведення однієї МКР, яка, з огляду на більш раціональну організацію контролю знань, розділена на 5 контрольних робіт (в тому числі, у формі бліц-контрольних робіт) тривалістю до половини академічної години. Тематика і час проведення контрольних робіт визначено в розділі 4 даної програми.

Методика проведення контрольних робіт - індивідуальні письмові відповіді на ряд питань за відповідними темами.

Формами контролю СРС є також усне опитування на лекціях та практичних заняттях, перевірка виконання домашніх завдань (ДЗ).

Контрольні питання формуються на підставі матеріалу Додатків А і Б.

## 10. РЕЙТИНГОВА СИСТЕМА ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

Положення про рейтингову систему оцінювання знань студентів з кредитного модулю - 1 наведено у Додатку В.

## 11. МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

Комплексне і системне вивчення кредитного модулю досягається взаємозв'язком лекцій і практичних занять. Підвищенню рівня засвоєння матеріалу сприяє також виконання курсового проекту.

При викладанні дисципліни слід акцентувати увагу студентів на тісний зв'язок фізико-хімічних основ процесів з технологічними режимами відповідних виробництв, з конструкцією реакторів, з послідовністю їх розташування в технологічному ланцюзі. Треба також пов'язувати перелічені питання з вибором конструкційних матеріалів для обладнання, з рішенням щодо умов ефективного, раціонального, екологічного, безпечного проведення технологічних процесів.

В основу програми даної дисципліни покладено авторські підходи і нароби, що напрацьовані на кафедрі ТНР,В та ЗХТ протягом багатьох років і узагальнені в ряді підручників і навчальних посібників, виданих кафедральними авторами, а також в кафедральних звітах з наукових досліджень за тематикою даної дисципліни.

Лекційний матеріал є квінтесенцією досить широкої інформації про процеси, що вивчаються, з термодинамічної, технологічної точок зору і викладається виключно в проблемному, іноді дискусійному плані з акцентом на зв'язок теоретичних засад процесів з особливостями і реаліями їх реалізації на практиці (на передових вітчизняних і закордонних підприємствах).

## 12. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

### Базова

1. Яворський В. Технологія сірки і сульфатної кислоти. - Львів: НУ"ЛУ", 2010. - 404 с.
2. Амелин А.Г. Технологія серної кислоти. - М.: Химия, 1983.- 360 с.
3. Васильев Б.Т., Отвагина М.И. Технологія серної кислоти. - М.: Химия, 1985.-328 с.
4. Менковский М.А., Яворский В.Т. Технологія серы. - М.: Химия, 1985. - 328 с.
5. Справочник сернокислотчика /Под ред. К.М. Малина. - М.: Химия, 1971.- 744 с.
6. Позин М.Е., Копылев Б.А., Бельченко Г.В. Расчёты по технологии неорганических веществ. - М.: Химия, 1977. - 495 с.
7. Астрелін І.М., Запольський А.К., Супрунчук В.І., Прокоф'єва Г.М. Теорія процесів виробництв неорганічних речовин. - К.: Вища школа, 1992. - 399 с.
8. Астрелін І.М. , Князев Ю.В., Манчук Н.М. та ін. Методичні вказівки до вивчення дисципліни "Хімічна технологія неорганічних речовин", виконання лабораторного практикуму, практичних, контрольних робіт та курсових, проектів (робіт). - К.: НТУУ "КПІ", 1998. - 58 с.

9. Методичні вказівки до проведення лабораторного практикуму з курсу "Хімічна технологія неорганічних речовин" для студентів денної і заочної форми навчання /Л.М.Астрелін, Н.М.Манчук, Г.М.Прокоф'єва та ін. - К.: НТУУ "КПІ, 1997. - 88 с.
10. Позин М.Е. Технология минеральных солей. - Л.: Химия, 1970. - 4.1.2.-1158 с.).
11. Аранская О.С. Сборник задач и упражнений по химической технологии и биотехнологии. - Минск: Университетское, 1989. - 311 с.
12. Мулярчук І.Ф. Основи виробництва. - К.: ВЦ НАУ, 2001. - 267 с.
13. Хімічні технології та хімічна промисловість /Л.М.Астрелін та ін. - К.: УАБ, 1998. - 172 с.
14. Методи розрахунків у технології неорганічних виробництв (т. 1. Зв'язаний азот): Підручник /Лобойко О.Я., Товажнянський Л.Л., Слабун І.О. та ін. -Харків: НТУ "ХПІ, 2001. - 512 с.
15. Зайцев В.А , Новиков А.А., Родин В.И., Производство фтористых соединений при переработке фосфатного сырья. - М.: Химия, 1982.-247 с.
16. Кожухар В.Я., Шамшурін О.В., Попова І.М., Сірчана кислота - Одеса: Екологія, 2005. - 192 с.
17. Химическая технология неорганических веществ /Под ред. проф. Т.Г.Ахметова. - М.: Высшая школа, 2002. - 533 с. (книга 2).
18. Демиденко І.М., Янковський Н.А., Мельников Б.И. Производство серной кислоты. - Горловка: ОАО "Концерн Стирол", 2008. - 220 с.
19. Лобойко О.Я., Гринь Г.І., ТОВАЖНЯНСЬКИЙ АЛ. Теоретичні основи технології неорганічних виробництв. - Харків: НТУ "ХПІ", 2017. - 152 с.

#### **Допоміжна**

1. Терновская А.Н., Коренберг Я.Б.Обжиг серного колчедана в кипящем слое. - М.: Химия, 1991. - 198 с.
2. Астрелин И.М., Гладушко В.И. Сера и серная кислота / Развитие технологии на Украине, т. 1- К.: Наукова думка, 1976. - с. 56-94.
3. Зайцев П.М., Владимирская Т.Н., Кельман Ф.Н. Аналитический контроль в производстве серной кислоты. - М.: Химия 1979. - 286 с.
4. Амелин А.Г. Теоретические основы образования тумана при конденсации пара. - М.: Химия, 1982. - 221 с.
5. Астрелин И.М., Гладушко В.И., Князев Ю.В. и др. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов под контролем преподавателей и выполнению домашних заданий по курсу "Химическая технология неорганических веществ." - К.: КГШ, 1988. - 40 с.
6. Левинский М.И., Мазанко А.Ф., Новиков И.Н. Хлористый водород и соляная кислота. -М.: Химия, 1985. - 160 с.
7. Расчеты химико-технологических процессов /Под ред. И.П.Мухленова. Л.: Химия, 1982 - 248 с.
8. Михайленко Г.Г., Миронов Д.В., Сигал И.Я. Защита воздушного бассейна от оксидов серы - Одесса: Астропринт, 2001. - 84 с.
9. Галкин Н.П., Зайцев В.А., Серегин М.Б. Улавливание и переработка фторсодержащих газов. - М.: Атомиздат, 1975. - 239 с.
10. Пащенко А.А. Общая технология силикатов. - К.: Высш. шк., 1983. - 354 с.
11. Ф.Шрайбман С.С. Производство бертолетовой соли и других хлоратов. - М.: Химия, 1958. - 367с.

### **13.ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ:**

<http://tnr.xtf.kpi.ua/n/dis/HTNR1>

<http://xtf.kpi.ua/z/tnr/vykladachi/astrelin>

ОСНОВНА ТЕМАТИКА МОДУЛЬНОЇ І ПОТОЧНИХ (Бліц)  
КОНТРОЛЬНИХ РОБІТ

1. Фізико-хімічні властивості сірки, сульфатної кислоти та напівпродуктів її виробництва.
2. Теоретичні та технологічні засади спалення сірки, сірководню та сірчаного колчедану.
3. Теорія, технологія та обладнання "сухих" та "мокрих" способів очищення сірковмісних газів від пилу та домішок.
4. Контактне окиснення оксиду сірки (IV).
5. Фізико-хімічні і технологічні засади абсорбції  $SO_3$ .
6. Новітні технологічні та екологічні рішення в технології сульфатної кислоти.
7. Конструкційні матеріали у виробництві агресивних мінеральних кислот і солей.
8. Особливості адіабатичної абсорбції  $HCl$ .
9. Фізико-хімічні засади одержання неорганічних хлоридних сполук.
10. Глинозем з природної сировини: хімія, технологія.
11. Технологія фторвмісних неорганічних сполук.

**ЕКЗАМЕНАЦІЙНО-МОДУЛЬНІ ПИТАННЯ**  
**КРЕДИТНОГО МОДУЛЮ ХТНР-1**  
**"ТЕХНОЛОГІЯ МІНЕРАЛЬНИХ КИСЛОТ І СОЛЕЙ"**

(Одночасно це питання для контролю і самоперевірки знань)

1. Сірчана (сульфатна) кислота - один з продуктів, що найбільш широко застосовується. В той же час, при існуючому рівні виробництва (скільки млн. т мнг на рік в Україні в 2015 або 2016 р.?), вона в Україні дефіцитна (чому?), і отримання її екологічно шкідливе (чому?). Назвіть конкретні сфери її використання (процеси, галузі та ін.), де сульфатну кислоту можна зекономити або замінити на іншу, менш дефіцитнішу речовину (яку?).
2. Чому сульфатна кислота належить до числа сильних кислот (поясніть з фізико-хімічних позицій)?
3. Історично першим способом отримання сульфатної кислоти ("купоросного масла") була суха перегонка сульфату заліза (II) (напишіть реакцію). Які причини, на вашу думку, того, що надалі від цього способу відмовилися? На сьогодні в Україні накопичилось багато мільйонів тон сульфату заліза (II) - відпадка виробництва оксиду титана (IV) ( $TiO_2$  використовується для титанових білих барвників). Як, на Вашу думку, можна, з урахуванням сучасної технології, залучити ці відпадки до виробництва сульфатної кислоти?
4. Підрахуйте, скільки кг оксиду сірки (VI) міститься в 1 т 92%-ої сульфатної кислоти? 102%-ої сульфатної кислоти? Зв'язаного? Вільного? Загального?
5. Підрахуйте, скільки теплоти виділяється при змішуванні 1 т 10%-ої і 1 т 92%-ої сульфатних кислот?
6. Підрахуйте, скільки теплоти виділяється при розведенні 1 т 92%-ої сульфатної кислоти до 75%-ої?
7. Чим зумовлено те, що сульфатна кислота за ДСТУ виробляється саме 75%-ої? 92%-ої?
8. Чому в баштовій сульфатній кислоті припустимий вміст оксидів азоту по ДСТУ в 1000 разів більш високий, ніж в контактній?
9. Оксид сірки (IV) зріджується при температурі 263 К. Як забезпечити його зрідження при температурі вище 298 К?
10. Що називають "сухою сульфатною кислотою"?
11. Яким показником характеризують швидкість корозії матеріалів? Як практично її визначити?
12. Що таке хімічна корозія? Електрохімічна корозія? Пасивація? Пасивність?
13. Порадьте конструкційні матеріали для експлуатації у середовищі 75%-ої сульфатної кислоти при температурі до 373 К.
14. Розшифруйте склад сплаву 06X23H28M3ДЗТЮА.
15. Що таке легівні елементи і яка мета їх введення в сталі?
16. Назвіть рецептуру силікатного кислотостійкого цементу.
17. Напишіть формулу (а, за можливістю, і реакцію отримання) фаоліту, вініпласту, поліізобутилену, поліетилену, полістиролу, фторопласта, АТМ, арзаміту. З якої причини ці органічні матеріали мають невисоку температурну межу експлуатації?



18. Назвіть природні мінерали - потенційну сировину для виробництва сульфатної кислоти або ті, що використовуються сьогодні?
19. Які джерела сировини, що містить сірку, є в Україні?
20. Напишіть хімічні формули мінералів: глаубериту, халькопірита, мірабіліту, вуглисто колчедану, гіпсу, фосфогіпсу, герсдорфіту, арсенопіриту.
21. Що таке "насіпна густина" твердого матеріалу?
22. Опишіть схему отримання з природної сировини флотаційного сірчаного колчедану. Які його марки та характеристики?
23. Що таке піротин? Вуглистий колчедан? Марказит? Пірит? Наведіть структурну формулу піриту.
24. Які примішкові елементи містяться в сірчаному колчедані?
25. Які домішки (і в якій формі) сірчаного колчедану переходять в газову фазу при його випалу?
26. Наведіть схему появи оксиду сірки (IV) в викидних газах кольорової металургії, в пічних газах, в агломераційних газах.
27. Як збагачується вуглистий колчедан?
28. Які ГДК по оксидам сірки (IV та VI)?
29. Який масштаб виробництва та яка потреба в елементарній сірці в Україні в 2014 році?
30. Чому тверда сірка має 2 температури плавлення?
31. У чому причина екстремальних температурних залежностей в'язкості рідкої сірки?
32. Опишіть механізм формування епігенетичних (екзогенних) відкладень природної сірки.
33. Викладіть суть методу ПВС (спосіб Фраша).
34. Як збагачується порода, що містить сірку?
35. Що таке газова сірка і як вона утворюється?
36. Опишіть принципові положення отримання сірки за способом Клауса.
37. Що таке "травильні розчини" і як їх можна утилізувати ?
38. Опишіть хімічну схему отримання сірки на основі сірчаного колчедану і недогарку.
39. Охарактеризуйте хімізм переробки алуніту в оксид сірки (IV), глинозем, калійне добриво.
40. Як переробити фосфогіпс на сульфатну кислоту?
41. Підрахуйте кількість тепла, що виділяється при повному спалюванні 1т 45%-го (по сірці) сірчаного колчедану.
42. Розрахуйте склад випалювального газу (при спалюванні сірчаного колчедану), якщо він містить 10% оксиду сірки (IV) і 0,1% оксиду сірки (VI).
43. Розрахуйте склад сірчистого газу (при спалюванні сірководню), якщо: вміст сірководню у вихідному газі дорівнює 95%, вологість його 1%, вологість повітря 2%, витрата повітря -  $9,25 \text{ м}^3/\text{м}^3$  сірководневого газу.
44. Розрахуйте необхідну для добування 1т мнг кількість сірчистого газу (в  $\text{нм}^3$ ), що містить 10% оксиду сірки (IV) (втрати 5%).
45. Як утримати частину арсену при обпалі сірчаного колчедану в складі недогарку?
46. Наведіть схему розрахунку температури випалювального газу, що виходить з печі (будь-якого типу) для обпалювання сірчаного колчедану.
47. Назвіть величину максимально можливої концентрації оксиду S (IV) в сірчистому газі при повітряному спалюванні сірки.

48. Який механізм від'ємного впливу сполук фтору на каталізатори виробництва сульфатної кислоти ?
49. Поясніть терміни "фактор і коефіцієнт форми" твердих несферичних частинок.
50. Що таке "порожність шару" твердих частинок? Як її практично визначити?
51. Як розрахувати густину довільної суміші газів?
52. Викладіть принципові положення одержання безводного HF і плавикової кислоти з флюориту та фториду-біфториду амонію з викидних фторвмісних газів.
53. Розрахуйте ступінь вигорання сірки, якщо при обпалі КСФ-1 в недогарку залишилось 1% сірки.
54. Розрахуйте кількість недогарку, що утворюється при обпалі 1 т 45%-вого сірчаного колчедану при вмісті сірки в недогарку 0,9%.
55. Обґрунтуйте технологічну схему одержання хлороксиду міді з мідного лому і вапняку.
56. Яким повинен бути режим сульфатизуючого випалювання сірчаного колчедану? Яке цільове призначення такого обпалу?
57. Поясніть призначення форкамери в печі КШ для обпалу сірчаного колчедану.
58. Обґрунтуйте фізико-хімічні засади виробництва  $\text{KClO}_3$ .
59. Поясніть технологічні засади виробництв глинозему з природної сировини (якої?).
60. Назвіть провідні фірми світу, що спеціалізуються в розробці апаратурних і технологічних рішень в технології сульфатної кислоти.
61. Обґрунтуйте послідовність розташування апаратури в пічному відділенні СКЦ, що працює на сірчаному колчедані.
62. В чому є ідея застосування агрегату - печі КШЦП? ПКШМ? Намагайтесь відобразити всі аспекти ідеї.
63. Який із існуючих методів видалення недогарка від печей КШ здається Вам найбільш раціональним ? Чому? Запропонуйте свій спосіб.
64. Чому недогарок, що містить 50% заліза, не можна безпосередньо використовувати в металургійному виробництві? Як його підготувати до утилізації ?
65. Охарактеризуйте напрямки і способи утилізації колчеданного недогарка.
66. Який принцип розрахунку, на Вашу думку, повинен бути покладений в методику розрахунку довжини циклонної печі для спалювання сірки ?
67. Чим лімітується продуктивність печей для спалювання паливних речовин (зокрема, сірки)?
68. Охарактеризуйте механізм та стадії вибухового горіння крапель сірки.
69. Розрахуйте запиленість газу і навантаження (по пилу) на каталізатор (за рік), якщо в сірці міститься 0,01% (мас.) золи (концентрація сірчаного газу 9% по оксиду сірки (IV); потужність СКЦ 1 тис. т мнг на добу).
70. Опишіть методи очистки газів від сірководню.
71. Як забезпечити безаварійність і оптимальність спалювання сірководню у виробництві сульфатної кислоти ?
72. Обґрунтуйте раціональні способи і послідовність апаратного оформлення технології сухого пилоочищення обпалювального газу (можна без формул, тобто якісно).
73. Проведіть вивід формул для розрахунку швидкості осадження частинок в циклоні (в полі дії відцентрових сил).
74. Опишіть принцип роботи турбулентного газопромивача - скрубера Вентурі.

75. Чи можливо в електрофільтрі здійснити очистку газів від твердих частинок, що не проводять струм?
76. Як розраховується сумарний ступінь очистки, перетворення та ін. для послідовних однотипних апаратів?
77. В чому полягають недоліки мокрого методу очистки обпалювального газу? Як їх уникнути?
78. Вивести залежність рівноважного ступеня перетворення оксиду сірки (IV) в оксид сірки (VI) від температури.
79. Пояснити принцип алгоритмізації комп'ютерного розрахунку об'єму каталізатора при контактному окисненні оксиду сірки (IV).
80. Зобразити на графіку X - T хід процесу контактного окиснення оксиду сірки (IV), якщо після першого шару каталізатора охолодження газу здійснюється додаванням до нього холодного повітря (або холодного свіжого газу).
81. Що таке адіабатичний розігрів?
82. Пояснить, чому при використанні КШ каталізатора сірчастий газ можна подавати в контактний апарат з температурою нижче температури запалення каталізатора.
83. Де швидкість процесу контактного окиснення оксиду сірки (IV) вище: в нерухомому шарі чи в КШ каталізаторі? Чому?
84. Пояснить зміст визначення "стабільна система".
85. Що називають "параметричною чутливістю шару каталізатора"? Як її експериментально визначити ?
86. Обґрунтуйте вибір концентрації сульфатної кислоти і технологічної схеми при абсорбції оксиду сірки (VI). В чому полягає ідея ПК - ПА? ПтК - ПтА?
87. Обґрунтуйте фізико-хімічні засади сульфатного методу і методу прямого синтезу HCl.
88. Чи слід знешкоджувати газ, що відходить і містить 0,1% об. оксиду сірки (IV) і 0,01% об. оксиду сірки (VI)? Чому? Як?
89. В чому суть метода С.О. в виробництві сульфатної кислоти?
90. Як Ви розумієте вираз "енерготехнологічне виробництво" взагалі і щодо виробництва сульфатної кислоти, зокрема? Наведіть ступінь використання енергії в сучасних схемах виробництва сульфатної кислоти. Де Ви бачите резерви підвищення "енерготехнологічності" виробництва сульфатної кислоти?
91. Обґрунтуйте технологію одержання уранового концентрату і сполук урану.
92. Чи раціонально застосовувати тиск в виробництві сульфатної кислоти? На яких стадіях? Чому? Які труднощі можуть утворитися при виробництві сульфатної кислоти під тиском?
93. Проаналізуйте переваги, економіку виробництва сульфатної кислоти за циклічною схемою.
94. Дайте аналіз переваг та недоліків нітрозного способу виробництва сульфатної кислоти.
95. Викладіть суть переваг, недоліків нестационарного методу каталізу в виробництві сульфатної кислоти.
96. Опишіть принципові положення розімкнутого методу сумісного виробництва сульфатної кислоти та водню.
97. Комплекс яких технологічних заходів, на Вашу думку, може забезпечити екологічно чисте виробництво сульфатної кислоти?

98. Знання з яких попередніх фундаментальних і інженерних дисциплін знадобилися Вам при вивченні даного курсу?

99. Чи підвищилась, на Вашу думку, Ваша загальнонаукова та інженерна ерудиція в процесі вивчення даного курсу? В чому це виявлялось, якщо відповідь позитивна?

100. Ваші пропозиції та зауваження щодо вдосконалення методики викладання курсу.

Примітка 1: Відповідь при письмовому складанні екзамену (зі 100 питань) на кожне запитання оцінюється в балах від 0 до 1,71 (відповідь з яскравою творчою інноваційною складовою може бути оцінена і більш, ніж 1,71 балом - до 2-3 балів). Перевідна шкала на ECTS - див. таблицю 1.

Примітка 2: Питання при усному складанні екзамену формуються з наведених вище питань.

Затверджено на засідання кафедри ТНР,В та ЗХТ "13" червня 2018 р., протоколом № 13.

**Склали:** \_\_\_\_\_ **проф. Астрелін І.М.**  
\_\_\_\_\_ **доц. Толстопалова Н.М.**

В/о зав. кафедри ТНР,В та ЗХТ

доц. Н.М.Толстопалова

**ПОЛОЖЕННЯ**  
**про рейтингову систему оцінки успішності студентів**

з кредитного модуля 2-08: *ХІМІЧНА ТЕХНОЛОГІЯ НЕОРГАНІЧНИХ РЕЧОВИН-1. МІНЕРАЛЬНИХ КИСЛОТ І СОЛЕЙ*

(код і назва)

для напрямку 6.051301 Хімічна технологія

професійного спрямування – Хімічні технології неорганічних речовин

(шифр і назва)

факультету: хіміко-технологічного

кафедри: Технології неорганічних речовин, водоочищення та загальної хімічної технології

Розподіл навчального часу за видами занять і завдань дисципліни згідно з робочим навчальним планом:

СЕМЕСТР / ШИФР КРЕДИТНОГО МОДУЛЯ ЗА ОПП	Всього годин	Розподіл годин за видами занять						Кількість МКР	Семестрова атестація
		Лекції	Практичні заняття	Семінари	Лабораторні роботи	Комп'ютерні й практикум	СРС		
ВП-09/1	165	54	36	-	-	-	75	1	Екзамен

# ОЦІНЮВАННЯ УСПІШНОСТІ НАВЧАННЯ ТА ВИЗНАЧЕННЯ РЕЙТИНГУ СТУДЕНТІВ ПРИ ВИВЧЕННІ ДИСЦИПЛІНИ «ХІМІЧНА ТЕХНОЛОГІЯ НЕОРГАНІЧНИХ РЕЧОВИН-1 ТЕХНОЛОГІЯ МІНЕРАЛЬНИХ КИСЛОТ І СОЛЕЙ»

## 1. Принципи побудови рейтинго-модульної системи (РМС) та її функціонування

РМС має на меті оцінку систематичності та успішності роботи студентів з дисципліни. В основу РМС покладено поопераційний контроль і накопичення рейтингових балів за різнобічну навчально-пізнавальну діяльність студентів.

Навчальний матеріал дисципліни ХТНР-1 розподіляється на 2 модуля.

**МОДУЛЬ** – це логічно завершена частина навчального матеріалу дисципліни.

**РЕЙТИНГОВА ОЦІНКА**  $r_k$  - це певні бали, які отримує студент за певну навчальну діяльність (за наслідками поточного експрес-контролю на лекціях, за виконання індивідуальних домашніх завдань, за результатами бліц-контролю тощо).

Підсумковий семестровий рейтинг з дисципліни ( $R_c$ ) – це кількісна оцінка рівня засвоєння студентом навчальної діяльності протягом семестру.  $R_c$  формується як сума всіх рейтингових оцінок  $r_k$ , а також заохочувальних та штрафних балів ( $r_s$ ):

$$R_c = \sum_k r_k \pm \sum_s r_s .$$

Студенти своєчасно інформуються про всі отримані рейтингові оцінки.

Для виставлення підсумкових оцінок до екзаменаційної відомості та залікової книжки  $R_c$  переводиться у традиційні оцінки та в одну з міжнародних кредитно-трансферних та акумулюючих систем оцінювання успішності (таблиця 1), а саме:

- “European Community Course Credit Transfer System” (ECTS);
- “Credit Accumulation and Transfer Scheme/System” (CATS) – британська система;
- “US Credit System” (US CS) – система США.

В даній РМС прийнято ECTS.

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

2.1. Чотири вірні, за критеріями оцінювання, відповіді (або участь і правильне чи творче інноваційне мислення, доречні запитання тощо у дискусіях при активних методах викладення лекційного матеріалу) за умови, що на одній лекції опитується 3 студента при максимальній чисельності груп 28 осіб:

$$\frac{27_{\text{лекц.}} \times 4_{\text{студ.}}}{27_{\text{студ.}}} \cong 4_{\text{відп.}} \text{ (кожного студента в середньому)}$$

2.2. Чотири відповіді (у дошки або при іншому способі представлення і захисту результатів) з оцінкою за нижчеприведеними критеріями на практичних заняттях за умови, що на одному занятті опитуються 6 студентів при максимальній чисельності групи 28 осіб:

$$\frac{18_{\text{практ.}} \times 6_{\text{студ.}}}{27_{\text{студ.}}} = 4_{\text{відп.}} \text{ (кожного студента в середньому);}$$

2.3. Виконання п'яти індивідуальних аналітичних оглядів з тем, переданих на самостійне вивчення та розрахункових домашніх завдань (за варіантами);

2.4. Модульна контрольна робота, що виконуються в 7 етапів.

2.5 Відповіді на письмовому (усному) екзамені.

### 3. Система рейтингових (вагових) балів та критерії оцінювання

#### 3.1. Усне опитування на лекційних заняттях

Ваговий бал - 4. Максимальна кількість балів на усіх лекційних заняттях дорівнює: 4 бали  $\times$  4 = **16 балів**.

##### *Критерії оцінювання відповідей:*

- 4 бали** - повна і безпомилкова відповідь на запитання лектора або творче чи оригінальне інноваційне мислення при відповіді на дискусійне, проблемне запитання;
- 3 бали** - повна і взагалі вірна відповідь з 1-2 незначними неточностями;
- 2 бали** - не зовсім повна, проте не з досить принциповими помилками відповідь або відповідь після деякої навідної допомоги лектора (або іншого студента);
- 1 бал** - неповна, фрагментарна відповідь з досить значними помилками;
- 0 балів** - принципова невірна відповідь.

#### 3.2. Робота на практичних заняттях

Ваговий бал - 5. Максимальна кількість балів на всіх практичних заняттях дорівнює: 5 балів  $\times$  4 = **20 балів**.

##### *Критерії оцінювання відповідей:*

- 5 балів** - безпомилкове виконання та представлення (захист) результатів власних розрахунків виданого завдання;
- 4 бали** - вірне в цілому рішення завдання з незначними недоліками в оформленні або похибками в окремих елементах розрахунку;
- 3 бали** - виконання та представлення концептуально вірного розрахунку з невеликими помилками, виправленими після навідної допомоги викладача;
- 2 бали** - неповне виконання завдання викладача або проведення розрахунку з грубими помилками;
- 1 бал** - виконання завдання з помилками принципового характеру як наслідок слабких знань матеріалу дисципліни.
- 0 балів** - абсолютно невірний розрахунок.

#### 3.3. Модульна контрольна робота (МКР)

МКР виконуються як окремо, так і у формі бліц-контрольних (БК)

МКР і бліц-контроль (всього їх 5) проводяться на лекційних заняттях. Тривалість МКР - 1 год. і одного БК складає до 25 хвилин. Одна БК включає 10 коротких питань (студенти питання не записують, тільки відповідь). МКР теж включає 10 питань, на які треба письмово відповісти за більший проміжок часу. Кожна відповідь з 10 оцінюється балами від 0 до 1. Отже максимальна кількість балів за одну БК і МКР дорівнює 10, за п'ять БК - **50 балів**.

*Примітка:* Контрольні питання для МКР (БК) вибираються з приведенного переліку залікових завдань і питань (Додаток А і Б)

### **Критерії оцінювання однієї відповіді на одне запитання одного БК**

**1 бал** - бездоганно вірна відповідь;

**0,9-0,8 балів** - вірна відповідь з 1 або 2 незначними недоліками;

**0,7-0,6 балів** - в цілому вірна відповідь, проте є 1-2 принципові недоліки у відповіді;

**0,5 бала** - вірна відповідь на не більше ніж 1/2 запитання;

**0,4-0,3 бала** - вірна відповідь на не більш ніж 40-30% запитання;

**0,2-0,1 бала** - з деяким наближенням вірна відповідь на не більш ніж 20-10% запитання.

**0 балів** - повністю невірна відповідь або практична відсутність відповіді взагалі.

*Примітка:* 1) Бал за одне питання МКР і БК може бути підвищено (>1 до 2 балів) за оригінальну, з творчим спрямуванням, розширену, але обов'язково з реальною професійною компетенцією відповідь.

2) Оцінка питань і завдань диференційного заліку (письмовий варіант) проводиться за критеріями МКР і БК оцінювання однієї відповіді на одне запитання.

### **3.4. Індивідуальні огляди з тем, переданих на самостійне вивчення та розрахунково-технологічні домашні завдання (ДЗ)**

Всього ДЗ - 5. Ваговий бал - 10. Максимальна кількість - **50 балів**.

#### **Критерії оцінювання ДЗ**

**10 балів** - бездоганне розкриття теми завдання (включаючи розрахункову частину) при належному оформленні і представленні на перевірку) у встановлений строк;

**9-8 балів** - повне розкриття теми завдання з 1 або 2 незначними зауваженнями при охайному оформленні ДЗ;

**7-6 балів** - достатньо повне розкриття теми і вірне вирішення розрахункових завдань при наявності ряду зауважень не принципового характеру, неточностей в розрахунках при грамотному викладанні матеріалу і охайному оформленні ДЗ;

**5-4 бали** - відносно повне розкриття теми завдання при наявності помилок і зауважень принципового характеру, зауважень щодо грамотності і охайності оформлення ДЗ;

**3-1 бали** - недостатнє або дуже слабке розкриття теми, суттєві помилки в розрахунках при неграмотному викладанні тексту і при неохайному оформленні ДЗ.

**0 балів** - не представлення результатів виконання ДЗ у встановлений строк.

*Примітка:* Бали від 1 до 10 одержують за виконання ДЗ студентами, що представили ДЗ у встановлений строк.

### **4. Штрафні та заохочувальні бали (r<sub>s</sub>) за:**

- Наявність повних власних конспектів з усіх програмних тем (лекційних і переданих на самостійне вивчення): **+0,5 балів** за кожну лекцію (максимум балів:  $27_{\text{лекц.}} \times 0,5 = \underline{\underline{14,5 \text{ балів}}}$ );

- відсутність законспектованого програмного матеріалу (лекційного і переданого на самостійне вивчення): -0,5 бала за кожну незаконспектовану лекцію (тему);



- за наявність у кожного студента підручника (підручників) з дисципліни і доведена самостійну роботу з ним: +5 балів (в протилежному випадку: –5 балів);
- пропуск лекцій або практичного заняття, незалежно від причини: –0,25 бала за кожну академічну годину;
- кількість балів, що дорівнює або менша 5 на БК, вважається недостатньою для позитивної оцінки результатів БК. Тому вказаний кількості балів надається від'ємний знак (–5; –4; –2,5 і т.д.). При відсутності на БК (незалежно від причин), при відмові здачі чи виконання БК: –10 балів. Виконання врешті-решт 7 БК на позитивну оцінку (більше 5 балів) є обов'язковим. При наявності попередніх негативних оцінок (балів) за БК вони підсумовуються з кінцевими позитивними балами (більше 5 балів) позааудиторної перездачі БК;
- виконання студентом на аудиторних заняттях справ, що не відносяться до теми заняття (підготовка до інших занять тощо): –0,25 балів за кожен випадок;
- за кожен день запізнення з неповажних причин зі здачею ДЗ відносно встановленої дати: –0,5 бала за 1 день; за дострокову здачу: +0,5 бала за 1 день;
- додаткові заохочувальні бали ( $r_s$ ) можуть нараховуватися за участь у факультетських, університетських та загальноукраїнських олімпіадах (відповідно 15, 25 та 50 балів), у конкурсах студентських робіт (до 20 балів), загальноукраїнських та міжнародних наукових і науково-технічних конференціях і семінарах зі спеціальності (до 50 балів), за публікацію наукових статей в фахових виданнях (до 75 балів), за підготовку рефератів, оглядів наукових праць (в т.ч. з залученням інформації з INTERNET) з заданої теми або проблеми (до 10 балів), з підготовки критичного аналізу авторефератів кандидатських і докторських дисертацій з наукової спеціальності 05.17.01 - Технологія неорганічних речовин (до 10 балів), за виконання завдань із підготовки або удосконалення дидактичних матеріалів з дисципліни (до 20 балів).

Примітка: РМС заохочує студента до відповідального вибору варіантів (траєкторій) навчальної діяльності. Це означає, що студент може (так склалося!) пропустити певне заняття, несвоєчасно виконати індивідуальне або контрольне завдання тощо, але він повинен знати, що отримує за це штрафні бали, які змушений буде компенсувати додатковою роботою. З іншого боку, за відмінне і дострокове самостійне виконання навчальних завдань, за виконання додаткових або творчих робіт з дисципліни студенту можуть нараховуватися додаткові заохочувальні бали.

## 5. Розрахунок шкали рейтингової оцінки з кредитного модуля (RD):

Необхідними умовами допуску до екзамену є не менш ніж одна позитивна оцінка з атестації, зарахування всіх ДЗ, позитивні бали (оцінки) з БК і (МКР).

Сума вагових балів контрольних заходів протягом семестру ( $R_c$ ) складає:

$$R_c = \sum_k r_k \pm \left( \sum_s r_s \right) = 16 + 20 + 70 + 50 + 19,5 = 175,5 \text{ балів} \pm \left( \sum_s r_s \right).$$

Студенти, які набрали протягом семестру стартовий рейтинг вищий або рівний 0,5  $R_c (\geq 87,75 \text{ балів})$ , допускаються до екзамену.

Схема функціонування РСО (рис. 1)

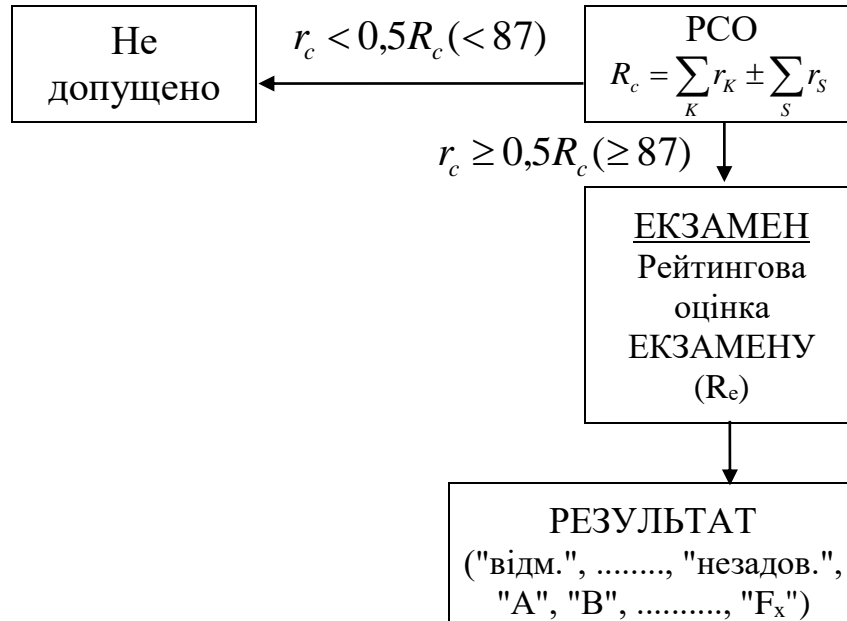


Рис. 1

Екзаменаційна складова ( $R_e$ ) шкали дорівнює 50 % від  $RD$ , а саме:

$$R_e = R_c \frac{0,5}{1-0,5} = 175 \frac{0,5}{1-0,5} = 175 \text{ балів.}$$

Таким чином, рейтингова шкала з дисципліни складає:

$$RD = R_c + R_e = 175 + 175 = 350 \text{ бала (100 балів в перерахунку на 100-бальну систему).}$$

## Критерії екзаменаційного оцінювання

### а) Письмовий варіант екзамену

Екзаменаційні питання кредитного модулю ХТНР-1.ТМКС містять 100 теоретичних, практичних і розрахункових завдань. Відповідь на кожне запитання оцінюється максимум в

1,75 балів (відповідь з яскравою творчою і інноваційною складовою може бути оцінена і більше, аніж 1,75 балом - до 2-3 балів).

1,71 бала: повна і безпомилкова відповідь при наявності продуктивного підходу, демонстрація вміння і здатності впевненого застосування фундаментальних і фахових знань, бездоганне обґрунтування відповіді з використанням аргументованої інтерпретації;

1,4 бала: достатньо повна і взагалі вірна відповідь з 85-94%-вим розкриттям питання; відповідь ґрунтується виключно на матеріал власного конспекту лекцій і практичних занять;

1,3 бала: взагалі вірна, проте недостатньо повна відповідь на запитання зі значними помилками та неточностями принципового характеру; з 50%-вим розкриттям основного питання з 2-3 досить суттєвими помилками;

1,2 бала: неповна відповідь з 30-45%-вим розкриттям питання; наявність великої кількості суттєвих і принципових помилок;

1,1 бала: неповна відповідь з 25-30%-вим розкриттям питання; наявність великої кількості суттєвих і принципових помилок;

0,9 бала: неповна відповідь з мінімальним обґрунтуванням; наявність значної помилок;

0,5 бала: "гола", формальна відповідь (по пам'яті) без будь-якого пояснення і без аргументації;

0 балів: відсутність відповіді, відмова від відповіді.

Сума балів на 100 запитань (максимум 175).

Для отримання студентом відповідних оцінок (ECTS) його рейтингова оцінка  $R_e$  (екзаменаційна складова), як й рейтингова семестрова оцінка  $R_c$  переводяться згідно з таблицею 1.

Таблиця 1

$R_c, R_e$	Перерахунок на 50-бальну систему	Оцінка ECTS	Традиційна оцінка
175...162	50...47	A - відмінно	Відмінно
161...145	46...42	B – дуже добре	Добре
144...128	41...37	C - добре	Добре
127...111	36...32	D - задовільно	Задовільно
110...102	31...29	E – достатньо (задовольняє мінімальні критерії)	Задовільно
<102	$R_e < 29$	Fx незадовільно	Незадовільно
$R_c < 86$	$R_c < 25$	F – незадовільно (потрібна додаткова робота)	Не допущений

### б) Усний екзамен

Екзаменаційний білет містить 4 питання. Відповідь на кожне з них оцінюється за наступною системою (шкалою):

~44 бала: повна і безпомилкова відповідь при наявності яскраво вираженого творчого підходу, демонстрація вміння і здатності впевненого застосування фундаментальних і фахових знань, бездоганне обґрунтування відповіді;

37-42 балів: повна і взагалі вірна відповідь з 85-94%-вим розкриттям питання, при наявності невеликих неточностей;

33-36 балів: взагалі вірна, проте недостатньо повна відповідь на питання з деякими помилками не дуже принципового характеру, з розкриттям питання на 75-85%

31-32 балів: неповна відповідь, з приблизно 70%-вим розкриттям питання при наявності досить принципових помилок;

26-30 балів: неповна відповідь з 60%-вим розкриттям теми, за наявності великої кількості суттєвих і принципових помилок;

23-25 балів: відповідь без аргументації, наявність дуже принципових помилок і неточностей, слабке розкриття відповіді;

15-22 балів: відповідь задовольняє мінімальним критеріям, слабкі знання теми, наявність принципових помилок, нездатність надати пояснення вказаним відповідям;

0 балів: відсутність відповіді, відмова від відповіді.

Сума балів за 4 запитаннями (залікова складова): максимум 175. Перерахунок цих балів в шкалу ECTS - в таблиці 1.

Для отримання студентом відповідних оцінок (ECTS та традиційних) його рейтингова оцінка RD переводиться згідно з таблицею 2.

Таблиця 2

$RD = R_c + R_s$	Перерахунок на 100-бальну систему	Оцінка ECTS	Відсоток*	Традиційна оцінка
350...332	100...95	A - відмінно	10	Відмінно
333...298	94...85	B – дуже добре	25	Добре
297...262	84...75	C - добре	30	Добре
261...227	74...65	D - задовільно	25	Задовільно
226...210	64...60	E – достатньо (задовольняє мінімальні критерії)	10	Задовільно
<210	$RD < 60$	Fx незадовільно		Незадовільно
$R_c < 122$	$R_c < 35$	F – незадовільно (потрібна додаткова робота)		Не допущений

\* Статистичне визначення оцінки A (10%) рекомендовано системою ECTS

Склали: \_\_\_\_\_ проф. Астрелін І.М.

\_\_\_\_\_ доц. Толстопалова Н.М.

Ухвалено на засіданні кафедри ТНР,В та ЗХТ

Протокол № 11 від 19.05.2017 р.

В.о. зав. кафедрою \_\_\_\_\_ доц. Толстопалова Н.М.