

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Одеський державний екологічний університет

ЗАТВЕРДЖЕНО

на засіданні групи забезпечення
спеціальності
протокол № 3 від «02» 11 2021 року
Голова групи Г. Герасимов О.І.

УЗГОДЖЕНО

Декан природоохоронного ф-ту
Чугай А.В.
(назва факультету, прізвище, ініціали)

СИЛЛАБУС
навчальної дисципліни

Основи технологій захисту навколишнього середовища ч. 4-5

(Конструювання та інженерно-фізичні принципи захисту довкілля)
(Технології захисту елементів довкілля)
(назва навчальної дисципліни)

Спеціальність 183 Технології захисту навколишнього середовища
(шифр та назва спеціальності)

Технології захисту навколишнього середовища
(назва освітньої програми)

бакалавр
(рівень освіти)

5

(рік навчання)

(семестр навчання)

10/300

(кількість кредитів ЄКТС/годин)

заочна

(форма навчання)

іспит

(форма контролю)

кафедра загальної та теоретичної фізики

(кафедра)

Одеса, 2021 р.

Автори: Герасимов О.І., завідувач кафедри загальної та теоретичної фізики, доктор ф.-м. наук, проф.; Курятников В.В., доцент кафедри загальної та теоретичної фізики, кандидат ф.-м. наук, доцент
(прізвище, ініціали, посада, науковий ступінь, вчена звання)

Поточна редакція розглянута на засіданні кафедри загальної та теоретичної фізики від «_13_» _жовтня___ 2021 року, протокол №_3_ .

Викладач: _Лекційні модулі – Курятников В.В., доцент кафедри загальної та теоретичної фізики, кандидат ф.-м. наук, доцент _

Практичні модулі - – Курятников В.В., доцент кафедри загальної та теоретичної фізики, кандидат ф.-м. наук, доцент _
(вид навчального заняття: прізвище, ініціали, посада, науковий ступінь, вчена звання)

Рецензент: Софронков О.Н., завідувач кафедри хімії навколишнього середовища, д.т.н., проф.

Перелік попередніх редакцій

Прізвища та ініціали авторів	Дата, № протоколу	Дата набуття чинності

1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Мета	Формування у студентів знань інженерних принципів захисту об'єктів навколишнього середовища, здатності застосовувати адекватні до умов галузі сучасні технології захисту екосистем, здобуття знань та формування уявлень про наслідки впливу діяльності людини на навколишнє середовище, змінення його властивостей та методи його захисту
Компетентність	<p>Код та зміст компетентності згідно з освітньою програмою:</p> <p>К11 Здатність обґрунтовувати, здійснювати підбір, розраховувати, проектувати, модифікувати, готувати до роботи та використовувати сучасну техніку і обладнання для захисту та раціонального використання повітряного та водного середовищ, земельних ресурсів, поводження з відходами.</p> <p>К12 Здатність проводити спостереження та інструментальний і лабораторний контроль навколишнього середовища, впливу на нього зовнішніх факторів, з відбором зразків (проб) природних компонентів.</p> <p>К17 Здатність до забезпечення екологічної безпеки.</p> <p>К20. Здатність застосовувати теоретичні концепції, що базуються на досягненнях фундаментальних наук до моделювання динаміки станів систем довкілля, оцінки та прогнозування наслідків впливу зовнішніх факторів з метою вибору адекватних заходів убезпечення елементів довкілля.</p> <p>К22 Здатність застосовувати інженерно-фізичні принципи для конструювання елементів та систем захисту довкілля; науково-технічні та інженерні підходи до ліквідації забруднень з метою захисту довкілля.</p>
Результат навчання	<p>ПРО8 Вміти продемонструвати навички вибору, планування, проектування та обчислення параметрів роботи окремих видів обладнання, техніки і технологій захисту навколишнього середовища, використовуючи знання фізико-хімічних властивостей забруднювачів довкілля, параметрів технологічних процесів та нормативних показників стану довкілля.</p> <p>ПРО9 Вміти проводити спостереження, інструментальний та лабораторний контроль якості навколишнього середовища, здійснювати внутрішній контроль за роботою природоохоронного обладнання на</p>

	<p>промислових об'єктах і підприємствах на підставі набутих знань новітніх методів вимірювання та сучасного вимірювального обладнання і апаратури з використанням нормативно-методичної та технічної документації.</p> <p>ПР12 Вміти проводити вибір інженерних методів захисту довкілля, здійснювати пошук новітніх техніко-екологічних й організаційних рішень, спрямованих на впровадження у виробництво перспективних природоохоронних розробок і сучасного обладнання, аналізувати напрямки вдосконалення існуючих природоохоронних і природовідновлюваних технологій забезпечення екологічної безпеки.</p> <p>ПР15. Вміти здійснювати фізичне моделювання кінетичних процесів у задачах довкілля, прогнозування характеру міграції забруднюючих речовин у біосфері</p> <p>ПР17 Вміти застосовувати інженерно-фізичні підходи та принципи для конструювання елементів та систем захисту довкілля.</p>
Базові знання	<ul style="list-style-type: none"> - елементи конструювання у технологіях захисту навколишнього середовища; - інженерно-фізичні принципи захисту навколишнього середовища; - інженерно-фізичні принципи захисту від радіоактивного забруднення навколишнього середовища; - заходи з мінімізації дозових навантажень; - заходи захисту від шкідливих зовнішніх випромінювань: - фізичні основи і методи опису природних екосистем, термодинамічні властивості й методи діагностики їх забруднення; - методи захисту елементів довкілля від шкідливих зовнішніх збурень, зокрема, теплових, звукових, електромагнітних та іонізуючих випромінювань; - на основі фундаментальних знань фізики виявляти негативний вплив зовнішніх збурень на об'єкти навколишнього середовища, оцінювати небезпечність техногенних випромінювань.
Базові вміння	<ul style="list-style-type: none"> - застосовувати методи та прилади у радіо-дозиметричних вимірюваннях; - застосовувати сучасні фізико-хімічні методи та апарати для очищення атмосферного повітря та очищення води;

	<ul style="list-style-type: none"> - визначення рівня впливу шкідливих зовнішніх збурень на навколишнє середовище; - застосовувати сучасні технології захисту елементів довкілля від акустичних, теплових та електромагнітних випромінювань; - оцінювати безпеку інформаційних та інформаційно - комунікаційних систем(ІКС) та інфо - комунікаційних мереж як елемента довкілля від впливу зовнішніх ЕМ-випромінювань.
Базові навички	<ul style="list-style-type: none"> - використання елементів конструювання для захисту навколишнього середовища; - на основі інженерно-фізичних принципів захисту навколишнього середовища ліквідування наслідків забруднення навколишнього середовища; - визначати рівні радіації та заходи захисту від неї; - моделювання впливу зовнішніх джерел ЕМ поля на кабельні лінії;
Пов'язані силлабуси	Основи технологій захисту навколишнього середовища, ч. 1-3
Попередня дисципліна	Вища математика
Наступна дисципліна	Радіаційна безпека
Кількість годин	Лекції (настановна): 2 Консультації: 8 самостійна робота студентів: 290

2. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Лекційні модулі

Код	Назва модуля та тем	Кількість годин	
		аудиторні	СРС
ЗМ-Л1	<p>Конструювання та інженерно-фізичні принципи захисту навколишнього середовища</p> <p>Тема 1. Введення в дисципліну Методологічні засади, основні принципи і поняття сучасних технологій захисту навколишнього середовища. Методи та заходи зниження рівня забруднення навколишнього середовища</p> <p>Тема 2. Захист атмосфери. Способи очищення газових викидів. Інженерно-фізичні принципи очищення повітря від аерозольних домішок: гравітаційне, інерційне, відцентрове осадження</p>	0,4	30

	<p>частинок. Осадження частинок в електричному полі. Термодифузіофорез частинок аерозолів.</p> <p>Тема 3. Вологе газоочищення. Абсорбція газових домішок. Схеми абсорбційних процесів</p> <p>Каталітичні методи очищення газових викидів</p> <p>Тема 4. Конструювання та інженерні принципи створення систем очищення повітря.</p>		
	Підготовка до КР-1		5
ЗМ-Л2	<p>Очищення гідросфери та літосфери</p> <p>Тема 5. Класифікація вод. Класифікація промислових відходів. Класифікація способів очищення стічних вод</p> <p>Тема 6. Захист (очищення) гідросфери. Гідромеханічні способи очищення стічних вод. Фізико-хімічні методи очищення стічних вод. Флотаційна очищення стічних вод</p> <p>Тема 7. Фільтрування стічних вод. Очищення стічних вод адсорбцією. Зворотний осмос та ультрафільтрація в розчинах стічних вод домішок. Електрохімічні методи очищення стічних вод</p> <p>Тема 8. Фільтрування осадів стічних вод. Відцентрове фільтрування осадів стічних вод</p> <p>Тема 9. Термічні методи знешкодження мінералізованих стоків. Класифікація способів очищення стічних вод. Очисні системи та споруди. Методи захисту літосфери.</p>	0,4	30
	Підготовка до КР-2		5
ЗМ-Л3	<p>Енергетичне забруднення навколишнього середовища</p> <p>Тема 10. Промислові випромінювання. Теплові випромінювання</p> <p>Тема 11. Звукові випромінювання.</p> <p>Тема 12. Електромагнітні випромінювання.</p> <p>Тема 13. Радіоактивність, радіаційний фон. Дози випромінювань.</p> <p>Тема 14. Захист від випромінювань. Методи захисту навколишнього середовища від промислових забруднень,</p> <p>Методи захисту довкілля від енергетичних дій</p> <p>Екологічні прилади та системи захисту об'єктів навколишнього середовища від зовнішніх збурень та енергетичних дій. Захист від радіації.</p>	0,4	30

Підготовка до КР-3			5
ЗМ-Л4	Теоретичні основи захисту елементів довкілля від енергетичних дій	0,4	30
	Тема 1. Захист елементів довкілля від механічних і акустичних коливань		
	Тема 2. Захист елементів довкілля від теплових випромінювань		
	Тема 3 Захист елементів довкілля від електромагнітних полів і випромінювань		
	Тема 4. Захист інформаційних та інформаційно - комунікаційних систем(ІКС) та інфо - комунікаційних мереж як елемента довкілля від впливу зовнішніх сил, у тому числі ЕМ-випромінювань		
Тема 5. Радіація. Природні та штучні джерела радіоактивного забруднення. Захист від радіації			
Підготовка до КР-4			5
ЗМ-Л5	Убезпечення інформаційно- комунікаційних систем та інфо - комунікаційних мереж як елементів довкілля	0,4	30
	Тема 6. Захист інформаційних потоків в системах управління, зв'язку та телекомунікації на енергетичних об'єктах		
	Тема 7 Моделювання впливу зовнішніх джерел ЕМ поля на кабельні лінії (КЛ) різного призначення із вираховуванням величини вкладу цього поля у власну напругу КЛ		
	Тема 8. Безпека операційних систем і комп'ютерних мереж		
	Тема 9. Змінення озонового шару планети. Парниковий ефект. Таяння льодовиків. Небезпечність змінення клімату планети		
Підготовка до КР-5			5
Разом:		2	175

Консультації: Викладач: Курятников Владислав Володимирович, доцент кафедри загальної та теоретичної фізики, кандидат ф.-м. наук. (e-mail: kuryatnikov1@ukr.net). Сайт кафедри загальної та теоретичної фізики ОДЕКУ. URL: www.dpt12s.odeku.edu.ua. Дні тижня: середа (15.00-16.00). Аудиторія 315 (НЛК №2).

Прізвище і по батькові викладача, дні тижня та час за розкладом пар академічних годин, аудиторія.

Практичні модулі

Код	Назва модуля та тем	Кількість годин	
		аудиторні	СРС
ЗМ-П1	Розв'язання задач з методів захисту довкілля		
	1. Задачі екологічної та пожежної безпеки. Захист від теплових випромінювань.		10
	2. Фізичні методи та технології очищення об'єктів природного середовища.		10
	3. Розрахунки систем захисту від електромагнітних випромінювань		10
	4. Розрахунки радіаційності та доз радіації.		10
	5. Розрахунки небезпечних енергетичних випромінювань. Розрахунки товщини екранів від небезпечних енергетичних випромінювань		10
Разом:			50

Практичні модулі

Код	Назва модуля та тем	Кількість годин	
		аудиторні	СРС
ЗМ-П2	Розв'язання задач з методів захисту довкілля		
	1. Визначення рівня впливу шкідливих зовнішніх збурень на навколишнє середовище		9
	2. Застосування сучасних технологій захисту елементів довкілля від акустичних, теплових та електромагнітних випромінювань		9
	3. Моделювання впливу зовнішніх джерел ЕМ поля на кабельні лінії (КЛ);		9
	4. Оцінювання безпеки інформаційних та інформаційно - комунікаційних систем (ІКС) та інфо - комунікаційних мереж як елемента довкілля від впливу зовнішніх ЕМ- випромінювань.		9
	5. Визначення рівнів радіації та впливу її на елементи довкілля, заходи захисту від неї.		9
Разом:			45

Консультації: Викладач: Курятников Владислав Володимирович, доцент кафедри загальної та теоретичної фізики, кандидат ф.-м. наук. (e-mail: kuryatnikov1@ukr.net). Сайт кафедри загальної та теоретичної фізики ОДЕКУ. URL: www.dpt12s.odeku.edu.ua. Дні тижня: середа (15.00-16.00), ауд.315(НЛК №2)

Прізвище і по батькові викладача, дні тижня та час за розкладом пар академічних годин, аудиторія.

Самостійна робота студента та контрольні заходи

Код модуля	Завдання на СРС та контрольні заходи	Кількість годин	Строк проведення
ЗМ-Л1	<ul style="list-style-type: none"> Самостійне вивчення тем теоретичної частини МКР1 (обов'язковий) 	35	Вересень – жовтень 5-ий р.н.
ЗМ-Л2	<ul style="list-style-type: none"> Самостійне вивчення тем теоретичної частини МКР2 (обов'язковий) 	35	Жовтень - листопад 5-ий р.н.
ЗМ-Л3	<ul style="list-style-type: none"> Самостійне вивчення тем теоретичної частини МКР3 (обов'язковий) 	35	Листопад - грудень 5-ий р.н.
ЗМ-Л4	<ul style="list-style-type: none"> Самостійне вивчення тем теоретичної частини МКР4 (обов'язковий) 	35	Січень – лютий 5-ий р.н.
ЗМ-Л5	<ul style="list-style-type: none"> Самостійне вивчення тем теоретичної частини МКР5 (обов'язковий) 	35	Березень – Квітень 5-ий р.н.
ЗМ-П1	<ul style="list-style-type: none"> Вивчення певних тем практичного модуля Розв'язання задач (обов'язковий) (обов'язковий) 	50	Вересень – грудень 5-ий р.н.
ЗМ-П2	<ul style="list-style-type: none"> Вивчення певних тем практичного модуля Розв'язання задач (обов'язковий) (обов'язковий) 	45	Січень – травень 5-ий р.н.
	<ul style="list-style-type: none"> Підготовка до іспиту 	20	
Разом:		290	

Настановна лекція – 2 аудиторні години (за розкладом настановної сесії). **Викладач:** Курятников В.В., доцент кафедри загальної та теоретичної фізики, кандидат ф.-м. наук (e-mail: kuryatnikov1@ukr.net).

На настановній лекції студентам доводяться загальний огляд та особливості вивчення навчальної дисципліни, огляд програми навчальної дисципліни, в т.ч. графік її вивчення, перелік базових знань та вмінь (компетентності), огляд завдань на самостійну роботу, графік та форми їх контролю, форми спілкування з викладачем під час самостійного вивчення дисципліни, графік отримання завдань, відомості про систему доступу до навчально-методичних матеріалів, у тому числі через репозитарій електронної навчально-методичної та наукової літератури та систему дистанційного навчання університету тощо.

Консультації – 8 годин:

Викладач: (e-mail: Викладач: Курятников В.В., доцент кафедри загальної та теоретичної фізики, канд. ф.-м. наук. (e-mail:

kuryatnikov1@ukr.net). Сайт кафедри загальної та теоретичної фізики ОДЕКУ. URL: www.dpt12s.odeku.edu.ua.

Якщо результати опанування навчальної дисципліни протягом самостійної роботи студентом є незадовільними, викладач рекомендує такому студенту взяти участь у консультаційній сесії, під час якої викладач може планувати будь-які види навчальної роботи, які дозволяють студентам якісніше опанувати матеріал навчальної дисципліни та підвищити рівень своєї практичної підготовки з цієї дисципліни. В цих сесіях беруть участь студенти, які не мають можливості самостійно опанувати завданнями на самостійну роботу або мають бажання виконати практичну частину самостійної роботи під керівництвом викладача.

В Zoom форматі (з попереднім узгодженням часу зустрічі викладача зі студентами): <https://us05web.zoom.us/j/3137444960?pwd=a2ljOFV6c0ExYzREcEhsaUhvRVhDUT09>.

Під час самостійної роботи студент має можливість спілкування з викладачем університету, який викладає цю навчальну дисципліну, за допомогою засобів електронного (e-mail: kuryatnikov1@ukr.net) і мобільного зв'язку та/або у системі Е-навчання (<http://dpt12s.odeku.edu.ua/>).

Неучасть студента у консультаційних сесіях не позначається на оцінюванні його навчальних досягнень виконання навчального плану.

ОРГАНІЗАЦІЯ ПОТОЧНОГО ТА ПІДСУМКОВОГО КОНТРОЛЮ ЗНАНЬ

Методика поточного та підсумкового контролю знань регламентує організацію контролю рівня знань, вмінь та навичок, набутих студентами при вивченні розділів дисциплін, які вивчаються в ОДЕКУ згідно з навчальним планом та робочої програми.

Освітній процес за заочною формою навчання складається з:

- настановної лекції;
- консультаційної сесії, під час якої можуть проводитися консультації тощо;
- другої частини заліково-екзаменаційної сесії, під час якої виконуються лабораторні роботи (за потреби та здійснюються семестрові контролюючі заходи);
- самостійної роботи студента з опанування теоретичним та практичним матеріалом і виконання інших завдань на самостійну роботу згідно з програмою навчальної дисципліни протягом навчального семестру або року.

Фактична сума балів, яку отримує студент за кожний модуль складається із підсумків виконання запланованих контрольних заходів, враховуючи своєчасність виконання студентом графіку навчального процесу.

1.Методика проведення та оцінювання контрольного заходу ЗМ-Л1.

Модульна контрольна робота МКР1 проводиться у тестовому форматі по завершенню опрацювання матеріалів лекційних занять. Модульна контрольна робота складається з 20 тестових завдань, які охоплюють всі теми даного модуля навчальної дисципліни. Максимальна оцінка за виконання модульної контрольної роботи дорівнює 20 балам.

2. Методика проведення та оцінювання контрольного заходу ЗМ-Л2.

Модульна контрольна робота МКР2 проводиться у тестовому форматі по завершенню опрацювання матеріалів лекційних занять. Модульна контрольна робота складається з 20 тестових завдань, які охоплюють всі теми даного модуля навчальної дисципліни. Максимальна оцінка за виконання модульної контрольної роботи дорівнює 20 балам.

3. Методика проведення та оцінювання контрольного заходу ЗМ-Л3.

Модульна контрольна робота МКР3 проводиться у тестовому форматі по завершенню опрацювання матеріалів лекційних занять. Модульна контрольна робота складається з 20 тестових завдань, які охоплюють всі теми даного модуля навчальної дисципліни. Максимальна оцінка за виконання модуля дорівнює 20 балам.

4.Методика проведення та оцінювання контрольного заходу ЗМ-Л4.

Модульна контрольна робота МКР1 проводиться у тестовому форматі по завершенню опрацювання матеріалів лекційних занять. Модульна контрольна робота складається з 20 тестових завдань, які охоплюють всі теми даного модуля навчальної дисципліни. Відповідь на одне питання оцінюється в 1 бал. Максимальна оцінка за виконання контрольної роботи МКР-4 дорівнює 20 балам.

5. Методика проведення та оцінювання контрольного заходу ЗМ-Л5.

Модульна контрольна робота МКР5 проводиться у тестовому форматі по завершенню опрацювання матеріалів лекційних занять.

Модульна контрольна робота складається з 20 тестових завдань, які охоплюють всі теми даного модуля навчальної дисципліни. Відповідь на одне питання оцінюється в 1 бал. Максимальна оцінка за виконання контрольної роботи МКР-2 дорівнює 20 балам.

6. Методика проведення та оцінювання контрольного заходу ЗМ-П1.

Виконання завдань модуля проводиться у вигляді опрацювання та виконання завдань у вигляді розв'язування задач.

Максимальна оцінка за виконання модуля ЗМП1 дорівнює 50 балам.

7. Методика проведення та оцінювання контрольного заходу ЗМ-П2.

Виконання завдань модуля проводиться у вигляді опрацювання та виконання завдань у вигляді розв'язування задач.

На кожному темі практичних занять виділено по 10 балів. Враховуючи 5 тем практичних занять, максимальна оцінка за виконання модуля ЗМ-П2 дорівнює 50 балам.

4. Методика проведення та оцінювання іспиту

Контроль поточних знань виконується на базі кредитно-модульної системи організації навчання. Підсумковим контролем є іспит.

Суми балів, які отримав студент за всіма змістовними модулями навчальної дисципліни, формують інтегральну оцінку поточного контролю студента з навчальної дисципліни. Вона є підставою для допуску студента до іспиту. До іспиту допускаються студенти, у яких фактична сума накопичених за семестр балів за практичну частину складає **не менше 50 балів**. В іншому випадку студент вважається таким, що не виконав навчального плану дисципліни, і не допускається до іспиту.

Загальна кількість балів підсумкового контролю складає **100 балів**.

Підсумковий семестровий контроль передбачає дві форми оцінювання успішності засвоєння студентом навчального матеріалу дисципліни:

- кількісна оцінка (бал успішності);
- якісна оцінка.

Методика визначення загальної екзаменаційної оцінки.

Для денної форми навчання студент, який не має на початок заліково-екзаменаційної сесії заборгованості по дисципліні, складає письмовий іспит за затвердженим розкладом та процедурою, яка виписана у пп. 2.7–2.10 Положення про проведення підсумкового контролю знань студентів, причому загальний бал успішності з дисципліни є усередненим між кількісною оцінкою поточних контролюючих заходів та кількісною оцінкою, одержаною студентом на іспиті; якщо ж кількісна оцінка, одержана студентом на іспиті, менше 50% від максимально можливої, то загальний бал успішності дорівнює балу успішності на іспиті.

Екзаменаційний білет містить 25 тестових завдань. Максимальна оцінка за правильні відповіді на всі питання складає 100 балів.

Якщо студент отримав на іспиті незадовільну оцінку, або не мав допуску до іспиту, він після ліквідації своєї заборгованості проходить тестування на комісії по тестах на базові знання та вміння.

Оцінка за іспит є середньоарифметичною з оцінок у відсотках за кожне питання.

Бали успішності (у відсотках), які студент отримав за підсумками іспитів переносяться до графі 4 заліково-екзаменаційній відомості.

Згідно з п 1.3 «Положення про критерії оцінки знань студентів в ОДЕКУ» процедура проведення іспиту, максимальна кількість балів за кожне питання та по білету в цілому, доводиться до відома студентів на початку семестру.

Шкала переходу від оцінок за національною системою до системи ЄКТАС наведена у таблиці:

Критерії оцінювання екзаменаційних робіт за системою ECTS та системою університету

За шкалою ECTS	За національною системою	Визначення	За системою університету (у відсотках)
A	5 (відмінно)	відмінне виконання лише з незначною кількістю помилок	90 - 100
B	4 (добре)	вище середнього рівня з кількома помилками	82 - 89
C	4 (добре)	в загальному правильна робота з певною кількістю грубих помилок	74 - 81
D	3 (задовільно)	непогано, але зі значною кількістю помилок	64 - 73
E	3 (задовільно)	виконання задовольняє мінімальним критеріям	60 - 63
FX	2 (незадовільно)	з можливістю перескласти	35 - 59
F	2 (незадовільно)	з обов'язковим повторним курсом навчання	1 - 34

3. РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТІВ

Повчання по послідовному вивченню теоретичного матеріалу.

Модуль ЗМ-Л1 Конструювання та інженерно-фізичні принципи захисту навколишнього середовища

Тема 1.1 Методологічні засади, основні принципи і поняття сучасних технологій захисту навколишнього середовища. Методи та заходи зниження рівня забруднення навколишнього середовища

Технологічний процес є обов'язковим елементом у ряду дій на шляху реалізації науково-технічної ідеї у вигляді розробленого технічного об'єкта.

При цьому відбувається трансформація наукової ідеї в технічні інженерні об'єкти - технічне обладнання, технологічні промислові процеси.

Трансформація та безперервний розвиток стосується і технічних об'єктів та технологічних процесів, які постійно удосконалюються. Відбувається заміна їх на більш ефективні, більш економічні, безпечні, що відповідають сучасним вимогам енергозберігання, безвідходного виробництва та ін. Так відбувається розвиток технологій, створення та втілення сучасних технологій у господарську діяльність.

Будь які технологічні процеси можуть бути пов'язані з

антропогенним навантаженням на навколишнє середовище. Відбувається забруднення об'єктів навколишнього середовища, змінюється екологічний стан довкілля.

Антропогенні забруднення умовно можна поділити на матеріальні та енергетичні. До матеріальних належать викиди в атмосферу, стічні води, тверді відходи.

До енергетичних антропогенних забруднень належать теплові викиди, шум, вібрація, ультразвук, електромагнітні поля, світлове, лазерне, інфрачервоне, ультрафіолетове, радіація.

На жаль, сьогодні спостерігаються антропогенні забруднення, які належать до навмисних. Разом із такими забрудненнями, як А. потепління в результаті «парникового ефекту», Б. руйнування озонового шару, В. висихання боліт, озер, морів, Г. випадання кислотних дощів та ін. спостерігається цілеспрямоване знищення лісів, використання родючих земель і пасовиськ під забудову. Це є навмисні антропогенні забруднення.

Вдосконалення і використання методів захисту навколишнього середовища пов'язані з розробкою конкретних програм дій по запобіганню забруднення навколишнього середовища.

Методи захисту навколишнього середовища можна умовно розділити на активні та пасивні методи.

Активні методи захисту навколишнього середовища є технологічні рішення по створенню ресурсозберігаючих і маловідходних технологій.

Пасивні методи захисту навколишнього середовища передбачають раціональне розміщення джерел забруднення та локалізацію джерел забруднення.

В технологіях захисту навколишнього середовища використовуються загальні закони фізичної та колоїдної хімії, термодинаміки, гідро - і аеродинаміки, біології, зокрема у еко-біозахисних технологіях.

В рамках дисципліни розглядаються питання енергетичного забруднення навколишнього середовища внаслідок звукових, теплових, електромагнітних та ядерних випромінювань. Виділено процеси захисту від енергетичних дій, які в основному базуються на принципах поглинання надлишкового енергетичного випромінювання при проходженні крізь екрануючу речовину .

ЛІТЕРАТУРА

1. Герасимов О.І. Теоретичні основи технологій захисту навколишнього середовища : Навчальний посібник. Одеса: ТЕС, 2018. 228 с.
2. Ветошкин А.Г., Таранцева К.Р. Технологии защиты окружающей среды (Теоретические основы) : Учебное пособие. Пенза, 2004. С.83-88.
3. Курятников В.В., Співак А.Я., Кільян А.М. Конструювання та інженерно-фізичні принципи систем захисту довкілля: Конспект лекцій. Одеса: ОДЕКУ, 2019. 60 с.

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

- 1.*Які Ви знаєте активні методи захисту навколишнього середовища?
- 2.*Що передбачають пасивні методи захисту навколишнього середовища?
- 3.*Що являє собою енергетичне забруднення?
4. Які Ви знаєте фізичні методи захисту навколишнього середовища?

(* - питання для самоперевірки базових результатів навчання, знань, вмінь, навичок).

Тема 1.2 Захист атмосфери. Способи очищення газових викидів. Інженерно-фізичні принципи очищення повітря від аерозольних домішок. Осадження частинок в електричному полі. Термодифузіофорез частинок аерозолів

Газоподібні і пилові домішки розсіюються в атмосфері турбулентними вітровими потоками. Відповідно, механізм перенесення домішок двоякий: конвективний перенос осереднений рухом і дифузний - турбулентними пульсаціями. Домішки зазвичай вважають пасивними в тому сенсі, що присутність їх не робить помітного впливу на кінематику і динаміку руху потоків. Таке припущення може виявитися занадто грубим для аерозольних частинок великих розмірів. Рівняння дифузійно-конвективного переносу, що описує розподіл концентрації C домішки, є рівняння нерозривності потоку домішки.

Наближено вважають, що сили, які пов'язані з наявністю градієнта температури по висоті атмосфери, не породжують усередненого руху по вертикалі, але істотно впливають на структуру турбулентності, тобто на розміри і інтенсивність пульсацій турбулентних вихорів. Тоді, якщо вісь x орієнтована за напрямком вітру, то на рівній місцевості можна знехтувати членом, що враховує дифузію домішки в напрямку осі x , так як дифузне перенесення в цьому напрямку значно слабкіше конвективного.

Для тонкого очищення газів від частинок і крапельної рідини застосовують процес фільтрування, електрофорез та термодифузіофорез. Фільтрування полягає в пропущенні аерозолу через фільтрувальні перегородки, які допускають проходження повітря, але затримують аерозольні частинки.

У фільтр надходить забруднений газ, частинки домішок осідають на вхідній частині волокнистої перегородки (фільтроелемента) і затримуються в порах між волокон.

Осадження зважених в газі твердих і рідких частинок під дією електричного поля має переваги в порівнянні з іншими способами осадження. Дія електричного поля на заряджену частинку визначається величиною її електричного заряду. При електроосадженні частинкам невеликих розмірів вдається віддати значний електричний заряд і, завдяки цьому, здійснити процес осадження дуже малих частинок, який неможливо провести під дією сили тяжіння або відцентрової сили.

Зарядження частинок в полі коронного розряду відбувається під

впливом електричного поля і внаслідок дифузії іонів. Максимальна величина заряду частинок розміром більше 0,5 мкм пропорційна квадрату діаметра, а частинок розміром менше 0,2 мкм - діаметру частинок.

Термофорезом називають явище відштовхування частинок нагрітими тілами. Відбувається під дією сил з боку газоподібної фази на взважені в ній нерівномірно нагріті частинки. Дія сил в значній мірі залежить від відношення розміру частинок до середньої довжини вільного пробігу молекул газу.

Термофоретична сила виникає внаслідок того, що від більш нагрітого боку частинки молекули газу відлітають з більшою швидкістю, ніж від менш нагрітого боку, і таким чином надають частинці імпульс в напрямку зниження температури.

ЛІТЕРАТУРА

1. Герасимов О.І. Основи технологій захисту навколишнього середовища : Навчальний посібник. Одеса: ТЕС, 2018. 228 с.
2. Курятников В.В., Співак А.Я., Кільян А.М. Конструювання та інженерно-фізичні принципи систем захисту довкілля : Конспект лекцій. Одеса: ОДЕКУ, 2019. 60 с.
3. Ратушняк Г.С., Лялюк О.Г. Засоби очищення газових викидів : Навчальний посібник. Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2008. 207 с.
4. Ратушняк Г.С. Теоретичні основи технології очищення газових викидів. Вінниця: ВДТУ, 2002. 96 с.
5. Батлук В.А. Акустичні пиловловлювачі. Львів: Афіша, 2000. 208 с.
6. Качан В.Н., Акишина А. Г. Теоретические основы очистки воздуха. Макеевка: Дон РАСА, 2003. 130 с.
7. Клименко Л.П. Техноэкология. Симферополь: Таврия, 2000. 542 с.

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

- 1.*На яких фізичних законах заснована робота гравітаційних пиловловлюючих пристроїв?
2. *Які два принципових конструктивних рішення можуть застосовуватися в апаратах, заснованих на використанні відцентрової сепарації?
3. *Який принцип дії циклонів?
4. *Яке явище називається термофорезом?
5. Які переваги має електроосадження малих частинок?
6. У чому полягає фізична сутність електроосадження?

(* - питання для самоперевірки базових результатів навчання - знань, вмінь, навичок).

Тема 1.3 Вологе газоочищення. Абсорбція газових домішок. Схеми абсорбційних процесів. Каталітичні методи очищення газових викидів

В основу дії пиловловлюючих і сепараційних пристроїв покладений певний фізичний механізм. Процес вологого пиловловлювання заснований

на контактi запиленого газового потоку з рiдиною, яка захоплює зваженi частинки та виносить їх з апарату у виглядi шламу.

Існують такі механізми процесів:

- 1) уловлювання краплями рідини, що рухаються через газ;
- 2) уловлювання циліндрами (зазвичай твердими, типу дротів);
- 3) уловлювання плівками рідини (зазвичай поточними по твердим по-поверхні);
- 4) уловлювання в мішурах газу (зазвичай піднімаються в рідини);
- 5) вловлювання при ударі газових струменів про рідкі або тверді поверхні.

При очищенні викидів від газових забруднень доводиться вирішувати одночасно ряд проблем, пов'язаних з тим, що у викидах, що містять шкідливі пари і гази, знаходяться також аерозолі - пил, сажа; викиди в ряді випадків нагріті до високих температур, забруднення, що містяться в них, багатоконпонентні, і їх необхідно піддавати різним методам очищення.

При очищенні викидів використовуються барботери. При барботуванні створюється велика міжфазна поверхня на кордоні «рідина-газ», що сприяє інтенсифікації теплообмінних процесів, масообмінних процесів, більш повного хімічної взаємодії газів з рідинами

При очищенні викидів застосовується *абсорбція газових домішок*. Деякі рідини і тверді речовини при контактi з багатоконпонентним газовим середовищем здатні вибірково витягувати з неї окремі інгредієнти і поглинати (сорбувати) їх.

Абсорбцією називається перенесення компонентів газової суміші в об'єм конденсованої фази. При абсорбції відбувається виборче поглинання одного або декількох компонентів з газової суміші рідкими поглиначами.

Адсорбцією називають процес виборчого поглинання компонента газу, пари або розчину за допомогою адсорбентів - пористих твердих матеріалів з великою питомою поверхнею.

ЛІТЕРАТУРА

1. Герасимов О.І. Основи технологій захисту навколишнього середовища : Навчальний посібник. Одеса: ТЕС, 2018. 228 с.
2. Курятников В.В., Співак А.Я., Кільян А.М. Конструювання та інженерно-фізичні принципи систем захисту довкілля : Конспект лекцій. Одеса: ОДЕКУ, 2019. 60 с.
3. Ветошкин А.Г. Процессы и аппараты пылеочистки :. Учебное пособие. Пенза: Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2005. 210 с.
4. Ратушняк Г.С., Лялюк О.Г. Засоби очищення газових викидів. : Навчальний посібник. Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2008.207с.
5. Батлук В.А. Акустичні пиловловлювачі. Львів: Афіша, 2000. 208 с.
6. Рыбаков Ю.С. Процессы и аппараты защиты окружающей среды : Конспект лекцій. Екатеринбург: УрГосУПС, 2005. 196 с. (С.35-42)
<http://www.twirpx.com/file/1472984/>

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

1. Назвіть новітні технології теперішнього часу, які широко втілюються у життя.
 2. Які існують механізми процесів мокрої очистки?
 - 3.* Що називається абсорбцією?
 - 4.* Чим адсорбція відрізняється від абсорбції?
 - 5.* Як називаються апарати, у яких здійснюють процес абсорбції?
 - 6.* Що являє собою метод абсорбції?
 - 7.* Що являє собою метод хемосорбції?
- (* - питання для самоперевірки базових результатів навчання - знань, вмінь, навичок).

Тема 1.4. Конструювання та інженерні принципи створення систем очищення повітря. Очищення повітря від аерозольних домішок

У пиловловлювачах і сепараційних пристроях знаходять застосування наступні способи відділення зважених частинок від середовища, тобто повітря (газу): осадження в гравітаційному полі, осадження під дією сил інерції, осадження в відцентровому полі, фільтрування, осадження в електричному полі, вологе газоочищення і ін.

Робота гравітаційних пиловловлюючих пристроїв заснована на законах гравітаційного осадження, т. е. осадження пилових частинок під дією сили тяжіння. Явища осадження мають місце також в апаратах, дія яких, головним чином, заснована на використанні інших сил.

Цей метод відділення частинок аерозолів від повітря (газу) значно ефективніше гравітаційного осадження, так як виникає відцентрова сила, яка у багато разів більше, ніж сила тяжіння. відцентрова сепарація може застосовуватися по відношенню до більш дрібним частинкам.

В апаратах, заснованих на використанні відцентрової сепарації, можуть застосовуватися два принципових конструктивних рішення:

- потік аерозолу обертається в нерухомому корпусі апарату;
- потік рухається в обертовому роторі.

Перше рішення застосоване в циклонах, друге - в ротаційних пиловловлювачах.

Швидкість відцентрового осадження кульової частинки можна визначити, порівнявши відцентрову силу $F_{ц}$, що виникає при обертанні пилогазового потоку, силі опору середовища згідно із законом Стокса

Таким чином, швидкість осадження завислих частинок у відцентрових пиловловлювачах прямо пропорційна квадрату діаметра частинки.

Для тонкого очищення газів від частинок і крапельної рідини застосовують процес фільтрування. Фільтрування полягає в пропусненні аерозолу через фільтрувальні перегородки, які допускають проходження повітря, але затримують аерозольні частинки.

У фільтр надходить забруднений газ, частинки домішок осідають на вхідній частині волокнистої перегородки (фільтроелемента) і

затримуються в порах між волокон.

ЛІТЕРАТУРА

1. Герасимов О.І. Основи технологій захисту навколишнього середовища : Навчальний посібник. Одеса: ТЕС, 2018. 228 с.
2. Курятников В.В., Співак А.Я., Кільян А.М. Конструювання та інженерно-фізичні принципи систем захисту довкілля : Конспект лекцій. Одеса: ОДЕКУ, 2019. 60 с.
3. Ветошкин А.Г. Процессы и аппараты пылеочистки : Учебное пособие. Пенза: Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2005. 210 с.
4. Ратушняк Г.С., Лялюк О.Г. Засоби очищення газових викидів : Навчальний посібник. Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2008. 207с.
5. Батлук В.А. Акустичні пиловловлювачі. Львів: Афіша, 2000. 208 с.
6. Рыбаков Ю.С. Процессы и аппараты защиты окружающей среды : Конспект лекцій. Екатеринбург: УрГосУПС, 2005. 196 с. (С.35-42)
<http://www.twirpx.com/file/1472984/>

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

1. *Які фізичні механізми покладені в основу дії пиловловлюючих і сепараційних пристроїв?
2. *Назвіть основні способи очищення газових викидів.
3. *Які Ви знаєте методи та засоби очищення повітря?
4. *На яких фізичних законах заснована робота гравітаційних пиловловлюючих пристроїв?
5. * Які два принципових конструктивних рішення можуть застосовуватися в апаратах, заснованих на використанні відцентрової сепарації?
6. *Який принцип дії циклонів?

(* - питання для самоперевірки базових результатів навчання -знань, вмінь, навичок).

2. Модуль ЗМ-Л2 Очищення гідросфери та літосфери

Тема 2.1 Класифікація вод. Класифікація промислових відходів

Класифікація способів очищення стічних вод

Для видалення зважених частинок із стічних вод використовують періодичні і безперервні гідромеханічні процеси проціджування, гравітаційного і відцентрового відстоювання і фільтрування. Вибір методу залежить від розміру частинок домішок, фізико-хімічних властивостей, концентрації зважених частинок, витрати стічних вод і необхідного ступеня очищення.

Перед більш тонкою очищенням стічні води направляють на процежування через решітки і сита, які встановлюють перед відстійниками з ціллю вилучення з них великих домішок.

Осадженням називається поділ рідких неоднорідних систем шляхом виділення з рідкої фази твердих або рідких зважених частинок під дією сили тяжіння, відцентрової сили.

Система, яка складається з рідини та твердих дисперсних частинок у цій рідині, називається суспензією.

Система, яка складається з 2-х рідин, одна з якої змішується з другою у вигляді дисперсних крапель, називається емульсією.

Скидання нагрітих стічних вод у водойм – це фізичне забруднення.

Очищення стічних вод екстракцією забруднень

Рідинну екстракцію застосовують для очищення стічних вод, із вмістом фенолів, органічних кислот, іонів металів. Доцільність використання екстракції визначається концентрацією органічних домішок.

Очищення стічних вод екстракцією складається з трьох стадій. перша стадія - змішання стічної води з екстрагентом (органічним розчинником).

При цьому утворюються дві рідкі фази. Одна фаза - екстракт містить речовину і екстрагент, інша фаза - рафінад містить стічну воду і екстрагент. Друга стадія - поділ екстракту і рафінаду; третя стадія - регенерація екстрагента з екстракту і рафінаду.

ЛІТЕРАТУРА

1. Ветошкин А.Г., Таранцева К.Р. Технологии защиты окружающей среды. (Теоретические основы) : Учебное пособие. Пенза, 2004. С.83-88. <http://window.edu.ru/resource/888/36888/files/stup114.pdf>
2. Природоохоронні технології. навчальний посібник. Ч.2: методи очищення стічних вод / Петрук В.Г., Северин Л.І., Васильківський І.В., Безвозюк І.І. Вінниця: ВНТУ, 2014. 254с.
3. Гомеля М.Д., Радовенчик В.М., Шаблій Т.О. Основи проектування очисних споруд : Навч. посіб. К.: ТОВ „Інфодрук”, 2013. 175 с.
4. Курятников В.В., Співак А.Я., Кільян А.М. Конструювання та інженерно-фізичні принципи систем захисту довкілля : Конспект лекцій. Одеса: ОДЕКУ, 2019. 60 с.
5. Рыбаков Ю.С. Процессы и аппараты защиты окружающей среды : Конспект лекцій. Екатеринбург: УрГосУПС, 2005. 196 с. (С.35-42) <http://www.twirpx.com/file/1472984/>
6. Герасимов О.І. Основи технологій захисту навколишнього середовища : Навчальний посібник. Одеса: ТЕС, 2018. 228 с.

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

1. *Які Ви знаєте методи та засоби очищення питної води?
2. *Які фізичні механізми покладені в основу очищення рідини від твердої фази?
- 3.*Як називається поділ рідких неоднорідних систем шляхом виділення з рідкої фази твердих або рідких зважених частинок під дією сили тяжіння, відцентрової сили.
- 4.* Як проводять відстоювання стічних вод?
5. *Як називається система, яка складається з 2-х рідин, одна з якої

змішується з другою у вигляді дисперсних крапель?

(* - питання для самоперевірки базових результатів навчання - знань, вмінь, навичок).

Тема 2.2 Захист (очищення) гідросфери. Гідромеханічні способи очищення стічних вод. Фізико-хімічні методи очищення стічних вод. Флотаційне очищення.

Гідромеханічні методи є найбільш поширеними способами очищення стічних вод. Для видалення зважених частинок із стічних вод використовують періодичні і безперервні гідромеханічні процеси проціджування, гравітаційного і відцентрового відстоювання і фільтрування. Вибір методу залежить від розміру частинок домішок, фізико-хімічних властивостей, концентрації зважених частинок, витрати стічних вод і необхідного ступеня очищення.

Перед більш тонкою очищенням стічні води направляють на процежування через решітки і сита, які встановлюють перед відстійниками з ціллю вилучення з них великих домішок.

Методи очистки, які супроводжуються одночасним протіканням хімічних і фізичних процесів, називаються фізико-хімічними.

Коагуляція і флокуляція забруднень стічних вод

Коагуляція - це процес укрупнення дисперсних частинок в результаті їх взаємодії і об'єднання в агрегати.

Швидкість осадження частинок буде зростати зі збільшенням розміру частинок. Для прискорення відстоювання використовують коагуляцію частинок, тобто збільшення їх за допомогою коагулянтів, які вводяться в суспензію в результаті чого під дією молекулярних сил відбувається злипання дрібних частинок в великі конгломерати (пластівці, флокули).

Коагуляція найбільш ефективна для видалення з води колоїднодисперсних частинок, тобто частинок розміром 1 ... 100 мкм.

Флокуляція - це процес агрегації зважених частинок при додаванні в стічну воду високомолекулярних сполук, які називаються флокулянтами. На відміну від коагуляції при флокуляції агрегація відбувається не тільки при безпосередньому контакті частинок, але і в результаті взаємодії молекул адсорбованого на частинках флокулянта.

Флотація - процес молекулярного прилипання частинок до поверхні розділу газу і рідини, обумовлений надлишком вільної енергії поверхневих прикордонних шарів.

Флотацію застосовують для видалення зі стічних вод нерозчинних дисперсійних домішок, які погано відстоюються, а також для видалення розчинених речовин, наприклад, поверхнево-активних речовин (ПАР).

ЛІТЕРАТУРА

1. Ветошкин А.Г., Таранцева К.Р. Технологии защиты окружающей среды. (Теоретические основы) : Учебное пособие. Пенза, 2004. С.83-88. <http://window.edu.ru/resource/888/36888/files/stup114.pdf>

2. Природоохоронні технології. навчальний посібник. Ч.2: методи очищення стічних вод / Петрук В.Г., Северин Л.І., Васильківський І.В., Безвозюк І.І. Вінниця: ВНТУ, 2014. 254с.
3. Гомеля М.Д., Радовенчик В.М., Шаблій Т.О. Основи проектування очисних споруд : Навч. посіб. К.: ТОВ „Інфодрук”, 2013. 175 с.
4. Курятников В.В., Співак А.Я., Кільян А.М. Конструювання та інженерно-фізичні принципи систем захисту довкілля : Конспект лекцій. Одеса: ОДЕКУ, 2019. 60 с.
5. Рыбаков Ю.С. Процессы и аппараты защиты окружающей среды : Конспект лекцій. Екатеринбург: УрГосУПС, 2005. 196 с. (С.35-42) <http://www.twirpx.com/file/1472984/>
6. Герасимов О.І. Основи технологій захисту навколишнього середовища : Навчальний посібник. Одеса: ТЕС, 2018. 228 с.

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

1. *Які фізичні механізми покладені в основу очищення рідини від твердої фази?
 2. Як називається поділ рідких неоднорідних систем шляхом виділення з рідкої фази твердих або рідких зважених частинок під дією сили тяжіння, відцентрової сили.
 3. *Під дією якої сили відбувається осадження відстоюванням?
 4. Назвіть основні способи очищення рідини.
 5. *Що називається коагуляцією?
 6. *Що називається флокуляцією?
 7. *Що називається флотацією?
- (* - питання для самоперевірки базових результатів навчання - знань, вмінь, навичок).

Тема 2.3 Фільтрування стічних вод. Очищення стічних вод адсорбцією. Зворотний осмос та ультрафільтрація в розчинах стічних вод домішок, електрохімічні методи очищення стічних вод.

Адсорбційні методи широко застосовуються для глибокого очищення стічних вод від розчинених органічних речовин після біохімічного очищення, а також в локальних установках, якщо концентрація цих речовин в воді невелика і вони біологічно не розкладаються.

Апарати, у яких здійснюють процес абсорбції, називають абсорбери.

Вивчаючи електрохімічні методи очищення студенти мають розуміти ряд понять електрики та електрохімії, поняття осмосу.

Так, процес розкладу речовини під дією електричного струму при відсутності або недостатності кисню, називається електроліз.

Зворотний осмос та ультрафільтрація в розчинах стічних вод

Зворотним осмосом і ультрафільтрацією називають процеси фільтрування розчинів через напівпроникні мембрани, які вибірково пропускають розчинник і повністю або частково затримують молекули

розчинених у них речовин під тиском, що перевищує осмотичний тиск.

В основі цих способів лежить явище осмосу - мимовільного переходу розчинника (води) в розчин через напівпроникну мембрану.

Механізм фільтрування через пористу мембрану пояснюється тим, що пори такої мембрани досить великі, щоб пропускати молекули розчинника, але занадто малі, щоб пропускати молекули розчинених речовин. При зворотному осмосі відокремлюються частинки (молекули, гідратовані іони), розміри яких не перевищують розмірів молекул розчинника.

При ультрафільтрації розмір відокремлюваних частинок $d_{ч}$ на порядок більше. В процесі ультрафільтрації мембраною затримуються високомолекулярні речовини, а низькомолекулярні речовини і розчинник вільно проходять через пори мембрани. При зворотному осмосі мембраною затримуються як високомолекулярні речовини, так і велика частина низькомолекулярних речовин, а проходить через пори мембрани тільки майже чистий розчинник.

Умовні межі застосування цих процесів: зворотний осмос: $d_{ч} = 0,0001 \dots 0,001$ мкм; ультрафільтрація: $d_{ч} = 0,001 \dots 0,02$ мкм; макрофільтрація: $d_{ч} = 0,02 \dots 10$ мкм.

Від звичайної фільтрації такі процеси відрізняються відділенням частинок менших розмірів. Тиск, необхідний для проведення процесу зворотного осмосу (6 ... 10 МПа).

Електрохімічні методи очищення стічних вод. Для очищення стічних вод від різних розчинних і диспергованих домішок застосовуються процеси анодного окислення і катодного відновлення, електрокоагуляції, електрофлокуляції і електродіаліз. Всі ці процеси протікають на електродах при проходженні через стічну воду постійного електричного струму. Основним недоліком цих методів є велика витрата електроенергії. Очищення стічних вод електрохімічними методами можна проводити періодично або безперервно.

При проходженні стічної води через міжелектродний простір електролізера відбувається електроліз води, поляризація частинок, електрофорез, окислювально-відновні процеси, взаємодія продуктів електролізу один з одним.

Ефективність електрохімічних методів оцінюється щільністю струму, напругою, коефіцієнтом корисної використання напруги, виходом по струму, виходом по енергії.

ЛІТЕРАТУРА

1. Ветошкин А.Г., Таранцева К.Р. Технологии защиты окружающей среды. (Теоретические основы) : Учебное пособие. Пенза, 2004. С.83-88. <http://window.edu.ru/resource/888/36888/files/stup114.pdf>
2. Природоохоронні технології. навчальний посібник. Ч.2: методи очищення стічних вод / Петрук В.Г., Северин Л.І., Васильківський І.В., Безвозюк І.І. Вінниця: ВНТУ, 2014. 254 с.

3. Гомеля М.Д., Радовенчик В.М., Шаблій Т.О. Основи проектування очисних споруд : Навч. посіб. К.: ТОВ „Інфодрук”, 2013. 175 с.
4. Курятников В.В., Співак А.Я., Кільян А.М. Конструювання та інженерно-фізичні принципи систем захисту довкілля : Конспект лекцій. Одеса: ОДЕКУ, 2019. 60 с.
5. Герасимов О.І. Основи технологій захисту навколишнього середовища : Навчальний посібник. Одеса: ТЕС, 2018. 228 с.

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

1. *Назвіть основні способи очищення рідини.
 - 2.* Що називається адсорбцією?
 3. Як здійснюється фільтрування стічних вод?
 4. Як здійснюється очищення стічних вод адсорбцією?
- (* - питання для самоперевірки базових результатів навчання - знань, вмінь, навичок).

Тема 2.4 Фільтрування осадів стічних вод. Відцентрове фільтрування осадів стічних вод.

Осадження відстоюванням відбувається під дією сили тяжіння.

Розрахунок відстійників. Відстоювання стічних вод проводять в апаратах, так званих відстійниками або згущувачі. Розрізняють горизонтальні, радіальні, вертикальні, трубчасті, пластинчасті відстійники з похилими перегородками. Горизонтальні відстійники являють собою прямокутні резервуари, що мають два або більше одночасно працюючих відділення. Вода рухається з одного кінця відстійника до іншого.

Глибина відстійника дорівнює 1,5 ... 4 м, довжина 12 ... 48 м, ширина коридору 3 ... 6 м. Горизонтальні відстійники застосовують при витраті стічної води понад 15000 м³ / добу. Ефективність відстоювання досягає 60%.

Відстійники проектується в розрахунок на осадження найдрібніших частинок, що знаходяться в стічній воді. Тому час перебування стічної води в апараті має бути більше часу осадження крейданих частинок або в межі дорівнює часу, необхідному для обмеженого осадження частинки меншого розміру на дно апарату із заданою висоти.

Продуктивність відстійника по освітленій воді $Q_{осв}$ (м³ / с) Виражається рівнянням

$$Q_{осв} = v_n \cdot B \cdot H,$$

де v_n - швидкість потоку стічної води уздовж апарату, м / с; B - ширина відстійника, м; H - висота шару освітленої води, м.

Швидкість поділу неоднорідних систем в поле відцентрових сил вище в порівнянні зі швидкістю поділу цих систем в поле сили тяжіння. Відношення відцентрової сили до сили тяжіння можна зробити порівнянням прискорень частинки домішок в відцентровому і гравітаційному полях, тому що стосовно до частинки певної маси сили пропорційні прискоренням.

Фактор поділу є важливою характеристикою гідроциклонів і центрифуг.

Для очищення стічних вод використовують напірні і відкриті гідроциклони.

В процесі очищення стічних вод доводиться мати справу з великою кількістю води, тому застосовують фільтри, для роботи яких не потрібний високий тиск. Виходячи з цього, використовують фільтри з сітчастими елементами (мікрофільтри і барабанні сітки) і фільтри з фільтруючим зернистим шаром.

Поля фільтрації це очисні споруди, які людство використовувало для очищення води вже більш п'яти сторіч.

Поля фільтрації являють собою ділянки землі площею від декількох квадратних метрів до 1,5-2 га з ухилом до 0,02, обваловані дамбами.

Ці ділянки землі влаштовуються на пісках, супісках, або легких суглинках.

До недоліків полів фільтрації відноситься заняття великих площ, можливість забруднень підземних вод і атмосферного повітря газоподібними продуктами розкладання стічних вод.

Різновидом полів фільтрації є поля підземної фільтрації, у яких на глибині 0,5-1,8 м укладаються дренажні труби.

По них очищена вода видаляється з полів фільтрації і використовується для зрошення сільськогосподарських угідь.

У процесі фільтрації води через породи відбувається її додаткова механічна і частково фізико-хімічне очищення.

ЛІТЕРАТУРА

1. Ветошкин А.Г., Таранцева К.Р. Технологии защиты окружающей среды. (Теоретические основы) : Учебное пособие. Пенза, 2004. С.83-88. <http://window.edu.ru/resource/888/36888/files/stup114.pdf>
2. Гомеля М.Д., Радовенчик В.М., Шаблій Т.О. Основи проектування очисних споруд : Навч. посіб. К.: ТОВ „Інфодрук”, 2013. 175 с.
3. Курятников В.В., Співак А.Я., Кільян А.М. Конструювання та інженерно-фізичні принципи систем захисту довкілля : Конспект лекцій. Одеса: ОДЕКУ, 2019. 60 с.
4. Рыбаков Ю.С. Процессы и аппараты защиты окружающей среды : Конспект лекцій. Екатеринбург: УрГосУПС, 2005. 196 с. (С.35-42) <http://www.twirpx.com/file/1472984/>
5. Герасимов О.І. Основи технологій захисту навколишнього середовища : Навчальний посібник. Одеса: ТЕС, 2018. 228 с.

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

1. Назвіть основні способи очищення рідини.

2. *Що називається адсорбцією?

3. Як проводять відстоювання стічних вод?

(* - питання для самоперевірки базових результатів навчання - знань, вмінь, навичок).

Тема 2.5 Термічні методи знешкодження мінералізованих стоків. Методи захисту літосфери

Вивчаючи тему захисту літосфери, потрібно звернути увагу на питання переробки твердих відходів, а також утилізації сміття.

Механічна переробка твердих відходів

Утилізація твердих відходів призводить до необхідності або їх розділення на компоненти з подальшою переробкою сепарованих матеріалів різними методами, або надання їм певного виду.

Після подрібнення та фракціонування, відходи перетворюються в продукти, готові для подальшого використання. Твердий матеріал можна подрібнити до частинок бажаного розміру роздавлюванням, розколюванням, розламуванням, різанням, розпилюванням, стиранням і різними комбінаціями цих способів.

Потрібно розглянути питання методів та принципів захисту літосфери, пов'язуючи їх з питаннями фізики ґрунтів та фізики гранульованих систем.

Студентам потрібно розглянути проблему металобрухту в навколишньому середовищі, причини забруднення металом і його утилізацію, способи утилізації.

При цьому слід звернути увагу на питання методів знешкодження та захоронення твердих промислових відходів, на класифікацію токсичності всіх твердих промислових відходів в залежності від їх впливу на ґрунти, підземні ґрунтові води, атмосферу та здоров'я людини.

Потрібно показати, що низькотемпературний та високотемпературний піроліз є перспективними напрямками термічної обробки твердих промислових відходів, що дає можливість з успіхом використовувати піролізні продукти в якості сировини для виробництв органічного синтезу або палива.

ЛІТЕРАТУРА

1. Шеин Е.В. Курс фізики почв : Учебник. М.: Изд-во МГУ, 2005. 432 с.
2. Герасимов О.І. Фізика гранульованих матеріалів : Монографія. Одеса: ТЕС, 2015. 264с.
3. Ветошкин А.Г., Таранцева К.Р. Технологии защиты окружающей среды. (Теоретические основы) : Учебное пособие. Пенза, 2004. С.83-88, <http://window.edu.ru/resource/888/36888/files/stup114.pdf>
4. Природоохоронні технології. навчальний посібник. Ч.2: методи очищення стічних вод / Петрук В.Г., Северин Л.І., Васильківський І.В., Безвозюк І.І. Вінниця: ВНТУ, 2014. 254с.
5. Гомеля М.Д., Радовенчик В.М., Шаблій Т.О. Основи проектування очисних споруд : Навч. посіб. К.: ТОВ „Інфодрук”, 2013. 175 с.

6. Курятников В.В., Співак А.Я., Кільян А.М. Конструювання та інженерно-фізичні принципи систем захисту довкілля : Конспект лекцій. Одеса: ОДЕКУ, 2019. 60 с.

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

1. *Які фізичні механізми покладені в основу очищення ґрунту?
 2. *Яка вибірна здатність ґрунту?
 - 3.* Назвіть основні фізичні властивості ґрунтів
 4. *Які водні властивості та водний режим ґрунту?
 5. *Походження і склад мінеральної та органічної частини ґрунту
 6. Яка загальна схема ґрунтоутворного процесу?
 7. Назвіть основні водні властивості ґрунтів
 8. *Водний режим ґрунту, закон Дарсі.
 9. Теплові властивості та тепловий режим ґрунту
 10. Повітряні властивості та повітряний режим ґрунту
- (* - питання для самоперевірки базових результатів навчання - знань, вмінь, навичок).

3. Модуль ЗМ-ЛЗ Енергетичне забруднення навколишнього середовища

Тема 3.1 Промислові випромінювання. Теплові випромінювання Методи захисту довкілля від енергетичних дій.

До енергетичних антропогенних забруднень належать теплові викиди, шум, вібрація, ультразвук, електромагнітні поля, світлове, лазерне, інфрачервоне, ультрафіолетове, радіація.

Окремим розділом дисципліни є захист довкілля від енергетичних дій.

Під енергетичними діями будемо розуміти дії від механічних і акустичних коливань, від теплових випромінювань, електромагнітних полів і випромінювань. До енергетичних дій також можна віднести дію радіації.

Основним з методів захисту довкілля від енергетичних дій є захист відстанню. Тобто джерело випромінювання повинно розташовуватися від об'єкту випромінювання на достатньо великій відстані. Зрозуміло, що такий метод не завжди є зручним, або його взагалі неможливо застосувати у певних умовах. Тоді користуються іншими методами. Серед таких методів потрібно відмітити метод екранування. Між джерелом випромінювання та об'єктом, який потрібно захистити, розташовується екран, який поглинає випромінювання. Властивості матеріалу екранів, товщина екранів залежить від виду та потужності випромінювання. Тому, для застосування екранів потрібно проводити обов'язково певні розрахунки. Екрани можуть бути простими плитами, являти собою ємності з наповнювачами, наприклад, гранульованими матеріалами, або бути елементами одягу, скафандрами.

ЛІТЕРАТУРА

1. Герасимов О.І. Елементи фізики довкілля : Навчальний посібник. Одеса: ТЕС, 2004. 144с.
2. Герасимов О.І. Теоретичні основи технологій захисту навколишнього середовища : Навчальний посібник. Одеса: ТЕС, 2018. 228 с.
3. Герасимов О.І. Радіоекологія за галузями : Підручник. Одеса: ТЕС, 2016. 100 с.
4. Ветошкин А.Г., Таранцева К.Р. Технологии защиты окружающей среды. (Теоретические основы) : Учебное пособие. Пенза, 2004. С.83-88, <http://window.edu.ru/resource/888/36888/files/stup114.pdf>
5. Курятников В.В., Співак А.Я., Кільян А.М. Конструювання та інженерно-фізичні принципи систем захисту довкілля : Конспект лекцій. Одеса: ОДЕКУ, 2019. 60 с.
6. Широков Ю. М., Юдин К. П. Ядерная физика. М.: Наука, 1980.

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

1. Назвіть види шкідливих енергетичних випромінювань.
 - 2.* Що називається радіацією?
 - 3.* Що називається питомою радіоактивністю?
 4. Як пов'язана небезпечність електромагнітних випромінювань з його частотою?
 - 5.* Які Ви знаєте дози випромінювання?
 - 6.* Які основні властивості та різновиди іонізуючих випромінювань?
 - 7.* Які засоби для вимірювань радіоактивності?
 8. Спектрометри іонізуючого випромінювання. Функція відгуку.
 9. На яких принципах заснована робота приладів, що реєструють іонізуюче випромінювання
- (* - питання для самоперевірки базових результатів навчання - знань, вмінь, навичок).

Тема 3.2 Звукові випромінювання

Механічні коливання з частотою від 16 Гц і до 20000 Гц є джерелом звуку. Механічні коливання з частотою менше 16 Гц є причиною інфразвуку, який не сприймається людським вухом.

Але відомі негативні наслідки інфразвукових коливань на здоров'я живих організмів.

Наприклад, шум вітрових млинів створює низькочастотні коливання, які відлякують птахів. Інфразвукові коливання, резонуючи з коливаннями власного біоритму людини, призводять до її захворювань.

ЛІТЕРАТУРА

1. Герасимов О.І. Елементи фізики довкілля : Навчальний посібник. Одеса, ТЕС, 2004. 144 с.
2. Герасимов О.І. Теоретичні основи технологій захисту навколишнього середовища : Навчальний посібник. Одеса: ТЕС, 2018. 228 с.

3. Ветошкин А.Г., Таранцева К.Р. Технологии защиты окружающей среды. (Теоретические основы) : Учебное пособие. Пенза, 2004. С.83-88. <http://window.edu.ru/resource/888/36888/files/stup114.pdf>
4. Курятников В.В., Співак А.Я., Кільян А.М. Конструювання та інженерно-фізичні принципи систем захисту довкілля : Конспект лекцій. Одеса: ОДЕКУ, 2019. 60 с.

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

1. Назвіть види шкідливих енергетичних випромінювань.
 2. *Як здійснюється захист від звукових випромінювань?.
 3. *На яких принципах заснована робота приладів, що реєструють іонізуюче випромінювання?
- (* - питання для самоперевірки базових результатів навчання - знань, вмінь, навичок).

Тема 3.3 Електромагнітні випромінювання.

Електромагнітні випромінювання – найбільш поширені випромінювання у навколишньому середовищі. Воно складається з природного випромінювання, наприклад, космічного, а також штучного, антропогенного випромінювання, наприклад, від ліній електропередач (ЛЕП), радіо-та телевізійних мереж, мобільних телефонів, промислових підприємств, тощо.

При вивченні цього розділу потрібно розглянути питання біологічного впливу енергетичних дій електромагнітних хвиль.

Відома біологічна дія високих частот електромагнітних хвиль. Так, наприклад цю дію використовують у медицині для локального розігріву органічної тканини.

У побутових пічках мікрохвилі використовують для приготування їжі.

У багатьох випадках ця дія є негативною. Наприклад радіохвилі з довжиною хвилі порядку 1 см є небезпечними для людини. Негативний вплив зростає із збільшенням інтенсивності хвиль.

Залишається відкритим питання дії електромагнітних хвиль, створених мобільними телефонами.

Багато питань, зокрема питання впливу радіації на здоров'я людини, залишаються ще не вивченими.

ЛІТЕРАТУРА

1. Герасимов О.І. Елементи фізики довкілля : Навчальний посібник. Одеса: ТЕС, 2004. 144 с.
2. Герасимов О.І. Теоретичні основи технологій захисту навколишнього середовища : Навчальний посібник. Одеса: ТЕС, 2018. 228 с.
3. Ветошкин А.Г., Таранцева К.Р. Технологии защиты окружающей среды. (Теоретические основы) : Учебное пособие. Пенза, 2004. С.83-88. <http://window.edu.ru/resource/888/36888/files/stup114.pdf>

4. Курятников В.В., Співак А.Я., Кільян А.М. Конструювання та інженерно-фізичні принципи систем захисту довкілля : Конспект лекцій. Одеса: ОДЕКУ, 2019. 60 с.

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

1. Назвіть види шкідливих енергетичних випромінювань.
2. *Як пов'язана небезпечність електромагнітних випромінювань з його частотою?
3. *Які гази здійснюють функцію захисту від ультрафіолетового випромінювання Сонця?
4. Як пов'язана небезпечність електромагнітних випромінювань з його інтенсивністю?

(* - питання для самоперевірки базових результатів навчання - знань, вмінь, навичок).

Тема 3.4 Радіоактивність, радіаційний фон. Дози випромінювань.

У цьому розділі студенти знайомляться з поняттями:

1) радіоактивність; 2) дози випромінювання. Перше поняття характеризує радіоізопад, а друге - взаємодію іонізуючого випромінювання з речовиною.

На теперішній час використання ядерної енергії стало одним із альтернативним видом добування електроенергії відносно палінню нафтопродуктів, газу та вугілля. Тому в деяких країнах світу споживання цього виду електроенергії складає більш 50% від загального її обсягу.

Але при цьому виді діяльності створюються радіоактивні відходи (далі - РАВ), які шкідливо впливають на здоров'я населення та навколишнє природне середовище. На Україні діють Рівенська, Хмельницька, Запорозька, Південно-Українська атомні електростанції, які є основними джерелами створення радіоактивних відходів.

В Харківській, Дніпропетрівській, Одеській, Київській областях існують спеціалізовані підприємства, які здійснюють збір, переробку та захоронення РАВ.

Тому для професійній підготовці студентів вивчення питань схову, переробки та утилізації джерел іонізуючих випромінювань є предметом окремої дисципліни, метою якої є ознайомлення студентів з правилами, нормами та стандартами, прийнятими в Україні, при поводженні з РАВ. Знайомство з діяльністю спеціальних організацій, які здійснюють утилізацію та захоронення радіоактивних відходів, для студентів ОДЕКУ здійснюється на базі Українського державного підприємства «Радон».

Підприємство «Радон» є одним із спец комбінатів України по захороненню радіоактивних відходів.

Питання переробки та утилізації радіоактивних відходів на пунктах захоронення стосуються розташування пунктів захоронення радіоактивних відходів, вимог до розміщення та обладнання пунктів захоронення.

ЛІТЕРАТУРА

1. Герасимов О.І. Елементи фізики довкілля : Навчальний посібник. Одеса: ТЕС, 2004. 144 с.
2. Герасимов О.І. Теоретичні основи технологій захисту навколишнього середовища : Навчальний посібник. Одеса: ТЕС, 2018. 228 с.
3. Герасимов О.І. Радіоекологія за галузями : Підручник. Одеса: ТЕС, 2016. 100 с.
4. Ветошкин А.Г., Таранцева К.Р. Технологии защиты окружающей среды. (Теоретические основы) : Учебное пособие. Пенза, 2004. С.83-88. <http://window.edu.ru/resource/888/36888/files/stup114.pdf>
5. Курятников В.В., Співак А.Я., Кільян А.М. Конструювання та інженерно-фізичні принципи систем захисту довкілля : Конспект лекцій. Одеса: ОДЕКУ, 2019. 60 с.
6. Широков Ю. М., Юдин К. П. Ядерная физика. М.: Наука, 1980.

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

1. Назвіть види іонізуючих випромінювань.
 - 2.* Що називається радіацією?
 - 3.*Що називається питомою радіоактивністю?
 - 4.*Які Ви знаєте дози випромінювання?
 - 5.*Які основні властивості іонізуючих випромінювань?
 6. Які засоби для вимірювань радіоактивності?
- (* - питання для самоперевірки базових результатів навчання -знань, вмінь, навичок).

Тема 3.5 Захист від випромінювань. Методи захисту навколишнього середовища від промислових забруднень.

Студенти мають звернути увагу на основні засоби захисту від випромінювань – екранування, відбиття екранами, поглинання випромінювання, віддалення від джерел випромінювання, використання маніпуляторів.

Серед цих питань ключовими є питання:

- екологічні прилади та системи захисту об'єктів навколишнього середовища від зовнішніх збурень та енергетичних дій;
- багатоканальні аналізатори імпульсів, гамма- спектрометри та їх характеристики.

Студенти повинні знати методи комп'ютерної обробки спектрів, а також спеціалізовані комп'ютерні пакети для обробки спектрів. Вивчення цього розділу програми доцільно починати з розгляду роботи багатоканального амплітудного аналізатора. Сучасні аналізатори мають сотні і тисячі каналів. Кожний з зареєстрованих імпульсів знаходиться в пристрій, що їх запам'ятає.

Програмний пакет "ЛСРМ93(С)", який використовується в ОДЕКУ, призначений для програмної підтримки гамма-спектрометричного аналізу

за допомогою сцинтиляційних детекторів на базі багатоканальних аналізаторів, що сполучені з ЕОМ типу ІВМ РС і їх вітчизняних аналогів.

Програмні модулі, що входять до складу пакета, виконують наступні функції:

- 1) обмін даними між аналізатором і ЕОМ;
- 2) первинна обробка спектральної інформації - пошук піків і розрахунки їхніх параметрів;
- 3) ідентифікація радіонуклідів і розрахунок їх активності;
- 4) градування спектрометра по ефективності реєстрації. Пакет може бути доповнений програмними модулями, що дозволяють організувати банк даних результатів вимірів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Герасимов О.І. Елементи фізики довкілля : Навчальний посібник. Одеса: ТЕС, 2004. 144 с.
2. Герасимов О.І. Теоретичні основи технологій захисту навколишнього середовища : Навчальний посібник. Одеса: ТЕС, 2018. 228 с.
3. Герасимов О.І. Радіоекологія за галузями : Підручник. Одеса: ТЕС, 2016. 100 с.
4. Ветошкин А.Г., Таранцева К.Р. Технологии защиты окружающей среды. (Теоретические основы) : Учебное пособие. Пенза, 2004. С.83-88. <http://window.edu.ru/resource/888/36888/files/stup114.pdf>
5. Курятников В.В., Співак А.Я., Кільян А.М. Конструювання та інженерно-фізичні принципи систем захисту довкілля : Конспект лекцій. Одеса: ОДЕКУ, 2019. 60 с.
6. Широков Ю. М., Юдин К. П. Ядерная физика. М.: Наука, 1980.

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

1. *Які гази здійснюють функцію захисту від ультрафіолетового випромінювання Сонця?
1. *Що здійснює функцію захисту від заряджених частинок космічного випромінювання?
2. Як здійснюється захист від гамма-випромінювання.
(* - питання для самоперевірки базових результатів навчання - знань, вмінь, навичок).

Тема 3.6. Методи захисту довкілля від енергетичних дій. Екологічні прилади та системи захисту об'єктів навколишнього середовища від зовнішніх збурень та енергетичних дій. Захист від радіації.

Захист від радіації. Окремо потрібно проаналізувати питання захисту від радіації. При цьому потрібно мати на увазі, що різні види іонізуючого випромінювання мають різні властивості. Серед цих питань ключовими є питання:

- екологічні прилади та системи захисту об'єктів навколишнього середовища від зовнішніх збурень та енергетичних дій;

- багатоканальні аналізатори імпульсів, гамма- спектрометри та їх характеристики.
- прилади та системи контролю характеристик зовнішніх збурень та енергетичних дій, зокрема, контролю радіації: радіометри, дозиметри, гамма-спектрометри, багатоканальні аналізатори імпульсів та їх характеристики.

Студенти мають звернути увагу на основні засоби захисту – екранування, поглинання випромінювання, віддалення від джерел випромінювання, використання маніпуляторів.

Студенти повинні знати методи комп'ютерної обробки спектрів, а також спеціалізовані комп'ютерні пакети для обробки спектрів. Вивчення цього розділу програми доцільно починати з розгляду роботи багатоканального амплітудного аналізатора. Сучасні аналізатори мають сотні і тисячі каналів. Кожний з зареєстрованих імпульсів знаходиться в пристрій, що їх запам'яє. Блок детектування, до якого входить детектор іонізуючого випромінювання і фотоелектронний помножувач, розміщується у свинцевому будиночку.

ЛІТЕРАТУРА

1. Герасимов О.І. Елементи фізики довкілля : Навчальний посібник. Одеса: ТЕС, 2004. 144 с.
2. Герасимов О.І. Теоретичні основи технологій захисту навколишнього середовища : Навчальний посібник. Одеса: ТЕС, 2018. 228 с.
3. Герасимов О.І. Радіоекологія за галузями : Підручник. Одеса: ТЕС, 2016. 100 с.
4. Ветошкин А.Г., Таранцева К.Р. Технологии защиты окружающей среды. (Теоретические основы) : Учебное пособие. Пенза, 2004. С.83-88. <http://window.edu.ru/resource/888/36888/files/stup114.pdf>
5. Курятников В.В., Співак А.Я., Кільян А.М. Конструювання та інженерно-фізичні принципи систем захисту довкілля : Конспект лекцій. Одеса: ОДЕКУ, 2019. 60 с.
6. Широков Ю. М., Юдин К. П. Ядерная физика. М.: Наука, 1980.

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

- 1.*Які основні засоби захисту від радіації?
 - 2.Я*к здійснюється захист від альфа-випромінювання.
 3. Як здійснюється захист від гамма-випромінювання.
- (* - питання для самоперевірки базових результатів навчання -знань, вмінь, навичок).

ПОВЧАННЯ ПО ВИКОНАННЮ ПРАКТИЧНИХ ЗАВДАНЬ МОДУЛЯ ЗМП-1

Сучасні задачі екологічної безпеки, контролю стану та захисту навколишнього середовища стосуються методів та апаратури, інженерних

рішень в питаннях технологій захисту навколишнього середовища.

Основними, найбільш значими природними екологічними системами є атмосферне повітря, водні системи та система «грунт-рослинний покрив».

Інженерні аспекти захисту цих систем включають природоохоронні технології та апарати, прилади та системи захисту навколишнього середовища. Це – пилоуловлювачі, сепараційні пристрої, циклони, очисні споруди, дамби та ін.

Режими роботи таких пристроїв та споруд потребує певних розрахунків на основі загальних інженерно-фізичних принципів.

Приклади розрахунків таких систем приведені у вигляді розв'язання конкретних задач.

Тема П1.1 Сучасні задачі екологічної безпеки та захисту атмосферного повітря

Серед сучасних інженерно-фізичних задач екологічної безпеки та захисту навколишнього середовища є створення технологій та систем захисту об'єктів навколишнього середовища від забруднення та зовнішніх збурень.

Одна з основних таких задач – це очищення атмосферного повітря.

На сучасному етапі для більшості промислових підприємств очищення вентиляційних викидів від шкідливих речовин є одним з основних заходів щодо захисту повітряного басейну завдяки очищенню викидів перед їх надходженням в атмосферу.

Основними джерелами штучних аерозольних забруднень повітря є ТЕС, які споживають вугілля високої зольності, збагачувальні фабрики, металургійні, цементні, магнезитові і сажові заводи. Аерозольні частинки від цих джерел відрізняються великою різноманітністю хімічного складу. Найчастіше в їхньому складі спостерігаються сполуки кремнію, кальцію і вуглецю, рідше - оксиди металів: заліза, магнію, марганцю, цинку, міді, нікелю, свинцю, сурми.

Наша задача – розглянути фізичні властивості аеродисперсних систем. Зокрема, розглянути питання механіки дисперсних частинок, тепло- масообміну їх з газовим середовищем, питання електричного зарядження та електричної взаємодії. Вивчення полідисперсних систем потребує вивчення статистичних законів розподілу.

Розподіл дискретної величини описують: - 1)біномінальний розподіл, - 2) розподіл Пуассона (радіоактивний розпад підкорюється розподілу Пуассона).

Розподіл Пуассона:

$$p_k(\mu) = \frac{\mu^k}{k!} \exp(-\mu)$$

де $\mu = nt$, $p_k(\mu)$ - імовірність, що в інтервалі $(0,t)$ відбудеться k подій.

Приклади $\exp(-nt)$:

- радіоактивний розпад: $e^{-\lambda t}$;
- проходження нейтронів n^0 через речовину: $e^{-\Sigma t}$

Розподіл Пуассона завжди асиметричний $\gamma \neq 0$.

Приклади: 1) реєстрація газорозрядним лічильником фонового космічного випромінювання - випадкова подія.

Розподіл Гаусса - це розподіл неперервної величини.

$$p(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{(x - \mu)^2}{2\sigma^2}\right)$$

$p(x)$ залежить від двох параметрів: μ і σ .

Можна показати: 1. $\bar{x} = \mu$; 2. $D = \sigma^2$

Використовується:

- при описі розподілу кутів пружного розсіяння при проходженні заряджених частинок через речовину;
- розподіл пробігів важких заряджених частинок у речовині.

Розподіл Колмогорова описує дисперсні системи пилу, подрібнювальні тверді матеріали, мука та т.і.

У аспекті інженерного підходу розглядаються апарати очищення повітря та способи очищення газових викидів. Осадженням називається поділ рідких неоднорідних систем шляхом виділення з рідкої фази твердих або рідких зважених частинок під дією сили тяжіння, відцентрової сили.

В основу дії пилоуловлюючих і сепараційних пристроїв покладений певний фізичний механізм. У пилоуловлювачах і сепараційних пристроях знаходять застосування наступні способи відділення зважених частинок від середовища, тобто повітря (газу): осадження в гравітаційному полі, осадження під дією сил інерції, осадження в відцентровому полі, фільтрування, осадження в електричному полі, мокра газоочищення і ін. Найпростішим сепаратором твердих частинок є пилеосаджувальна камера, в якій запилений газовий потік переміщується з малою швидкістю, що робить можливим гравітаційне осадження (седиментацію) суспензії. Метою розрахунку пилеосаджувальних камер є підбір їх габаритних розмірів і визначення коефіцієнта очищення. У загальному випадку коефіцієнти очищення можуть бути знайдені дослідним шляхом.

Конструювання осаджувальних камер засноване на підрахунку сил, діючих на частинку, і швидкості вертикального руху донизу під дією результуючої сили. Відповідно до закону Ньютона прискорення вертикального руху частинок визначається результуючою дією сили тяжіння, плавучості і опору середовища.

Пряме співвідношення між діаметром частинки і $w_{ос}$ можна

дати через комбінацію $(Re / \zeta)^{1/3}$ в функції Галілея $Ga^{1/3}$. Ця залежність добре виражається емпіричним співвідношенням

$$\lg (Re / \zeta)^{1/3} = -1,387 + 2,153 \lg Ga^{1/3} + 0,548 \lg 2Ga^{1/3} + 0,056651 \lg 2Ga^{1/3},$$

Число Галілея Ga :

$$Ga = 4gd^3 \rho (\rho_k - \rho) / 3\mu^2,$$

де μ - в'язкість газу; ρ - густина газу, ρ_k, d - густина та діаметр дисперсної частинки.

Таким чином, щоб розрахувати стаціонарну швидкість осадження частинок будь-якого розміру d спочатку треба знайти критерій Ga . Потім розраховують Re / ζ , а потім отримують $w_{ос}$, використовуючи дане вище визначення Re / ζ . Основні апарати очищення повітря у промисловості – це циклони. Їх розрахунки – це задача технологій захисту довкілля.

Запилені гази подаються в циклони через тангенціальні або аксіальні завихрителі і роблять всередині апаратів складний обертально-поступальний рух.

На частинки, що зважені в потоці усередині циклону, діє сила інерції, яка прагне змістити їх з криволінійних ліній струму по дотичним, спрямованим під

При проектуванні циклону вибирають його геометрію, розмір, фракційну ефективність, перепад тиску і потрібну для кожного циклону потужність. Розрахунки ґрунтуються на заданих швидкості потоку газу, складі, температурі, тиску, концентрації пилу, а також на даних про дисперсний склад пилу. Ці дані необхідні, щоб сформулювати вимоги до пристрою для вторинного уловлювання пилу, якщо таке передбачається використовувати.

ЛІТЕРАТУРА

1. Ветошкин А.Г., Таранцева К.Р. Технологии защиты окружающей среды. (Теоретические основы) : Учебное пособие. Пенза, 2004. С.83-88. <http://window.edu.ru/resource/888/36888/files/stup114.pdf>
2. Курятников В.В., Співак А.Я., Кільян А.М. Конструювання та інженерно-фізичні принципи систем захисту довкілля : Конспект лекцій. Одеса: ОДЕКУ, 2019. 60 с.
3. Герасимов О.І. Основи технологій захисту навколишнього середовища : Навчальний посібник. Одеса: ТЕС, 2018. 228 с.
4. Курятников В.В., Співак А.Я., Кільян А.М. Методичні вказівки для практичних занять з дисципліни “Конструювання та інженерно-фізичні принципи систем захисту довкілля” для студентів природоохоронного факультету за спеціальністю «Технології захисту навколишнього середовища», Одеса, ОДЕКУ, 2019р., 54 с. укр. мова

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

1. *Назвіть основні способи очищення атмосферного повітря.

- 2.* Що називається аерозолем?
 - 3.* Які Ви знаєте статистичні закони розподілу?
 4. Що є важливим знати при проектуванні циклонів?
 5. Якої найбільшої швидкості v може рости дощова капля діаметром $d=0,3$ мм, якщо динамічна в'язкість повітря $\eta = 1.2 \cdot 10^{-5}$ Па·с.
- (* - питання для самоперевірки базових результатів навчання - знань, вмінь, навичок).

Тема П1.2 Фізичні методи та технології очищення водних об'єктів природного середовища та ґрунтів

Захист гідросфери. Гідромеханічні способи очищення стічних вод.

Для видалення зважених частинок із стічних вод використовують періодичні і безперервні гідромеханічні процеси проціджування, гравітаційного і відцентрового відстоювання і фільтрування. Вибір методу залежить від розміру частинок домішок, фізико-хімічних властивостей, концентрації зважених частинок, витрати стічних вод і необхідного ступеня очищення.

Перед більш тонкої очищенням стічні води направляють на проціджування через решітки і сита, які встановлюють перед відстійниками з ціллю вилучення з них великих домішок.

Осадженням називається поділ рідких неоднорідних систем шляхом виділення з рідкої фази твердих або рідких зважених частинок під дією сили тяжіння, відцентрової сили.

Осадження відстоюванням відбувається під дією сили тяжіння.

Розрахунок відстійників. Відстоювання стічних вод проводять в апаратах, так званих відстійниками або згущувачі. Горизонтальні відстійники являють собою прямокутні резервуари, що мають два або більше одночасно працюючих відділення. Вода рухається з одного кінця відстійника до іншого.

Глибина відстійника дорівнює 1,5 ... 4 м, довжина 12 ... 48 м, ширина каналу 3 ... 6 м. Горизонтальні відстійники застосовують при витраті стічної води понад 15000 м³/добу. Ефективність відстоювання досягає 60%.

Відстійники проектується в розрахунку на осадження найдрібніших частинок, що знаходяться в стічній воді. Тому час перебування стічної води в апараті має бути більше часу осадження крейданих частинок або в межі дорівнює часу, необхідному для обмеженого осадження частинки меншого розміру на дно апарату із заданою висоти.

Продуктивність відстійника по освітленій воді $Q_{осв}$ (м³/с) виражається рівнянням

$$Q_{осв} = v_n B H,$$

де v_n - швидкість потоку стічної води уздовж апарату, м/с; B - ширина відстойника, м; H - висота шару освітленої води, м.

ЛІТЕРАТУРА

1. Ветошкин А.Г., Таранцева К.Р. Технологии защиты окружающей среды. (Теоретические основы) : Учебное пособие. Пенза, 2004. С.83-88. <http://window.edu.ru/resource/888/36888/files/stup114.pdf>
2. Курятников В.В., Співак А.Я., Кільян А.М. Конструювання та інженерно-фізичні принципи систем захисту довкілля : Конспект лекцій. Одеса: ОДЕКУ, 2019. 60 с.
3. Герасимов О.І. Основи технологій захисту навколишнього середовища : Навчальний посібник. Одеса: ТЕС, 2018. 228 с.
4. Курятников В.В., Співак А.Я., Кільян А.М. Методичні вказівки для практичних занять з дисципліни “Конструювання та інженерно-фізичні принципи систем захисту довкілля” для студентів природоохоронного факультету за спеціальністю «Технології захисту навколишнього середовища», Одеса, ОДЕКУ, 2019р., 54 с. укр. мова

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

1. * Назвіть основні способи очищення води.
2. * Назвіть основні гідромеханічні способи очищення стічних вод?
3. * Як проектуються відстійники?
4. Яким рівнянням виражається продуктивність відстійників?
5. При відстоюванні стічних вод витрата їх складає понад 15000 м³/добу. Якою повинна бути глибина відстійника, якщо відомо, що швидкість потоку стічної води уздовж апарату дорівнює 0,5 м/с; В - ширина відстойника дорівнює 5 м, довжина каналу L= 50 м.
(* - питання для самоперевірки базових результатів навчання - знань, вмінь, навичок).

Тема П1.3 Застосування систем захисту від зовнішніх, у тому числі електромагнітних випромінювань

Енергетичні випромінювання – теплові, звукові, ядерне, електромагнітні, серед яких рентгенівське та гамма-випромінювання, взаємодіючи з речовиною, здійснюють на неї певний вплив.

Радіаційне забруднення. Захист від радіації.

Активність a - це швидкість радіоактивного розпаду.

$$a = -\frac{dN}{dt} = \lambda \cdot N .$$

Одиниця активності в системі SI - 1 Бк = 1 розпад/с.

Позасистемна одиниця 1 Ки = 3.7 · 10¹⁰ Бк.

(1 Бк - 1 бекерель, 1 Ки - 1 кюрі).

Закон радіоактивного розпаду має експоненціальний характер

$$N = N_0 \cdot e^{-\lambda t} ,$$

де N і N_0 - кількість радіоактивних ядер в момент часу t і початкова їх кількість відповідно, λ - константа розпаду.

Період піврозпаду $T_{1/2}$ - це час, за який розпадається половина початкової кількості ядер

$$T_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda} = \frac{0,693}{\lambda} .$$

З поняттям активності пов'язане поняття питомої активності. Питома активність q - це відношення активності радіоактивної речовини до її маси m

$$q = \frac{a}{m} ,$$

За даними вимірювання питомої активності можна визначити період піврозпаду речовини. Якщо радіоактивний ізотоп А помістити в зачинену посудину, і в цій посудині в результаті розпаду ізотопу А утвориться радіоактивний ізотоп В, то через достатньо великий час кількість ізотопу В може бути визначена з співвідношення

$$N_A \cdot \lambda_A = N_B \cdot \lambda_B$$

Це співвідношення є умовою радіоактивної рівноваги. Ізотоп В при розпаді утворює інший радіоактивний ізотоп С і т.д. Таким чином утворюється ланцюжок або ряд радіоактивних елементів. Потрібно навчитися розв'язувати задачі на дану тему.

ЛІТЕРАТУРА

1. Ветошкин А.Г., Таранцева К.Р. Технологии защиты окружающей среды. (Теоретические основы) : Учебное пособие. Пенза, 2004. С.83-88. <http://window.edu.ru/resource/888/36888/files/stup114.pdf>
2. Курятников В.В., Співак А.Я., Кільян А.М. Конструювання та інженерно-фізичні принципи систем захисту довкілля : Конспект лекцій. Одеса: ОДЕКУ, 2019. 60 с.
3. Герасимов О.І. Основи технологій захисту навколишнього середовища : Навчальний посібник. Одеса: ТЕС, 2018. 228 с.
4. Курятников В.В., Співак А.Я., Кільян А.М. Методичні вказівки для практичних занять з дисципліни “Конструювання та інженерно-фізичні принципи систем захисту довкілля” для студентів природоохоронного факультету за спеціальністю «Технології захисту навколишнього середовища», Одеса, ОДЕКУ, 2019р., 54 с. укр. мова

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

1. *Назвіть основні енергетичні випромінювання.
2. *Що вивчає радіометрія?
3. * Що називається активністю?
4. Чому дорівнює період напіврозпаду?
5. Знайти масу радона (${}^{222}_{86}\text{Rn}$), активність якого дорівнює 1 кюрі.
6. Знайти сталу розпаду радона, якщо відомо, що число атомів радона зменшується за добу на 18.2%.
7. Активність деякого радіоактивного ізотопу 100 Бк. Знайти його

активність після часу, що дорівнює половині від його періоду напіврозпаду.

8. Знайти питому активність ізотопу ${}_{88}^{226}\text{Ra}$.

(* - питання для самоперевірки базових результатів навчання - знань, вмінь, навичок).

Тема П1.4 Розрахунки доз радіації та дозових навантажень

В умовах підвищеної радіаційної безпеки одним з методів захисту є захисні екрани, які гальмують високоенергетичні частинки іонізуючого випромінювання.

Доза випромінювання – це енергетична характеристика іонізуючого випромінювання.

Доза еквівалентна в органі чи тканині H_T — величина, що визначається як добуток поглиненої дози в окремому органі чи тканині на радіаційний зважуючий фактор w_R :

$$H_T = D w_R$$

Одиниця еквівалентної дози в системі СІ – зіверт (Зв). 1 Зв = 100 бер.

Розрахунки доз та потужностей доз випромінювання в умовах підвищеної радіаційної безпеки.

Еквівалентну дозу H можна розрахувати за формулою (метод дозових коефіцієнтів)

$$H_T = A_v \cdot V_i \cdot v,$$

де $A_{\beta v}$ - об'ємна активність, V_i - дозовий коефіцієнт, v - швидкість споживання.

Дозовий коефіцієнт може бути розрахований за формулою

$$V_i = \Gamma_D / \Gamma_{DR}$$

За нормами НРБУ-97 границя дози $\Gamma_D = 1 \text{ мЗв/година}$. Границя річного приходу ГРП для повітря дорівнює $3 \cdot 10^4 \text{ Бк/година}$. Границя річного приходу ГРП для води дорівнює $7,1 \cdot 10^4 \text{ Бл/година}$.

Таким чином, дозовий коефіцієнт для повітря

$$V_{ih} = 0,33 \cdot 10^{-7} \text{ Зв/ Бк},$$

а для води

$$V_{ig} = 1,4 \cdot 10^{-8} \text{ Зв/ Бк}.$$

Моделювання переносу радіонуклідів у навколишньому середовищі пов'язане з розв'язком диференціальних рівнянь переносу типу

$$\frac{\partial C}{\partial t} + \frac{\partial (u_i C)}{\partial x_i} = \frac{\partial}{\partial x_i} (D_i \frac{\partial C}{\partial x_i}) + \lambda C + \sum_j R_j,$$

де C - концентрація радіонуклідів, X_i - координата, λ - константа розпаду, U_i - швидкість течії уздовж X_i , D_i - коефіцієнт дифузії, R_j - потужність джерел викиду.

У випадку стаціонарності потоку на великих відстанях від місця

викиду для змулених у турбулентному потоці радіонуклідів розв'язок рівняння при умові, що $\sum R_j = 0$, має вигляд

$$C = C_0 \cdot e^{-x/u(b+\lambda)},$$

де b - константа осадження частинок,

$$b = v_s^2 / D_y \cdot u_x,$$

де V_s - швидкість стоксовської седиментації частинок.

ЛІТЕРАТУРА

1. Ветошкин А.Г., Таранцева К.Р. Технологии защиты окружающей среды. (Теоретические основы) : Учебное пособие. Пенза, 2004. С.83-88. <http://window.edu.ru/resource/888/36888/files/stup114.pdf>
2. Курятников В.В., Співак А.Я., Кільян А.М. Конструювання та інженерно-фізичні принципи систем захисту довкілля : Конспект лекцій. Одеса: ОДЕКУ, 2019. 60 с.
3. Герасимов О.І. Основи технологій захисту навколишнього середовища : Навчальний посібник. Одеса: ТЕС, 2018. 228 с.
5. Курятников В.В., Співак А.Я., Кільян А.М. Методичні вказівки для практичних занять з дисципліни “Конструювання та інженерно-фізичні принципи систем захисту довкілля” для студентів природоохоронного факультету за спеціальністю «Технології захисту навколишнього середовища», Одеса, ОДЕКУ, 2019р., 54 с. укр. мова

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

1. *Назвіть основні енергетичні випромінювання.
2. *Що вивчає дозиметрія?
3. * Що називається дозою випромінювання?
4. Які Ви знаєте дози випромінювання?
5. Визначити поглинуту дозу та потужність дози, якщо відомо, що у масі 100 кг поглинута енергія 200 Дж. за час 1 година.
6. Визначити експозиційну дозу та потужність дози фотонного випромінювання, якщо відомо, що у масі 100 кг поглинута енергія 400 Дж. за час 1 година. Одиниця експозиційної дози 1 Рентген = $2,58 \cdot 10^{-4}$ Кл/кг.
7. Експозиційна доза в 1 Рентген відповідає поглинутій дозі 8,8 мГр, або еквівалентній дозі фотонного випромінювання 8,8 мЗв. Чому дорівнює потужність поглинутої та еквівалентної дози звичайного радіаційного фону 12 мкР/год.?
8. Еквівалентна доза 1 бер (біологічний еквівалент рада) складає 0,01 Зв. Чому дорівнює у системі СІ еквівалентна летальна доза $LD_{50/30}$, якщо відомо, що у позасистемних одиницях вона дорівнює 400 рад.?
9. Знайти колективну дозу випромінювання, якщо відомо, що мешканці міста отримали у середньому еквівалентну ефективну дозу 0,02 Зв, а населення міста складає 200 тисяч мешканців.

10. Розрахувати річну еквівалентну дозу H_T на організм дорослої людини, якщо об'єм споживання води складає 2 л на добу і об'ємна активність води $A_v=200$ Бк/л. зберігається на протязі року.

(* - питання для самоперевірки базових результатів навчання - знань, вмінь, навичок).

Тема П1.5 Екранування небезпечних енергетичних випромінювань. Розрахунки товщини екранів від бета-випромінювань

Одним з способів захисту об'єктів навколишнього середовища від зовнішніх збурень та енергетичних дій в умовах роботи з джерелами іонізуючого випромінювання, наприклад при роботі з ядерним реактором є використання захисних екранів. Основні фізичні закономірності такої технології захисту:

Усі заряджені частинки іонізуючого випромінювання, що гальмуються, стають джерелами електромагнітного випромінювання, енергія цього випромінювання пропорційна прискоренню у четвертому степені. Тому таке випромінювання треба враховувати для легких заряджених частинок; але ним можна знехтувати для важких. Втрати на це випромінювання у речовині прийнято називати радіаційними.

Питомі радіаційні втрати на одиницю пройденого частинкою шляху пропорційні енергії. Коефіцієнт пропорційності має розмірність $1/\text{см}$. Обернену величину цього коефіцієнта (визначимо його літерою l_0) називають радіаційною довжиною.

Радіаційні лінійні втрати енергії можна записати у вигляді

$$\left(- \frac{dE}{dx} \right)_{\text{рад}} = \frac{E}{l_0},$$

де l_0 – радіаційна довжина. Розв'язавши це рівняння відносно енергії, можна отримати

$$E = E_0 \exp(-x/l_0).$$

З цього виразу зрозуміло, який зміст має радіаційна довжина - це відстань, на якій енергія іонізуючої частинки в речовині зменшується в e раз, тобто майже втричі. Ця довжина залежить тільки від порядкового номера атомів речовини та густини електронів в ньому, вона визначається формулою

$$l_0 = \frac{4.31 \cdot 10^{26}}{n_e \cdot Z^2 \ln(183/Z^{1/3})} (\text{см}).$$

Послаблення потоку β -частинок з суцільним спектром відбувається за експоненціальним законом

$$J = J_0 e^{-\mu x},$$

де μ – масовий коефіцієнт послаблення в одиницях $\text{см}^2/\text{г}$; x – товщина захисту в $\text{г}/\text{см}^2$. Масовий коефіцієнт в алюмінії визначається емпіричною формулою

$$\mu = 22/E_{\text{макс.}}^{1.33}, \text{ см}^2/\text{г} \quad (0.5 \leq E_{\beta} \leq 6 \text{ MeV}).$$

Шар половинного послаблення β -частинок в алюмінії

$$\Delta_{1/2} = 0.032 E_{\beta}^{1.33} \quad (\text{г/см}^2)$$

Можна оцінити іонізаційні здатності чи питому іонізацію (кількість іонних пар, що утворюються на одиницю довжини пробігу частинки). Оскільки енергія, що затрачується в середньому на утворення однієї пари іонів w , мало залежить і від енергії пролітаючої частинки, і від сорту поглинаючої речовини (вона дорівнює приблизно 33 eV), то лінійна густина іонізації (питома іонізація) – кількість пар іонів, що були утворенні випромінюванням на одиниці шляху

$$i = \frac{dE/dx}{w}.$$

Повна іонізація J – кількість пар іонів, які були утворені на всьому шляху випромінювання у речовині, визначається виразом

$$J = E/w.$$

Поглинаючу дію речовини характеризують лінійним та масовим пробігами, а також величиною шару половинного послаблення. Лінійний пробіг R – шлях, що проходить частинка до повної зупинки, чи мінімальна товщина поглинача, яка потрібна для повного поглинання іонізуючого випромінювання. Вона залежить від природи поглинача та його стану, а також від типу та енергії випромінювання. Пробіг збільшується з ростом енергії іонізуючих частинок, він пропорційний її масі та обернено пропорційний квадрату її заряду. Масовий пробіг – пробіг частинки в одиниці маси, він вимірюється в грамах на квадратний сантиметр і пов'язаний лінійним співвідношенням:

$$R_m = \rho R.$$

На практиці часто користуються емпіричними формулами для пробігу іонізуючих частинок у речовині.

Наприклад, пробіг α -частинки в повітрі можна розрахувати за емпіричною наближеною формулою

$$R_{\alpha}^{\text{пов.}} = 0.31 \cdot E^{3/2} (\text{см})$$

Для пробігу у речовині з масовим числом A інша відома емпірична формула дає

$$R_m = 0.56 R^{\text{пов.}} A^{1/3} \quad (\text{в одиницях мг/см}^2).$$

Системи захисту об'єктів навколишнього середовища від зовнішніх збурень та енергетичних дій.

Основне призначення екологічних приладів – контроль параметрів

навколишнього середовища. Для цього використовують різноманітні спектрометричні методи та прилади.

Основні характеристики приладів, які реєструють іонізуючі випромінювання.

1. *Функція відгуку*, яка визначає зв'язок між властивостями реєстрованих частинок і характеристиками сигналу.

$$N(U) = \int \Phi(E) \cdot G(E, U) dE .$$

2. *Ефективність* (чутливість) приладу визначається мінімальним вторинним ефектом, який може бути зареєстрованим. Чутливістю називається відношення кількості зареєстрованих частинок до кількості частинок, які входять в чутливий об'єм приладу. Для заряджених частинок чутливість близька до 100%. Для гамма-квантів і нейтронів вона є найменшою.

3. *Енергетичне розділення*- це мінімальна різниця в енергіях двох груп частинок, при якій прилад реєструє їх як частки з різними енергіями.

4. *Часове розділення* - це мінімальний час між послідовними влученнями в детектор двох частинок, при якому вони реєструються окремо. Цей час називається "мертвим" часом.

ЛІТЕРАТУРА

1. Ветошкин А.Г., Таранцева К.Р. Технологии защиты окружающей среды. (Теоретические основы) : Учебное пособие. Пенза, 2004. С.83-88. <http://window.edu.ru/resource/888/36888/files/stup114.pdf>
2. Курятников В.В., Співак А.Я., Кільян А.М. Конструювання та інженерно-фізичні принципи систем захисту довкілля : Конспект лекцій. Одеса: ОДЕКУ, 2019. 60 с.
3. Герасимов О.І. Основи технологій захисту навколишнього середовища : Навчальний посібник. Одеса: ТЕС, 2018. 228 с.
6. Курятников В.В., Співак А.Я., Кільян А.М. Методичні вказівки для практичних занять з дисципліни “Конструювання та інженерно-фізичні принципи систем захисту довкілля” для студентів природоохоронного факультету за спеціальністю «Технології захисту навколишнього середовища», Одеса, ОДЕКУ, 2019р., 54 с. укр. мова

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

1. *Назвіть основні механізми взаємодії іонізуючого випромінювання з речовиною.
2. *Що таке радіаційні втрати?
3. * Що називається радіаційною довжиною?
4. Які Ви знаєте основні характеристики приладів, які реєструють іонізуючі випромінювання?
5. У скільки разів пробіг у повітрі α -частинок, що випромінюються $^{239}_{94}\text{Pu}$, більше пробігу α -частинок від $^{238}_{92}\text{U}$.

6. Знайти товщину шару половинного поглинення β -частинок з енергією 0.3 Мев у свинці.
 7. Знайти товщину шару половинного поглинення β -частинок з енергією 0.1 Мев у воді.
 8. Визначити радіаційну довжину електрона з енергією 0,8 МеВ у повітрі при нормальних умовах.
 9. Знайти часове розділення детектора бета-випромінювань методом двох препаратів, якщо відомо, що $N_1 = 45$ імп/с, $N_2 = 65$ імп/с, $N_{12} = 80$ імп/с
- (* - питання для самоперевірки базових результатів навчання - знань, вмінь, навичок).

Модуль ЗМ-П2 Розв'язання задач з методів захисту елементів довкілля

Тема П2.1 Визначення рівня впливу шкідливих зовнішніх збурень на навколишнє середовище

Серед сучасних інженерно-фізичних задач екологічної безпеки та захисту навколишнього середовища є створення технологій та систем захисту об'єктів навколишнього середовища від забруднення та зовнішніх збурень.

Одна з основних таких задач – це очищення атмосферного повітря та води. Це одна з сучасних технологій захисту навколишнього середовища.

Для підприємств народного господарства існують певні норми екологічної безпеки.

Сучасними задачами є задачі захисту від енергетичних випромінювань.

На сучасному етапі для більшості промислових підприємств очищення викидів від шкідливих речовин є одним з основних заходів щодо захисту навколишнього середовища.

Так при оцінках забруднення атмосферного повітря користуються нормами ГДВ – гранично допустимих викидів, а при оцінках забруднення водного середовища користуються нормами ГДС - гранично допустимих скидів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Герасимов О.І. Технології захисту навколишнього середовища: підручник / Одеськ. держ. еколог. ун-т. Одеса: ТЕС, 2019.- 268 с.
2. Герасимов О.І. Теоретичні основи технологій захисту навколишнього середовища. Навчальний посібник. Одеса: ТЕС, 2018. - 228с.
3. Ветошкин А.Г. Таранцева К.Р. Технологии защиты окружающей среды. (Теоретические основы) Учебное пособие. Пенза, 2004, - 249 с. <http://window.edu.ru/resource/888/36888/files/stup114.pdf>
4. Герасимов О.І., Кільян А.М. Елементи фізики довкілля: Радіоекологія (Конспект лекцій). Одеса, ОДЕКУ. 2003. - 134с.
5. Курятников В.В. Методичні вказівки для практичних занять з

дисципліни “Основи технологій захисту навколишнього середовища”, частина 1: “Методи контролю та очищення довкілля від фізичних забруднень ” для студентів рівня вищої освіти «бакалавр» за спеціальністю «Технології захисту навколишнього середовища», Одеса, ОДЕКУ, 2020 р., 48 с.

6. Курятников В.В. Методичні вказівки для практичних занять з дисципліни “Основи технологій захисту навколишнього середовища ” для студентів третього року навчання рівня вищої освіти «бакалавр» природоохоронного факультету за спеціальністю «Технології захисту навколишнього середовища», Одеса, ОДЕКУ, 2019р., 42 с

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

Задача 1.* Для конструювання гравітаційних осаджувальних камер зробити підрахунки сил, діючих на дисперсну, завислу у повітрі частинку, і швидкості вертикального її руху донизу під дією результуючої сили.

Розв’язання:

Відповідно до другого закону Ньютона, прискорення вертикального руху частинок визначається результуючою дією сили тяжіння, плавучості і опору середовища. У разі газового потоку ефектом плавучості можна знехтувати. Силу опору виражають через коефіцієнт опору ζ , що залежить від числа Рейнольдса Re . Рівняння руху частинки:

$$m \frac{dw_{oc}}{dt} = mg - \zeta \frac{\rho w_{oc}^2}{2} \pi r^2,$$

де r , d – радіус та діаметр частинки; m - маса частинки; w_{oc} - швидкість руху частинки; t - час; g - прискорення сили тяжіння; ρ - щільність середовища (газу);

Функціональну залежність між ζ і Re беруть зі стандартних графіків або рівнянь, що описують рух окремої сферичної частинки. При $Re < 0,5$ ця залежність характеризується законом Стокса $\zeta = 24 / Re$. Для великих Re можна використовувати емпіричне рівняння Клячко:

$$\zeta = 24 / Re + 4 / Re^{\frac{1}{2}},$$

яке може бути застосовано в діапазоні $0,5 < Re < 800$. Для маленьких частинок у виразі для сили опору слід вводити поправку Канінгема на ковзання, але в цьому випадку гравітаційне осадження вже не грає ролі.

Вертикальне прискорення частинки продовжується доти, поки сила ваги не стане рівною силі опору; після цього частинка рухається з постійною швидкістю. Ця швидкість називається стаціонарною швидкістю осадження частинки. Час, який необхідний для досягнення цієї швидкості, дуже малий, стаціонарна швидкість може бути знайдена, якщо ліву частину рівняння (*) прирівняти нулю. Цей вираз визначає число Галілея Ga .

$$Ga = 4gd^3\rho(\rho_k - \rho)/3\mu^2,$$

де μ - в'язкість газу; ρ - густина газу, ρ_k, d - густина та діаметр дисперсної частинки.

Пряме співвідношення між діаметром частинки і w_{oc} можна дати через комбінацію $(Re / \zeta)^{1/3}$ в функції $Ga^{1/3}$. Ця залежність добре виражається емпіричним співвідношенням

$$\lg (Re / \zeta)^{1/3} = -1,387 + 2,153 \lg Ga^{1/3} + 0,548 \lg 2Ga^{1/3} + 0,05665 \lg 2Ga^{1/3}$$

Таким чином, щоб розрахувати стаціонарну швидкість осадження частинок будь-якого розміру d спочатку треба знайти критерій Ga . Потім розраховують Re / ζ , а потім отримують w_{oc} , використовуючи дане вище визначення Re / ζ .

Відповідь: Для чисельного розв'язання в отримані співвідношення залишається тільки підставити дані про розмір частинки, густину речовини частинки, густину та в'язкість повітря.

(* - питання для самоперевірки базових результатів навчання - знань, вмінь, навичок).

Тема П2.2 Застосування сучасних технологій захисту елементів довкілля від акустичних, теплових та електромагнітних випромінювань

Енергетичні випромінювання – теплові, звукові, ядерне, електромагнітні, серед яких рентгенівське та гамма-випромінювання, взаємодіючи з речовиною, здійснюють на неї певний вплив.

Захисту елементів довкілля стосується також питань радіаційного забруднення та захисту від радіації.

ЛІТЕРАТУРА

1. Герасимов О.І. Технології захисту навколишнього середовища: підручник / Одеськ. держ. еколог. ун-т. Одеса: ТЕС, 2019.- 268 с.
2. Герасимов О.І. Теоретичні основи технологій захисту навколишнього середовища. Навчальний посібник. Одеса: ТЕС, 2018. - 228с.
3. Ветошкин А.Г., Таранцева К.Р. Технологии защиты окружающей среды. (Теоретические основы) Учебное пособие. Пенза, 2004, - 249 с. <http://window.edu.ru/resource/888/36888/files/stup114.pdf>
4. Герасимов О.І., Кільян А.М. Елементи фізики довкілля: Радіоекологія (Конспект лекцій). Одеса, ОДЕКУ. 2003. - 134с.
5. Курятников В.В. Методичні вказівки для практичних занять з дисципліни “Основи технологій захисту навколишнього середовища”, частина 1: “Методи контролю та очищення довкілля від фізичних забруднень ” для студентів рівня вищої освіти «бакалавр» за спеціальністю «Технології захисту навколишнього середовища», Одеса, ОДЕКУ, 2020 р., 48 с.
6. Курятников В.В. Методичні вказівки для практичних занять з дисципліни “Основи технологій захисту навколишнього середовища ” для студентів третього року навчання рівня вищої освіти «бакалавр» природоохоронного факультету за спеціальністю «Технології захисту

навколишнього середовища», Одеса, ОДЕКУ, 2019р., 42 с

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

Задача 2.1*

Для розрахунку захисту від енергетичних випромінювань знайти лінійний і масовий коефіцієнти поглинання залізом рентгенівських променів з енергією $E=1\text{MeV}$. Яка довжина хвилі λ рентгенівських променів відповідає даному значенню енергії. Товщина шару половинного ослаблення $x_{1/2}=1,56 \cdot 10^{-2}\text{м}$. Густина заліза $\rho=7,9 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$.

Відповідь:

$$\mu = \frac{\ln 2}{X_{1/2}} = 44,4\text{м}^{-1}, \quad \mu_m = \mu/\rho = 5,6 \cdot 10^3 \text{ м}^2/\text{кг}.$$

З формули Планка $E = h\nu = \frac{hc}{\lambda}$ витікає, що

$$\lambda = h \cdot c / E = 6,62 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8 / 1,6 \cdot 10^{-19} = 1,18 \cdot 10^{-13} \text{ м}.$$

Відповідь:

Коефіцієнт поглинання дорівнює $\mu = 44,4 \text{ м}^{-1}$

Задача 2.2*

Знайти ослаблення пучка нейтронів залізом завтовшки 0,1м, якщо початкова густина потоку нейтронів $\sigma = 5 \cdot 10^4 \text{ нейт / см} \cdot \text{с}$, а ефективний переріз процесу $\sigma = 2,3 \text{ барн}$. Знайти густину потоку нейтронів ϕ

$$\phi = \phi_0 \cdot e^{-\mu x} = 7,1 \cdot 10^3 \text{ нейт/см}^2 \cdot \text{с}$$

Відповідь:

Коефіцієнт поглинання дорівнює $\mu = \sigma \cdot N = \sigma \cdot N_A \cdot \rho / A = 0,2\text{см}^{-1}$.

(* - питання для самоперевірки базових результатів навчання - знань, вмінь, навичок).

Тема П2.3 Моделювання впливу зовнішніх джерел ЕМ поля на кабельні лінії (КЛ)

При екрануванні КЛ, значно знижується ступінь впливу зовнішнього ЕМ поля, амплітуди наведеної напруги в жилах КЛ такі, що з ними доводиться рахуватися, коли йдеться, наприклад, про питання якості електричної енергії. Крім того, проблема захисту КЛ має особливу значимість при вирішенні питань ефективного захисту інформаційних потоків в системах управління, зв'язку та телекомунікації, які використовуються на енергетичних об'єктах. Таким чином, виникає необхідність оцінювати ступінь впливу зовнішніх ЕМ полів, а також на показники якості електричної енергії КЛ та вторинних ланцюгів, і достовірність переданої інформації (керуючих сигналів) — для КЛ систем управління електротехнічними об'єктами і систем зв'язку.

Детальне дослідження проблеми зовнішнього ЕМ впливу на провідник передбачає аналіз залежності наведеної напруги від параметрів падаючої хвилі: кута їх падіння на провідник, частоти і амплітуди. Не менш

важливим завданням, є дослідження впливу наведеного сигналу на корисний сигнал в кабелі і нормальний режим роботи навантаження досліджуваної лінії.

Для розрахунку полів, що виникають при падінні ЕМ хвилі на кабель, була вирішена задача дифракції для нескінченно протяжного кабелю.

Часто для вирішення задачі впливу зовнішнього ЕМ поля на кабельні лінії в якості коаксіального кабелю розглядають провідний круговий циліндр, поміщений у зовнішнє поле. Для різних випадків завдання просторової неоднорідності поля методом енергетичного балансу одержано ряд формул для поширення щільності струму, втрат, електродинамічних сил і моментів. Проте такий підхід надто спрощує реальну геометрію кабелів і не враховує шарувату структуру кабельної лінії з різними електричними та магнітними властивостями кожного з шарів.

На даний момент проблема вирішується переважно теоретично, а практичних рекомендацій для інженерів-проектувальників та інженерів-виробників з обліку можливого зовнішнього впливу (на етапі проектування електричних мереж, а також для додаткового захисту функціонування кабельних ліній) не існує.

ЛІТЕРАТУРА

1. Герасимов О.І. Технології захисту навколишнього середовища: підручник / Одеськ. держ. еколог. ун-т. Одеса: ТЕС, 2019.- 268 с.
2. Герасимов О.І. Теоретичні основи технологій захисту навколишнього середовища. Навчальний посібник. Одеса: ТЕС, 2018. - 228с.
3. Курятников В.В. Методичні вказівки для практичних занять з дисципліни “Основи технологій захисту навколишнього середовища”, частина 1: “Методи контролю та очищення довкілля від фізичних забруднень ” для студентів рівня вищої освіти «бакалавр» за спеціальністю «Технології захисту навколишнього середовища», Одеса, ОДЕКУ, 2020 р., 48 с.
4. Курятников В.В. Методичні вказівки для практичних занять з дисципліни “Основи технологій захисту навколишнього середовища ” для студентів третього року навчання рівня вищої освіти «бакалавр» природоохоронного факультету за спеціальністю «Технології захисту навколишнього середовища», Одеса, ОДЕКУ, 2019р., 42 с

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

Задача 3.1* Оцінити змінення напруженості електромагнітного поля в залежності від відстані до нього, моделюючи кабельну лінію в якості коаксіального кабелю у вигляді провідного кругового циліндра. Діаметр кабелю узяти від 1мм до 10 мм.

Задача 3.2 *Знайти напруженість однорідного поля, якщо його

потенціал змінюється на 5 тисяч вольт на відстані 0,1 м.

(* - питання для самоперевірки базових результатів навчання - знань, вмінь, навичок).

Тема П2.4 Оцінювання безпеки інформаційних та інформаційно - комунікаційних систем (ІКС) та інфо - комунікаційних мереж як елемента довкілля від впливу зовнішніх ЕМ- випромінювань.

Безпека інформаційних та інформаційно - комунікаційних систем (ІКС) та інфо - комунікаційних мереж як елемента довкілля від впливу зовнішніх ЕМ- випромінювань залежить від прогнозування ЕМ обстановки та своєчасного здійснення потрібних заходів захисту цих елементів довкілля.

Особливо це необхідно при проектуванні кабельних ліній низької напруги, контрольних кабелів і кабелів систем управління та автоматизації.

Прогнозування ЕМ обстановки слід здійснювати як на стадіях конструювання, проектування, монтажу, експлуатації, так і при реконструкції електротехнічних комплексів і систем. Слід рекомендувати:

1. Перед проектуванням трас проходження кабельних ліній різного призначення необхідно заздалегідь проводити оцінку ЕМ обстановки на шляху їх слідування.

2. Для вже існуючих кабельних трас потрібно використовувати додаткове екранування. Броню, що використовується в якості екрану, слід заземлювати двічі - на території РУ і при вході у будівлю ГЩУ (головним щитом управління) і ОПУ (оперативним пультом управління).

3. Прокладати кабелі і ошиновки силових ліній високої напруги на значних відстанях більше ніж 50 м від приміщень з ГЩУ і ОПУ.

4. Використовувати, де це можливо, оптичні лінії зв'язку, які мають перевагу перед традиційними кабелями, що не є нечутливими до ЕМП та високою пропускною здатністю, а, отже, є високим та надійним якісним зв'язком.

5. На вторинні кабелі, що приходять з РУ, необхідно встановлювати спеціальні фільтри на частоти, характерні для комутаційних перешкод, які існують на конкретному енергооб'єкті.

ЛІТЕРАТУРА

1. Герасимов О.І. Технології захисту навколишнього середовища: підручник / Одеськ. держ. еколог. ун-т. Одеса: ТЕС, 2019.- 268 с.
2. Герасимов О.І. Теоретичні основи технологій захисту навколишнього середовища. Навчальний посібник. Одеса: ТЕС, 2018. - 228с.
3. Аррилага Дж., Бредли Д., Боджер П. Гармоники в электрических системах .М.: Энергоатомиздат, 1990. 320с.
https://www.studmed.ru/arrillaga-dzh-garmoniki-v-elektricheskikh-sistemah_052279641a6.html
4. Хабигер Э. Электромагнитная совместимость. Основы ее обеспечения в

технике: Пер. с нем. / И.П. Кужекин; Под. ред. Б.К. Максимова. М.: Энергоатомиздат, 1995. 304с.

https://www.studmed.ru/habiger-e-elektromagnitnaya-sovmestimost-osnovy-ee-obespecheniya-v-tehnike_e6bc0f0f238.html

5. Белашов В.Ю., Денисова А.Р. Воздействие внешнего электромагнитного поля на кабельные линии // Изв. вузов. Проблемы энергетики. 2003. № 11-12. С. 107-117.

6. Гуревич В. Проблема электромагнитных воздействий на микропроцессорные устройства релейной защиты. Часть 1.//Силовая электроника. Компоненты и технологии №2., 2010г., С. 80 – 84.

7. Курятников В.В. Методичні вказівки для практичних занять з дисципліни “Основи технологій захисту навколишнього середовища” для студентів третього року навчання рівня вищої освіти «бакалавр» природоохоронного факультету за спеціальністю «Технології захисту навколишнього середовища», Одеса, ОДЕКУ, 2019р., 42 с

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

4.1 Оцінити перерозподіл інтенсивності електромагнітних полів, що виникають при падінні ЕМ хвилі, використовуючи явище дифракції для нескінченно протяжного кабелю при діаметрі кабелю від 1мм до 10 мм. Довжину ЕМ хвилі вважати рівною діаметру.

4.2*Які заходи для забезпечення їх роботи потрібно провести при проектуванні операційних систем і комп'ютерних мереж?

4.3 *Як залежить від відстані від приміщень з ГЩУ і ОПУ вплив кабелів силових ліній високої напруги?

(* - питання для самоперевірки базових результатів навчання - знань, вмінь, навичок).

Тема П2.5 Визначення рівнів радіації та впливу її на елементи довкілля, заходи захисту від неї.

Радіометрія - сукупність методів вимірювання величин, що характеризують швидкість радіоактивного розпаду речовини. До таких величин відносять активність, об'ємну активність, питому масову активність. Прилади для вимірювання цих величин називаються радіометрами.

Види радіоактивного розпаду: α - розпад, β - розпад, γ - випромінювання, спонтанний поділ важких ядер, а також протонна радіоактивність.

За даними вимірювання питомої активності можна визначити період піврозпаду речовини.

де N_A - число Авогадро, M - молярна маса.

$$T_{1/2} = \frac{\ln 2 \cdot N_A}{M \cdot q} \cdot$$

де N_A - число Авогадро, M - молярна маса.

Доза опромінення знаходиться у прямій залежності від концентрації радіонуклідів у об'єкті дослідження. Спеціальні служби здійснюють контроль вмісту радіоактивних ізотопів у продуктах харчування, будівельних матеріалах, та об'єктах навколишнього середовища. Їхні концентрації у об'єктах досліджень на багато порядків менші ніж ми звикли бачити у випадку скажімо шкідливих домішок у ґрунті, повітрі, воді, та інших типових об'єктах довкілля.

ЛІТЕРАТУРА

1. Герасимов О.І. Технології захисту навколишнього середовища: підручник / Одеськ. держ. еколог. ун-т. Одеса: ТЕС, 2019.- 268 с.
2. Герасимов О.І. Теоретичні основи технологій захисту навколишнього середовища. Навчальний посібник. Одеса: ТЕС, 2018. - 228с.
3. Герасимов О.І. Радіоекологія за галузями. Підручник. ОДЕКУ. Одеса: ТЕС, 2016. 100 с.
4. Герасимов О.І., Кільян А.М. Елементи фізики довкілля: Радіоекологія (Конспект лекцій). Одеса, ОДЕКУ. 2003. 134с.
5. Герасимов О.І., Андріанова І.С., Співак А.Я. Методичні вказівки “Збірник задач з радіоекології” для студентів 3-го курсу очної форми навчання - Одеса, ОДЕКУ, 2013, 66 с.
5. Курятников В.В. Методичні вказівки для практичних занять з дисципліни “Основи технологій захисту навколишнього середовища”, частина 1: “Методи контролю та очищення довкілля від фізичних забруднень ” для студентів рівня вищої освіти «бакалавр» за спеціальністю «Технології захисту навколишнього середовища», Одеса, ОДЕКУ, 2020 р., 48 с.
6. Курятников В.В. Методичні вказівки для практичних занять з дисципліни “Основи технологій захисту навколишнього середовища ” для студентів третього року навчання рівня вищої освіти «бакалавр» природоохоронного факультету за спеціальністю «Технології захисту навколишнього середовища», Одеса, ОДЕКУ, 2019р., 42 с

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

Задача 5.1 *Визначити початкову активність A_0 радіоактивного препарату, а також його активність A через час T годин.

Задача 5.2 *Знайти питому активність радіоактивного ізотопу за даними значеннями періоду його напіврозпаду $T_{1/2}$

(* - питання для самоперевірки базових результатів навчання - знань, вмінь, навичок).

4. ПИТАННЯ ДО ЗАХОДІВ ПОТОЧНОГО, ПІДСУМКОВОГО ТА СЕМЕСТРОВОГО КОНТРОЛЮ

4.1 Тестові завдання до модульної контрольної роботи модуля ЗМ-Л1

1. Абсорбери це апарати, у яких здійснюють процес...

Література: [5]- с.20 -30; [2]- с.2-51 ; [3]- с.10-50 .

2. Процес розкладу речовини під дією електричного струму при відсутності або недостатності кисню, називається

Література: [5]- с.20 -30; [2]- с.2-51 ; [3]- с.10-50 .

3. Функцію захисту від ультрафіолетового випромінювання Сонця здійснює...

Література: [5]- с.20 -30; [2]- с.2-51 ; [3]- с.10-50 .

4. Парникового ефекту це ...

Література: [5]- с.20 -30; [2]- с.2-51 ; [3]- с.10-50 .

5. При барботуванні створюється велика міжфазна поверхня на кордоні «рідина-газ», що сприяє інтенсифікації ...

Література: [5]- с.88 ; [2]- с.23 ; [3]- с.194 .

11. Гранично допустимі викиди (ГДВ) – це нормативи, які використовуються для оцінки забруднення...

Література: [5]- с.7-10 ; [2]- с.23 ; [3]- с.194 .

12. Які з перелічених антропогенних забруднень належать до матеріальних?

Література: [5]- с.7-10 ; [2]- с.23 ; [3]- с.194 .

13. Які з перелічених антропогенних забруднень належать до навмисних?

Література: [5]- с.7-10 ; [2]- с.23 ; [3]- с.194 .

14. Речовина, добавка якої дозволяє збільшити швидкість хімічної реакції, називають ...

Література: [5]- с.7-10 ; [2]- с.23 ; [3]- с.194 .

15. Методи очистки, які супроводжуються одночасним протіканням хімічних і фізичних процесів, називаються...

Література: [5]- с.7-10 ; [2]- с.23 ; [3]- с.194 .

16. Які з перелічених антропогенних забруднень належать до побутових відходів споживання

Література: [5]- с.7-10 ; [2]- с.23 ; [3]- с.194 .

17. Які з сил діють на частинку пилу при її гравітаційному осадженні?

Література: [5]- с.7-10 ; [2]- с.23 ; [3]- с.194 .

18. Для роботи кульового барабанного млина ємністю 60 тон використовується коробка передач. У чому полягає золоте правило відповідності кількості зубів суміжних між собою шестерень

Література: [5]- с.7-10 ; [2]- с.23 ; [3]- с.194 .

19. У яких апаратах, заснованих на використанні відцентрової сепарації, застосовується конструктивне рішення:

Література: [5]- с.7-10 ; [2]- с.23 ; [3]- с.194 .

20. У яких апаратах, заснованих на використанні відцентрової сепарації, застосовується конструктивне рішення:

Література: [5]- с.7-10 ; [2]- с.23 ; [3]- с.194 .

21. Методи та заходи зниження рівня забруднення атмосфери...
Література: [5]- с.5-25; [2]- с.2-51 ; [3]- с.10-50 .
22. Очищення повітря від аерозольних домішок відбувається...
Література: [5]- с.5-25; [2]- с.2-51 ; [3]- с.10-50 .
23. Причиною виникнення парникового ефекту є порушення пропорцій вмісту в атмосфері ...
Література: [5]- с.5-25; [2]- с.2-51 ; [3]- с.10-50 .
24. Апарати, у яких здійснюють процес абсорбції, називають
Література: [5]- с.51 ; [2]- с.21 ; [3]- с.86 .
25. Процес розкладу речовини під дією електричного струму при відсутності або недостатності кисню, називається
Література: [5]- с. 47; [2]- с.20 ; [3]- с.78 .
26. Методи та заходи зниження рівня забруднення повітря
Література: [5]- с.5-10; [2]- с.36-43; [3]- с.137-149.
27. Способи очищення газових викидів. Захист атмосфери.
Література: [5]- с. 5-10; [2]- с.36-43; [3]- с.137-149.
28. Джерела забруднення атмосфери. Класифікація викидів.
Література: [5]- с. 5-10; [2]- с.17-26; [3]- с.85-137.
29. Механічні методи осадження аеродисперсних частинок.
Література: [5]- с. 5-10; [2]- с.17-26; [3]- с.85-137.
30. Основні фізико-хімічні властивості аеродисперсних частинок.
Література: [5]- с. 5-10; [2]- с.17-26; [3]- с.85-137.
31. Електричні методи осадження аеродисперсних частинок.
Література: [5]- с. 5-10; [2]- с.17-26; [3]- с.85-137.
32. Ефективність систем очищення повітря від твердих аеродисперсних частинок
Література: [5]- с. 5-10; [2]- с.17-26; [3]- с.85-137.
33. Мокрі методи пилеочищення з використанням явищ абсорбції і хемосорбції.
Література: [5]- с. 5-10; [2]- с.17-26; [3]- с.85-137.
34. Метод абсорбції
Література: [5]- с. 5-10; [2]- с.17-26; [3]- с.85-137.
35. Метод хемосорбції
Література: [5]- с. 5-10; [2]- с.23; [3]- с. 149-209.
36. Адсорбційний метод очищення газів
Література: [5]- с. 5-10; [2]- с.23; [3]- с. 149-209.
37. Гравітаційне осадження аеродисперсних частинок.
Література: [5]- с. 5-10; [2]- с.17-26; [3]- с.85-137.
38. Осадження аеродисперсних частинок у циклонах.
Література: [5]- с. 5-10; [2]- с.17-26; [3]- с.85-137.

39. Осадження аеродисперсних частинок у електрофільтрах.

Література: [5]- с. 5-10; [2]- с.17-26; [3]- с.85-137.

40. Термодифузіофорез частинок аерозолів

Література: [5]- с. 5-10; [2]- с.17-26; [3]- с.85-137.

4.2 Тестові завдання до модульної контрольної роботи модуля ЗМ-Л2

1. Для реагентної обробки стічних вод використовуються мінеральні та органічні сполуки - коагулянти і флокулянти. Для цього застосовують...

Література: [1]-с.82-127; [2]-с.82-126, [3]-с.38-42,52-53, с149-228; [4]-л.7-л.11

2. У системах очищення стічних вод дії застосовують центрифуги безперервної дії з шнекової вивантаженням осаду для поділу концентрованих суспензій з розміром частинок ...

Література [1]- с.82-127; [2]-с.82-126, [3]-с.38 -42,52-53, с149-228; [4]-л7-л11

3. У системах очищення стічних вод дії застосовують центрифуги періодичної дії при витратах суспензії менш 5м³ /год в широкому діапазоні концентрацій з частинками...

Література [1]- с.82-127; [2]-с.82-126, [3]-с.38 -42,52-53, с149-228; [4]-л7-л11

4. Для переробки твердих відходів використовують агрегати тонкого подрібнювання...

Література [1]- с.82-127; [2]-с.82-126, [3]-с.38 -42,52-53, с149-228; [4]-л7-л11

5. Система, яка складається з рідини та твердих дисперсних частинок у цій рідині, називається...

Література [1]- с.82-127; [2]-с.82-126, [3]-с.38 -42,52-53, с149-228; [4]-л7-л11

6. Апарати, у яких здійснюють процес абсорбції, називають ...

Література: [1]- с.82-127; [2]-с.82-126, [3]-с.38 -42,52-53, с149-228; [4]-л.7-л.11

7. Система, яка складається з 2-х рідин, одна з якої змішується з другою у вигляді дисперсних крапель, називається ...

Література [1]- с.82-127; [2]-с.82-126, [3]-с.38 -42,52-53, с149-228; [4]-л7-л11

8. Процес розкладу речовини під дією електричного струму при відсутності або недостатності кисню, називається...

Література [1]- с.82-127; [2]-с.82-126, [3]-с.38 -42,52-53, с149-228; [4]-л7-л11

9. Розчинення газу у рідині при проходженні хімічної реакції називається...

Література: [1]- с.82-127; [2]-с.82-126, [3]-с.38-42,52-53,с149-228; [4]-л.7-л11

10. По Вернадському В.І. кисень є речовиною...

А. живою Б. абіотичною В. біогенною

Література: [1]- с.82-127; [2]-с.82-126, [3]-с.38-42,52-53,с149-228; [4]-л.7-л11

11. Фактори неживої природи називається

А. абіотичні фактори Б. біотичні фактори В. антропогенні фактори

Література: [1]- с.82-127; [2]-с.82-126, [3]-с.38 -42,52-53, с149-228; [4]-л7-л11

12. Речовина, добавка якої дозволяє збільшити швидкість хімічної реакції, називають

Література: [1]- с.82-127; [2]-с.82-126, [3]-с.38 -42,52-53, с149-228; [4]-л7-л11

13. Розчинення газу у рідині називається...

Література: [1]- с.82-127; [2]-с.82-126, [3]-с.38 -42,52-53, с149-228; [4]-л7-л11

14. Скидання нагрітих стічних вод у водойм - це:

Література: [1]- с.82-127; [2]-с.82-126, [3]-с.38 -42,52-53, с149-228; [4]-л7-л11

15. Основними об'єктами антропогенного забруднення є:

Література: [1]- с.82-127; [2]-с.82-126, [3]-с.38 -42,52-53, с149-228; [4]-л7-л11

16. Поклади мінеральних ресурсів, що містяться в Землі – це:

Література: [1]- с.82-127; [2]-с.82-126, [3]-с.38 -42,52-53, с149-228; [4]-л7-л11

17. Система, яка складається з 2-х рідин, одна з якої змішується з другою у вигляді дисперсних крапель, називається...

Література: [1]- с.82-127; [2]-с.82-126, [3]-с.38 -42,52-53, с149-228; [4]-л7-л11

18. Методи очистки, які супроводжуються одночасним протіканням хімічних і фізичних процесів, називаються: (визначити потрібне)

Література: [1]- с.82-127; [2]-с.82-126, [3]-с.38 -42,52-53, с149-228; [4]-л7-л11

19. Методи очистки, які засновані на спроможності мікроорганізмів руйнувати (мінералізувати) забруднення органічного походження, називаються: (визначте необхідне)

Література: [1]- с.82-127; [2]-с.82-126, [3]-с.38 -42,52-53, с149-228; [4]-л7-л11

20. Які з перелічених антропогенних забруднень належать до побутових відходів споживання?

Література: [1]- с.82-127; [2]-с.82-126, [3]-с.38 -42,52-53, с149-228; [4]-л.7-л.11

21. Вода, що була в побутовому, виробничому або сільськогосподарському вживанні, а також пройшла через забруднену територію називається...

Література: [1]- с.25; [2]-с.82-126, [3]-с.38 -42,52-53, с149-228; [4]-л.7-л.11

22. В результаті чого утворюються атмосферні води?

Література: [1]- с.25; [2]-с.82-126, [3]-с.38 -42,52-53, с149-228; [4]-л.7-л.11

23. З яких речовин складається емульсія?

Література: [1]- с.25; [2]-с.82-126, [3]-с.38 -42,52-53, с149-228; [4]-л.7-л.11

24. З яких речовин складається суспензія?

Література: [1]- с.25; [2]-с.82-126, [3]-с.38 -42,52-53, с149-228; [4]-л.7-л.11

25. Чи є піна дисперсною системою?

Література: [1]- с.25; [2]-с.82-126, [3]-с.38 -42,52-53, с149-228; [4]-л.7-л.11

26. Розчинення газу у рідині називається...

Література: [1]- с.54; [2]- с.8-37, с.39-57; [3]- с.8 -36, с.57-83; [4]- л.1- л.6

27. Скидання нагрітих стічних вод у водойм - це:

Література: [1]- с.54; [2]- с.8-37, с.39-57; [3]- с.8 -36, с.57-83; [4]- л.1- л.6

28. Основними об'єктами антропогенного забруднення є:

Література: [1]- с.9; [2]- с.8-37, с.39-57; [3]- с.8 -36, с.57-83; [4]- л.1- л.6.

29. Поклади мінеральних ресурсів, що містяться в Землі – це:

Література: [1]- с.82-127; [2]-с.82-126, [3]-с.38-42,52-53, с149-228; [4]-л.7-л11

30. Фільтрування осадів стічних вод

Література: [1]- с.116; [2]-с.82-126, [3]-с.38 -42,52-53, с.149-228; [4]-л.7-л.11

31. Методи очищення, які супроводжуються одночасним протіканням хімічних і фізичних процесів, називаються: (визначити потрібне)

Література: [1]-с.82-127; [2]-с.82-126, [3]-с.38-42,52-53, с.149-228; [4]-л.7-л.11

32. Методи очищення, які засновані на спроможності мікроорганізмів руйнувати (мінералізувати) забруднення органічного походження, називаються: (визначте необхідне)

Література: [1]-с.82-127; [2]-с.82-126, [3]-с.38-42,52-53, с.149-228; [4]-л.7-л.11

33. Які з перелічених антропогенних забруднень належать до побутових відходів споживання?

Література [1]-с.9-24,38-62; [2]- с.8-57, с.82-137; [3]- с.8- 228, с.234 -246; [4]- лекція1- лекція16;

34. У системах очищення стічних вод дії застосовують центрифуги ...

Література: [5]- с.20-30; [2]- с.20-21; [3]- с. 149-209.

35. Які стічні води не забороняється скидати в загально сплавну міську каналізаційну стічну мережу?

Література: [5]- с.20-30; [2]- с.20-21; [3]- с. 149-209.

36.Безвідходна технологія – це...

Література: [5]- с.20-30; [2]- с.20-21; [3]- с. 149-209.

37. При барботуванні створюється велика міжфазна поверхня на кордоні «рідина-газ», що сприяє інтенсифікації ...

Література: [5]- с.20-30; [2]- с.20-21; [3]- с. 149-209.

38. Методи очищення води

Література: [5]- с.20-30; [2]- с.20-21; [3]- с. 149-209.

39.Методи та засоби очищення питної води.

Література: [5]- с.20-30; [2]- с.20-21; [3]- с. 149-209.

40. Каталітичний метод очищення води

Література: [5]- с.20-30; [2]- с.20-21; [3]- с. 149-209.

4.3 Тестові завдання до модульної контрольної роботи модуля ЗМ-ЛЗ

1. У захисних пристроях навколишнього середовища від енергетичних впливів захист може здійснюватися ...

Література: [1]- с.129-210; [2]- с.128-137; [3]- с.234-246; [4]- л.12- л.16; [5]- с.7- 9, с.29 -41, с.74-82.

2. При захисту від вібрацій в промисловості зміна частоти власних коливань джерела (машини або пристрою) використовується...

Література: [1]- с.130; [2]- с.128-137; [3]- с.234-246; [4]- л.12- л.16; [5]- с.7- 9, с.29 - 41, с.74-82.

3. Основним способом захисту від електромагнітного випромінювання в

навколишньому середовищі є...

Література: [1]- с.140; [2]- с.128-137; [3]- с.234-246; [4]- л.12- л.16; [5]- с.7-9, с.29 -41, с.74-82.

Література: [1]- с.129-210; [2]- с.128-137; [3]- с.234-246; [4]- л.12- л.16; [5]- с.7- 9, с.29 -41, с.74-82.

4. За допомогою яких приладів визначають потужність дози випромінювання?

Література: [1]- с.140; [2]- с.128-137; [3]- с.234-246; [4]- л.12- л.16; [5]- с.7-9, с.29 -41, с.74-82.

5. На якому з ефектів заснований сцинтиляційний метод реєстрації радіації?

Література: [1]- с.129-210; [2]- с.128-137; [3]- с.234-246; [4]- л.12- л.16; [5]- с.7- 9, с.29 -41, с.74-82.

6. Що показує характеристика поглинання іонізуючого випромінювання захисними екранами I_{10} ?

Література: [1]- с.129-210; [2]- с.128-137; [3]- с.234-246; [4]- л.12- л.16; [5]- с.7- 9, с.29 -41, с.74-82.

7. За допомогою яких приладів визначають активність іонізуючого випромінювання?

Література: [1]- с.165; [2]- с.128-137; [3]- с.234-246; [4]- л.12- л.16; [5]- с.7-9, с.29 -41, с.74-82.

8. За допомогою яких приладів перетворюють сцинтиляції в електричний імпульс ?

Література: [1]- с.129-210; [2]- с.128-137; [3]- с.234-246; [4]- л.12- л.16; [5]- с.7- 9, с.29 -41, с.74-82.

9. Скільки шарів половинного послаблення потрібно для зменшення рентгенівських променів в 4 рази?

Література: [1]- с.161-162; [2]- с.128-137; [3]- с.234-246; [4]- л.12- л.16; [5]- с.7- 9, с.29 -41, с.74-82.

10. Як називається чутливий елемент приладів радіо-дозиметричного контролю?

Література: [1]- с.129-210; [2]- с.128-137; [3]- с.234-246; [4]- л.12- л.16; [5]- с.7- 9, с.29 -41, с.74-82.

11. В яких одиницях вимірюється потужність експозиційної дози?

Література: [1]- с.167; [2]- с.128-137; [3]- с.234-246; [4]- л.12- л.16; [5]- с.7-9, с.29 -41, с.74-82.

12. У яких одиницях вимірюється сучасними дозиметрами еквівалентна доза?

Література: [1]- с.129-210; [2]- с.128-137; [3]- с.234-246; [4]- л.12- л.16; [5]- с.7- 9, с.29 -41, с.74-82.

13. Як називаються прилади для вимірювання та аналізу спектрів гамма-випромінювання?

Література: [1]- с.129-210; [2]- с.128-137; [3]- с.234-246; [4]- л.12- л.16; [5]- с.7- 9, с.29 -41, с.74-82.

14. Що являє собою за своєю сутністю рентгенівський апарат?

Література: [1]- с.129-210; [2]- с.128-137; [3]- с.234-246; [4]- л.12- л.16; [5]- с.7- 9, с.29 -41, с.74-82.

15. На якому з ефектів заснований іонізаційний метод реєстрації радіації?

Література: [1]- с.129-210; [2]- с.128-137; [3]- с.234-246; [4]- л.12- л.16; [5]- с.7- 9, с.29 -41, с.74-82.

16. Процес розкладу речовини під дією радіації при відсутності або недостатності кисню, називається

Література: [1]- с.129-210; [2]- с.128-137; [3]- с.234-246; [4]- л.12- л.16; [5]- с.7- 9, с.29 -41, с.74-82.

17. На якому рівні не відбувається вплив іонізуючого випромінювання на біологічні об'єкти?

Література: [1]- с.129-210; [2]- с.128-137; [3]- с.234-246; [4]- л.12- л.16; [5]- с.7- 9, с.29 -41, с.74-82.

18. Які радіонукліди після аварії на ЧАЕС найбільш небезпечні в даний час?

Література: [1]- с.129-210; [2]- с.128-137; [3]- с.234-246; [4]- л.12- л.16; [5]- с.7- 9, с.29 -41, с.74-82.

18. Вплив радіації на біологічні об'єкти відбувається ...

Література: [1]- с.129-210; [2]- с.128-137; [3]- с.234-246; [4]- л.12- л.16; [5]- с.7- 9, с.29 -41, с.74-82.

19. Як називається вплив іонізуючого випромінювання на потомство опроміненої людини ?

Література: [1]- с.129-210; [2]- с.128-137; [3]- с.234-246; [4]- л.12- л.16; [5]- с.7- 9, с.29 -41, с.74-82.

20. Скільки шарів половинного послаблення потрібно для зменшення рентгенівських променів в 2 рази?

Література: [1]- с.129-210; [2]- с.128-137; [3]- с.234-246; [4]- л.12- л.16; [5]- с.7- 9, с.29 -41, с.74-82.

21. При проходженні крізь речовину повні втрати електронів складаються із яких втрат?

Література: [1]- с.158; [2]- с.128-137; [3]- с.234-246; [4]- л.12- л.16; [5]- с.7- 9, с.29 -41, с.74-82.

22. Які радіаційних втрати енергії електронів називаються радіаційними?

Література: [1]- с.158; [2]- с.128-137; [3]- с.234-246; [4]- л.12- л.16; [5]- с.7- 9, с.29 -41, с.74-82.

23. Захист від електромагнітних полів і випромінювань...

Література: [1]-с.140; [2]-с.128-137; [3]-с.234-246; [4]- л.12- л.16; [5]-с.7- 9,с.29-41,с.74-82.

24. Захист від теплових випромінювань...

Література: [1]-с.135; [2]-с.128-137; [3]-с.234-246; [4]- л.12- л.16; [5]-с.7-9,с.29-41,с.74-82.

25. Захист від радіації...

Література: [1]-с.153; [2]-с.128-137; [3]-с.234-246; [4]- л.12- л.16; [5]-с.7-9,с.29-41,с.74-82.

26. Для якого виду ядерного випромінювання захист від радіації потребує найбільш товсті екрани?

Література: [5] - с. 30-55; [2]- с.20-21; [3]- с. 149-209.

27. Як називаються прилади для вимірювання та аналізу спектрів гамма-випромінювання?

Література: [5] - с. 30-55; [2]- с.20-21; [3]- с. 149-209.

28. Скільки шарів половинного послаблення потрібно для зменшення рентгенівських променів в 4 рази?

Література: [5] - с. 30-55; [2]- с.20-21; [3]- с. 149-209.

29. Як називається чутливий елемент приладів радіо-дозиметричного контролю

Література: [5] - с. 30-55; [2]- с.20-21; [3]- с. 149-209.

30. В яких одиницях вимірюється потужність експозиційної дози?

Література: [5] - с. 30-55; [2]- с.20-21; [3]- с. 149-209.

31. Як називаються прилади для вимірювання та аналізу спектрів гамма-випромінювання?

Література: [5] - с. 30-55; [2]- с.20-21; [3]- с. 149-209.

32. Захисні пристрої від енергетичних впливів

Література: [1]- с.129-210; [2]- с.128-137; [3]- с.234-246; [4]- л.12- л.16; [5]- с.30-45.

33. При захисту від вібрацій в промисловості використовується...

Література: [1]- с.130; [2]- с.128-137; [3]- с.234-246; [4]- л.12- л.16; [5]- с. с.30-45.

34. Основні способи захисту від радіації в навколишньому середовищі.

Література: [1]- с.129-210; [2]- с.128-137; [3]- с.234-246; [4]- л.12- л.16; [5]- с.30-45.

35. Сцинтиляційний метод реєстрації радіації?

Література: [1]- с.129-210; [2]- с.128-137; [3]- с.234-246; [4]- л.12- л.16; [5]- с. 30-55.

36. Що показує характеристика поглинання іонізуючого випромінювання захисними екранами I_{10} ?

Література: [1]- с.129-210; [2]- с.128-137; [3]- с.234-246; [4]- л.12- л.16; [5]- с. 30-55.

37. За допомогою яких приладів визначають активність іонізуючого випромінювання?

Література: [1]- с.165; [2]- с.128-137; [3]- с.234-246; [4]- л.12- л.16; [5]- с. 30-55.

38. За допомогою яких приладів перетворюють сцинтиляції в електричний імпульс ?

Література: [1]- с.129-210; [2]- с.128-137; [3]- с.234-246; [4]- л.12- л.16; [5]- с. 30-55.

39. Скільки шарів половинного послаблення потрібно для зменшення рентгенівських променів в 4 рази?

Література: [1]- с.161-162; [2]- с.128-137; [3]- с.234-246; [4]- л.12- л.16; [5]- с. 30-55.

40. Як називається чутливий елемент приладів радіо-дозиметричного контролю?

Література: [1]- с.129-210; [2]- с.128-137; [3]- с.234-246; [4]- л.12- л.16; [5]- с. 30-55.

4.4 Тестові завдання до модульної контрольної роботи модуля ЗМЛ-4

1. Прилади та обладнання для вимірів параметрів іонізуючого випромінювання.

Література: [1]- с.22; [2]- с.8-37, с.39-57; [3]- с.8 -36, с.57-83;

2. Захист від вібрацій в промисловості шляхом перетворення енергії коливань системи в теплову енергію за рахунок використання матеріалів з великим внутрішнім тертям носить назву

Література: [1]- с.52(верхнє поле сторінки); [2]- с.8-37, с.39-57; [3]- с.8-36;

3. У захисних пристроях навколишнього середовища від енергетичних впливів захист може здійснюватися

Література: [1]- с.54; [2]- с.8-37, с.39-57; [3]- с.8 -36, с.57-83;

4. За допомогою яких приладів визначають потужність дози випромінювання? Вибрати вірну відповідь.

Література: [1]- с.17; [2]- с.8-37, с.39-57; [3]- с.8 -36, с.57-83;

5. В яких одиницях вимірюється потужність експозиційної дози?

Література: [1]- с.17; [2]- с.8-37, с.39-57; [3]- с.8 -36, с.57-83;

6. Еквівалентом якої одиниці є одиниця ефективної біологічної дози 1 бер? Вибрати вірну відповідь.

Література: [1]- с.17; [2]- с.8-37, с.39-57; [3]- с.8 -36, с.57-83;

7. При захисту від вібрацій в промисловості зміна частоти власних коливань джерела (машини або пристрою) використовується

Література: [1]- с.54; [2]- с.8-37, с.39-57; [3]- с.8 -36, с.57-83;

8. За один період напіврозпаду активність радіоактивної речовини

Література: [1]- с.54(середнє поле сторінки); [2]- с.8-37, с.39-57;

9. Для зменшення інтенсивності рентгенівських променів в 4 рази потрібно використати

Література: [1]- с.54(середнє поле сторінки); [2]- с.8-37, с.39-57; [3]- с.8 -36, с.57-83;

10. Радіоблокатори - речовини, що

Література: [1]- с.58(верхнє поле сторінки);

11. Основним способом захисту від електромагнітного випромінювання в навколишньому середовищі є

Література: [1]- с.54(середнє поле сторінки); [2]- с.8-37, с.39-57;

12. Чи може забезпечити альтернативна енергетика сучасні потреби людства в енергії?

Література: [1]-с.129-147; [2]-с.26 -28, [3]-с.234 -236;

13. Для якого іонізуючого випромінювання товщина захисних екранів найменша ?

Література [1]-с. 2; [2]-с.8-37,с.39-57; [3]-с.8-36, с.57-83;

14. Які радіонукліди були найбільш небезпечні відразу ж після аварії на ЧАЕС ?

Література [1]-с.9-24,38-62; [2]-с.8-37,с.39-57; [3]-с.8-36, с.57-83;

15. Що не є джерелом радіоактивного забруднення ?

Література [1]-с.31; [2]-с.8-37,с.39-57; [3]-с.8-36, с.57-83;

16. Як називається вплив іонізуючого випромінювання на потомство опроміненої людини?

Література [1]-с.31; [2]-с.8-37,с.39-57; [3]-с.8-36, с.57-83;

17. Процес розкладу речовини під дією радіації при відсутності або недостатності кисню, називається

Література: [1]- с.17; [2]- с.8-37, с.39-57; [3]- с.8 -36, с.57-83;

18. Для попередження негативних екологічних наслідків господарської діяльності людини необхідно: (визначте необхідне)

Література: [1]- с. 51; [2]- с.8-37, с.39-57; [3]- с.8 -36, с.57-83;

19.Для зменшення інтенсивності рентгенівських променів в 4 рази потрібно використати

Література: [1]- с.22; [2]- с.8-37, с.39-57; [3]- с.8 -36, с.57-83;

20. Еквівалентом якої одиниці є одиниця ефективної біологічної дози 1 бер ?

Література: [1]- с.52(верхнє поле сторінки); [2]- с.8-37, с.39-57; [3]- с.8-36;

21. Які з перелічених антропогенних забруднень належать до енергетичних?

Література: [1]-с.129-147; [2]-с.26 -28, [3]-с.234 -236;

22. У захисних пристроях навколишнього середовища від енергетичних впливів захист може здійснюватися

Література: [1]-с.129-147; [2]-с.26 -28, [3]-с.234 -236;

23. Як захищатися від радіації...

Література [1]-с.153; [2]-с.128-137; [3]-с.234-246;

24. У яких одиницях вимірюється сучасними дозиметрами еквівалентна доза?

Література: [1]- с.129-210; [2]- с.128-137; [3]- с.234-246;

25. На якому з ефектів заснований сцинтиляційний метод реєстрації радіації?

Література: [1]- с.129-210; [2]- с.128-137; [3]- с.234-246;

26. Основним способом захисту від електромагнітного випромінювання в навколишньому середовищі є...

Література: [1]-с.129-147; [2]-с.26 -28, [3]-с.234 -236;

30. Якими приладами вимірюється радіоактивність?

Література: [1]- с.129-210; [2]- с.128-137; [3]- с.234-246;

31. У яких одиницях вимірюється сучасними дозиметрами експозиційна доза?

Література: [1]- с.129-210; [2]- с.128-137; [3]- с.234-246;

32. Якими приладами вимірюється спектр гамма-випромінювання?

Література: [1]- с.129-210; [2]- с.128-137; [3]- с.234-246;

33. Поклади мінеральних ресурсів, що містяться в Землі – це:

Література: [1]- с.82-127; [2]-с.82-126, [3]-с.38-42,52-53, с149-228;

34. Що показує характеристика поглинання іонізуючого випромінювання захисними екранами I_{10} ?

Література: [1]-с.129-147; [2]-с.26 -28, [3]-с.234 -236;

35. Скільки шарів половинного послаблення потрібно для зменшення рентгенівських променів в 4 рази?

Література: [1]-с.129-147; [2]-с.26 -28, [3]-с.234 -236;

36. Захист довкілля від механічних і акустичних коливань

Література: [1]-с.130; [2]-с.129, [3]-с. 236;

37. Захист від електромагнітних полів і випромінювань

Література: [1]-с.140; [2]-с.137, [3]-с. 236;

38. Захист від вібрацій в промисловості

Література: [1]-с.130; [2]-с.129, [3]-с. 236;

39. Вплив техногенних випромінювань на біологічні об'єкти

Література: [1]-с.147; [2]-с.137, [3]-с. 236;

40. Основними джерелами вібрації є

Література: [1]-с.130; [2]-с.129, [3]-с. 236;

41. За допомогою яких приладів визначають дози випромінювання? Вибрати вірну відповідь.

Література: [1]- с.17; [2]- с.8-37, с.39-57; [3]- с.8 -36, с.57-83;

42. В яких одиницях вимірюється експозиційна доза?

Література: [1]- с.17; [2]- с.8-37, с.39-57; [3]- с.8 -36, с.57-83;

43. У яких одиницях системи СІ вимірюється поглинена доза?

Література: [1]- с.17; [2]- с.8-37, с.39-57; [3]- с.8 -36, с.57-83;

44. У яких одиницях системи СІ вимірюється еквівалентна доза?

Література: [1]- с.17; [2]- с.8-37, с.39-57; [3]- с.8 -36, с.57-83;

45. Захист від радіації може здійснюватися...

Література: [1]-с.140; [2]-с.137, [3]-с. 236;

46. Захист довкілля від промислового шуму може здійснюватися...

Література: [1]-с.130; [2]-с.129, [3]-с. 236;

47. Чи впливає вітрова енергетика на довкілля та як?

Література: [1]-с.130; [2]-с.129, [3]-с. 236;

48. Що уявляє собою спектр гамма-випромінювання?

Література: [1]- с.129-210; [2]- с.128-137; [3]- с.234-246;

49. Які радіонукліди аварії на ЧАЕС найбільш небезпечні у теперішній час?

Література [1]-с.9-24,38-62; [2]-с.8-37,с.39-57; [3]-с.8-36, с.57-83;

50. На якому з ефектів заснована робота сцинтиляційного детектора реєстрації радіації?

Література: [1]- с.129-210; [2]- с.128-137; [3]- с.234-246;

4.5 Тестові завдання до модульної контрольної роботи модуля ЗМЛ-5

1. Джерелом загроз навколишньому середовищу є...

Література: [1]-с.150-153; [2]-с.147-150; [3]-с. 242-246;

2. Чи може забезпечити альтернативна енергетика сучасні потреби людства в енергії?

Література: [1]-с.129-147; [2]-с.26 -28, [3]-с.234 -236;

3. Основним способом захисту від електромагнітного випромінювання в навколишньому середовищі є...

Література: [1]-с.150-153; [2]-с.147-150; [3]-с. 242-246;

4. Які з перелічених антропогенних забруднень належать до навмисних?

Література: [1]-с.150-153; [2]-с.147-150; [3]-с. 242-246;

5. Потепління в результаті «парникового ефекту»

Література: [1]-с.150-153; [2]-с.147-150; [3]-с. 242-246;

6. У захисних пристроях навколишнього середовища від енергетичних впливів захист може здійснюватися за рахунок...

Література: [1]-с.150-153; [2]-с.147-150; [3]-с. 242-246;

7. Захист інформаційних та інформаційно - комунікаційних систем (ІКС) та інфо - комунікаційних мереж як елементів довкілля від впливу ЕМ-випромінювань

Література: [1]-с.150-153; [2]-с.147-150; [3]-с. 242-246;

8. Засоби захисту кабельних мереж від впливу ЕМ-випромінювань

Література: [1]-с.150-153; [2]-с.147-150; [3]-с. 242-246;

9. Вплив ЕМ-випромінювань мобільних телефонів та захист від нього

Література: [1]-с.150-153; [2]-с.147-150; [3]-с. 242-246;

10. На яких ЕМ частотах працюють мобільні телефони?

Література: [1]-с.150-153; [2]-с.147-150; [3]-с. 242-246;

11. Небезпечність різних за частотою та довжиною ЕМ-хвиль випромінювань.

Література: [1]-с.150-153; [2]-с.147-150; [3]-с. 242-246;

12. Який з газів (азот чи озон) здійснює функцію захисту від ультрафіолетового випромінювання Сонця?

Література: [1]-с.150-153; [2]-с.147-150; [3]-с. 242-246;

13. Що здійснює функцію захисту від заряджених частинок космічного випромінювання?

Література: [1]-с.150-153; [2]-с.147-150; [3]-с. 242-246;

14. Причиною виникнення парникового ефекту є порушення пропорцій вмісту в атмосфері...

Література: [1]-с.150-153; [2]-с.147-150; [3]-с. 242-246;

15. Як здійснюється захист елементів довкілля від впливу ЕМ випромінювань?

Література: [1]-с.150-153; [2]-с.147-150; [3]-с. 242-246;

16. Які чинники складають тепловий баланс планети?

Література: [1]-с.150-153; [2]-с.147-150; [3]-с. 242-246;

17. Ефекти розсіяння ЕМ випромінювань на домішках?

Література: [1]-с.150-153; [2]-с.147-150; [3]-с. 242-246;

18. Що є джерелом зовнішніх випромінювань?

Література: [1]-с.150-153; [2]-с.147-150; [3]-с. 242-246;

19. Які елементи електротехнічних систем генерують ЕМ поля?

Література: [1]-с.150-153; [2]-с.147-150; [3]-с. 242-246;

20. Що являють собою близько розташовані лінії електропередачі, комутаційні пристрої і струмообмежувачі, приймачі і перетворювачі електричної енергії ?

Література: [1]-с.150-153; [2]-с.147-150; [3]-с. 242-246;

21. Чи є електричні розряди блискавки джерелом випромінювань, що впливають на інформаційні та інформаційно - комунікаційні системи (ІКС)?

Література: [1]-с.150-153; [2]-с.147-150; [3]-с. 242-246;

22. Чи є перетворювачі електричної енергії низької і високої напруги, а також різного роду потужні випромінювачі ЕМ енергії (наприклад, потужні НВЧ-системи, радіопередавачі та локаторні системи джерелом випромінювань, що впливають на (ІКС)? інформаційні та інформаційно - комунікаційні системи?

Література: [1]-с.150-153; [2]-с.147-150; [3]-с. 242-246;

23. Чи впливають випромінювання радіопередавачів та локаторних систем на здоров'я людини?

Література: [1]-с.150-153; [2]-с.147-150; [3]-с. 242-246;

24. ЕМ - випромінювання якого діапазону довжин хвиль (метрового чи сантиметрового) небезпечніше для людини?

Література: [1]-с.150-153; [2]-с.147-150; [3]-с. 242-246;

25. Що дає екранування КЛ?

Література: [1]-с.150-153; [2]-с.147-150; [3]-с. 242-246;

26. Чи досконала реальна ефективність екранування?

Література: [1]-с.150-153; [2]-с.147-150; [3]-с. 242-246;

27. Внаслідок чого ЕМ поля впливають на характеристики напруг і струмів в центральній жилі кабельної лінії?

Література: [1]-с.150-153; [2]-с.147-150; [3]-с. 242-246;

28. Звідки беруться наведені на зовнішніх оболонках екранованого кабелю ЕМ поля?

Література: [1]-с.150-153; [2]-с.147-150; [3]-с. 242-246;

29. На яких відстанях від приміщень з ГЩУ і ОПУ слід прокладати кабелі силових ліній високої напруги?

Література: [1]-с.150-153; [2]-с.147-150; [3]-с. 242-246;

30. Чи мають перевагу перед традиційними кабелями оптичні лінії зв'язку?

Література: [1]-с.150-153; [2]-с.147-150; [3]-с. 242-246;

31. Чи має значення опір на заземлювальному контурі енергооб'єкту ?

Література: [1]-с.150-153; [2]-с.147-150; [3]-с. 242-246;

32. Чи потрібно встановлювати фільтри для комутаційних перешкод на вторинні кабелі, що приходять з РУ?

Література: [1]-с.150-153; [2]-с.147-150; [3]-с. 242-246;

33. Як здійснюється екранування КЛ?

Література: [1]-с.150-153; [2]-с.147-150; [3]-с. 242-246;

34. Чи впливають на здоров'я людини близько розташовані лінії електропередачі ЛЕП з напругою 300 тисяч вольт?

Література: [1]-с.150-153; [2]-с.147-150; [3]-с. 242-246;

35. Як залежить напруженість поля ЕМ випромінювань високовольтного кабелю від відстані до нього?

Література: [1]-с.150-153; [2]-с.147-150; [3]-с. 242-246;

36. Як впливають характеристики ЕМ – випромінювань (частота, напруженість поля та потужність потоку випромінювання) на здоров'я людини та на роботу та інформаційно – комунікаційних систем?

Література: [1]-с.150-153; [2]-с.147-150; [3]-с. 242-246;

37. Одиницею якої характеристики є 1 Вт/м^2 ?

Література: [1]-с.150-153; [2]-с.147-150; [3]-с. 242-246;

38. У яких одиницях вимірюється напруженість електричного поля?

Література: [1]-с.150-153; [2]-с.147-150; [3]-с. 242-246;

39. Яка частина енергії органічного палива перетворюється на електричну енергію, і яка частина енергії поступає в довкілля у вигляді теплового забруднення і забруднення атмосфери продуктами згорання?

Література: [1]-с.150-153; [2]-с.147-150; [3]-с. 242-246;

40. Чи є елементами довкілля інформаційні та інформаційно - комунікаційні системи та інфо - комунікаційні мережі?

Література: [1]-с.150-153; [2]-с.147-150; [3]-с. 242-246;

41. Джерелами забруднення довкілля є...

Література: [1]-с.150-153; [2]-с.147-150; [3]-с. 242-246;

42. Чи може забезпечити сонячна енергетика при нових технологіях сучасні потреби людства в енергії?

Література: [1]-с.129-147; [2]-с.26 -28, [3]-с.234 -236;

43. Основним захистом від іонізуючого випромінювання у довкіллі є...

Література: [1]-с.150-153; [2]-с.147-150; [3]-с. 242-246;

44. Чи є спалювання лісів навмисним забрудненням?

Література: [1]-с.150-153; [2]-с.147-150; [3]-с. 242-246;

45. Результати «парникового ефекту»

Література: [1]-с.150-153; [2]-с.147-150; [3]-с. 242-246;

46. Захист інформаційних та інформаційно - комунікаційних систем від впливу ЕМ-випромінювань?

Література: [1]-с.150-153; [2]-с.147-150; [3]-с. 242-246;

47. Чи є вплив ЕМ-випромінювань на роботу кабельних мереж?

Література: [1]-с.150-153; [2]-с.147-150; [3]-с. 242-246;

48. Теплове забруднення і забруднення атмосфери продуктами згорання?

Література: [1]-с.150-153; [2]-с.147-150; [3]-с. 242-246;

49. Чи є вплив ЕМ-випромінювань мобільних телефонів на елементи довкілля?

Література: [1]-с.150-153; [2]-с.147-150; [3]-с. 242-246;

50. Переваги перед традиційними оптичними лініями зв'язку?

Література: [1]-с.150-153; [2]-с.147-150; [3]-с. 242-246;

4.4 Практичні завдання до модуля ЗМП-1

Приклади розв'язання задач

Приклади розв'язання задач узяті з методичних вказівок до практичних занять [6]

Задача 1.1

При відстоюванні стічних вод витрата їх складає понад $15000 \text{ м}^3 / \text{добу}$. Якою повинна бути глибина відстійника, якщо відомо, що швидкість потоку стічної води уздовж апарату дорівнює $0,5 \text{ м / с}$; B - ширина відстойника дорівнює 5 м , довжина каналу $L = 50 \text{ м}$.

Розв'язання:

Висоту шару освітленої води H можна визначити з формули

$$Q_{\text{осв}} = v_n \cdot B \cdot H,$$

$$Q_{\text{осв}} = \frac{15000}{604800} \cdot \frac{L}{v_n} = 2,5 \text{ м}^3 / \text{с}$$

$$H = \frac{Q_{\text{осв}}}{v_n B} = \frac{2,5}{0,5 \cdot 5} = 1 \text{ м}$$

Якщо глибина відстійника дорівнює 2 м, то ефективність відстоювання буде досягати лише $\frac{1}{2}$, тобто 50%.

Відповідь: висота шару освітленої води H дорівнює 1 м.

Задача 1.2

Визначити період напіврозпаду цезію 137 за даними вимірювання питомої активності ізотопів q , Бк/кг, яка дорівнює $3,2 \cdot 10^{15}$ Бк/кг.

Розв'язання:

Період напіврозпаду визначається формулою

$$T_{1/2} = \frac{\ln 2 \cdot N}{a},$$

де $N = N_A \cdot \frac{m}{M}$,

N_A - число Авогадро, M - молярна маса.

Отже $T_{1/2} = \frac{\ln 2 \cdot N_A}{M \cdot q} = 30$ років.

Відповідь: 30 років.

Задача 1.3

Розрахувати активність води на відстані $X=5$ км від місця викиду змуленого радіонукліда в річку. Активність радіонукліда на місці викиду дорівнює 500 Бк/л. Швидкість річки $U=0,5$ М/с. Константа осадження частинок $b=5 \cdot 10^{-5} \text{ с}^{-1}$, константа розпаду $\lambda = 10^{-4} \text{ с}^{-1}$.

Розв'язання:

Радіаційна активність води пропорційна концентрації радіонукліда у воді. Тому на відстані X від місця викиду активність A води дорівнює

$$A = A_0 \cdot e^{-\frac{X}{U}(b+\lambda)} = 112 \cdot 10^3 \text{ Бк/м}^3$$

Відповідь: активність води дорівнює 112 тисяч Бк/м³

Задача 1.4

Під час аварії на АЕС річний викид ізотопу йоду I^{131} в атмосферу складає $Q = 8.1 \cdot 10^{11}$ Бк.

Розрахувати еквівалентну дозу на щитовидну залозу дорослої людини, що потрапляє в організм через органи дихання, якщо відомо, що коефіцієнт метеорологічного розбавлення дорівнює $G=5 \cdot 10^{-8} \text{ с/м}^3$.

Розв'язання:

Об'ємна активність повітря розраховується за формулою

$$A_v = Q \cdot G / t = 8,1 \cdot 10^{11} \cdot 5,0 \cdot 10^{-8} / 3,16 \cdot 10^7 = 1,3 \cdot 10^{-3} \text{ Бк/м}^3,$$

де $t = 3,16 \cdot 10^7 \text{ с} = 1 \text{ рік}$.

Еквівалентна доза розраховується за формулою

$$H_T = A_v \cdot V_i \cdot v,$$

і дорівнює

$$H_T = 3,2 \cdot 10^{-6} \text{ Зв/рік}.$$

Відповідь: еквівалентна доза дорівнює $3,2 \cdot 10^{-6} \text{ Зв/рік}$.

Задача 1.5.

У скільки разів пробіг у повітрі α -частинок, що випромінюються ${}^{239}_{94}\text{Pu}$, більше пробігу α -частинок від ${}^{238}_{92}\text{U}$.

Розв'язання:

У таблиці знайдемо періоди напіврозпадів ядер:

$$T_{1/2}(\text{Pu}) = 2 \cdot 10^4 \text{ років} = 2 \cdot 10^4 \cdot 365 \cdot 24 \cdot 3600 \text{ сек.} = 6,31 \cdot 10^{10} \text{ сек.}$$

$$T_{1/2}(\text{U}) = 4,5 \cdot 10^9 \text{ років} = 1,42 \cdot 10^{16} \text{ сек.}$$

За формулою Гейгера-Неттола:

$$E = \left(\frac{D}{\lg T_{1/2} - C} \right)^2$$

визначимо енергію α -частинок, що випромінюються:

$$E_\alpha(\text{Pu}) = 5,15 \text{ MeV};$$

$$E_\alpha(\text{U}) = 4,18 \text{ MeV}.$$

За формулою для пробігів α -частинок у повітрі:

$$R_\alpha(\text{Pu}) = 0,31 \sqrt{E_\alpha^3} = 0,31 \sqrt{5,15^3} \approx 3,6 \text{ см.}$$

$$R_\alpha(\text{U}) = 0,31 \sqrt{4,18^3} = 0,31 \cdot 8,55 = 2,6 \text{ см.}$$

Звідси

$$R(\text{Pu})/R(\text{U}) = 3,6/2,6 = 1,4 \text{ раза.}$$

Відповідь: 1.4 раза.

Практичні завдання до модуля ЗМП-2

Приклади розв'язання задач

Задача 2.1. Визначити довжину R пробігу α -частинок, що випромінюються ${}^{236}_{94}\text{Pu}$, у повітрі при нормальних умовах.

Дано:

α -частинка

$Z = 94$

$P = 10^5 \text{ Pa}$

$T = 273^\circ \text{ K}$

$R = ?$

Розв'язання:

Для розв'язування задачі можна скористуватися емпіричною формулою для середньої довжини пробігу α -частинки з кінетичною енергією E (в МеВ) у повітрі при нормальних умовах $R_\alpha = 0.31 E^{3/2}$ см ($4 \text{ MeV} < E < 7 \text{ MeV}$).

Для визначення енергії альфа-частинки, що випромінюється ${}^{236}_{94}\text{Pu}$, скористуємось формулою Гейгера-Неттола, що пов'язує енергію частинки з періодом напіврозпаду $T_{1/2}$:

$$E = \left(\frac{D}{\lg T_{1/2} - C} \right)^2$$

$T_{1/2} = 2.7 \text{ г} = 365 * 24 * 3600 \text{ сек} = 0.851 * 10^9 \text{ сек.}$, $\lg 0.851 * 10^9 = 8.26$,

$C = -53.35$,

$D = 147.4$.

Після розрахунку маємо $E = (147 / (8.26 + 53.5))^2 = 5.62 \text{ MeV}$.

Середня довжина пробігу частинки з такою енергією:

$R = 0.31 * 5.62^{3/2} \text{ см} = 4.13 \text{ см}$.

Таким чином, довжина пробігу α -частинки, що випромінюється ${}^{236}_{94}\text{Pu}$ у повітрі при нормальних умовах, дорівнює 4.13 см.

Відповідь: $R = 4.13 \text{ см}$.

Задача 2.2 Визначити довжину R пробігу протонів, що випромінюються ${}^{236}_{94}\text{Pu}$, у повітрі при нормальних умовах.

Розв'язання:

Для протонів існує емпірична формула, за якою:

$$R_p = (R_\alpha (4E) - 0.2) \text{ см} \quad (E > 0.5 \text{ MeV}).$$

Звідси:

$$R_p = 4.13 \text{ см.} * 4 * 5.62 - 0.2 = 92 \text{ см.}$$

Відповідь: $R = 92 \text{ см}$.

Задача 2.3 Визначити довжину R пробігу моноенергетичних β -частинок з енергією 1 МеВ у речовині з густиною $1,29 \text{ кг/м}^3$

Розв'язання:

Пробіг моноенергетичних β -частинок у речовині пов'язаний з пробігом у повітрі через густину повітря та речовини наближеним виразом

$$R_x / R_{\text{пов.}} = \rho_{\text{пов.}} / \rho_x. \quad R_{\text{пов.}} = 400 E_\beta, \text{ см}$$

Звідси:

$$R_x = 400E_{\beta}, * \rho_{\text{пов}} / \rho_x = 0,4 \text{ см}$$

Відповідь: $R = 0,4 \text{ см}$

Задача 2.4 Моделюючи перенос радіонуклідів у навколишньому середовищі розрахувати активність води на відстані $X=5 \text{ км}$ від місця викиду змуленого радіонукліда в річку. Активність радіонукліда на місці викиду дорівнює 500 Бк/л . Швидкість річки $U=0,5 \text{ М/с}$. Константа осадження частинок $b=5 \cdot 10^{-5} \text{ с}^{-1}$, константа розпаду $\lambda = 10^{-4} \text{ с}^{-1}$.

Розв'язання:

Моделювання переносу радіонуклідів у навколишньому середовищі пов'язане з розв'язком диференціальних рівнянь переносу типу

$$\partial C / \partial t + \partial(u_i C) / \partial x_i = \partial / \partial x_i (D_i \partial C / \partial x_i) + \lambda C + \sum_j R_j,$$

де C - концентрація радіонуклідів, X_i - координата, λ - константа розпаду, U_i - швидкість течії уздовж X_i , D_i - коефіцієнт дифузії, R_j - потужність джерел викиду.

У випадку стаціонарності потоку на великих відстанях від місця викиду для змулених у турбулентному потоці радіонуклідів розв'язок рівняння при умові, що $\sum R_j = 0$, має вигляд

$$C = C_0 \cdot e^{-x/u(b+\lambda)},$$

де b - константа осадження частинок,

$$b = v_s^2 / D_y \cdot u_x,$$

де V_s - швидкість стоксовської седиментації частинок.

Радіаційна активність води пропорційна концентрації радіонукліда у воді. Тому на відстані X від місця викиду активність A води дорівнює

$$A = A_0 \cdot e^{-\frac{x}{u}(b+\lambda)} = 112 \cdot 10^3 \text{ Бк/м}^3$$

Відповідь: активність води дорівнює 112 тисяч Бк/м^3

Задача 2.5 Визначити початкову активність A_0 радіоактивного препарату магнію ${}^{27}_{12}\text{Mg}$ масою $m = 0.2 \text{ мкг}$, а також його активність A через 6 годин .

Дано:

$$m = 0.2 \text{ мкг} = 2 \cdot 10^{-8} \text{ кг}$$

$$T_{1/2} = 10 \text{ хв} = 600 \text{ с}$$

$$T = 6 \text{ год} = 2.16 \cdot 10^4 \text{ с}$$

$$A_0 = ? \quad A = ?$$

Розв'язання:

Активність A ізотопу характеризує швидкість розпаду:

$$A = \lambda N_0 e^{-\lambda t}.$$

Для початкової активності $t = 0$, тобто $A_0 = \lambda N_0$.

$$\lambda = (\ln 2) / T_{1/2}.$$

Число радіоактивних ядер : $N = mN_A/\mu$, N_A - число Авогадро, μ - молярна маса. В таблицях знайдемо період напіврозпаду та молярну масу, таким чином отримаємо: початкова активність препарату

$$A_0 = \frac{m \cdot \ln 2 \cdot N_A}{\mu T_{1/2}};$$

його активність через час t :

$$A = \frac{m \cdot \ln 2 \cdot N_A}{\mu T_{1/2}} \exp\left(-\frac{\ln 2}{T_{1/2}} t\right);$$

$$\mu = 27 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}; N_A = 6.02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}.$$

$$A_0 = \frac{2 \cdot 10^{-10} \cdot 0.693 \cdot 6.02 \cdot 10^{23}}{27 \cdot 10^{-3} \cdot 600} = 5.13 \cdot 10^{12} \text{ Бк.}$$

$$A_0 = \frac{2 \cdot 10^{-10} \cdot 0.693 \cdot 6.02 \cdot 10^{23}}{27 \cdot 10^{-3} \cdot 600} \exp(-0.693 \cdot 2.16 \cdot 10^4 / 600) = 81.3 \text{ Бк.}$$

Відповідь: початкова активність A_0 дорівнює 81.3 Бк.

Тестові завдання екзаменаційної роботи

1. Методи та заходи зниження рівня забруднення атмосфери...

Література: [5]- с.5-25; [2]- с.2-51 ; [3]- с.10-50 .

2. Очищення повітря від аерозольних домішок відбувається...

Література: [5]- с.5-25; [2]- с.2-51 ; [3]- с.10-50 .

3. Причиною виникнення парникового ефекту є порушення пропорцій вмісту в атмосфері ...

Література: [5]- с.5-25; [2]- с.2-51 ; [3]- с.10-50 .

4. Методи та заходи зниження рівня забруднення повітря

Література: [5]- с.5-25; [2]- с.2-51 ; [3]- с.10-50 .

5. Способи очищення газових викидів. Захист атмосфери.

Література: [5]- с.5-25; [2]- с.2-51 ; [3]- с.10-50 .

6. Джерела забруднення атмосфери. Класифікація викидів.

Література: [5]- с.5-25; [2]- с.2-51 ; [3]- с.10-50 .

7. Механічні методи осадження аеродисперсних частинок.

Література: [5]- с.5-25; [2]- с.2-51 ; [3]- с.10-50 .

8. Основні фізико-хімічні властивості аеродисперсних частинок.

Література: [5]- с.5-25; [2]- с.2-51 ; [3]- с.10-50 .

9. Електричні методи осадження аеродисперсних частинок.

Література: [5]- с.5-25; [2]- с.2-51 ; [3]- с.10-50 .

10. Ефективність систем очищення повітря від твердих аеродисперсних

частинок

Література: [5]- с.5-25; [2]- с.2-51 ; [3]- с.10-50 .

11.Адсорбційний метод очищення газів

Література: [5] - с. 5-10; [2]- с.23; [3]- с 149-209.

12. Гравітаційне осадження аеродисперсних частинок.

Література: [5]- с. 5-10; [2]- с.17-26; [3]- с.85-137.

13. Осадження аеродисперсних частинок у циклонах.

Література: [5]- с. 5-10; [2]- с.17-26; [3]- с.85-137.

14. Осадження аеродисперсних частинок у електрофільтрах.

Література: [5]- с. 5-10; [2]- с.17-26; [3]- с.85-137.

15. Термодифузіофорез частинок аерозолів

Література: [5]- с. 5-10; [2]- с.17-26; [3]- с.85-137.

16.Поклади мінеральних ресурсів, що містяться в Землі – це:

Література: [1]- с.82-127; [2]-с.82-126, [3]-с.38 -42,52-53, с149-228; [4]-л7-л11

17. Система, яка складається з 2-х рідин, одна з якої змішується з другою у вигляді дисперсних крапель, називається...

Література: [1]- с.82-127; [2]-с.82-126, [3]-с.38 -42,52-53, с149-228; [4]-л7-л11

18. Методи очистки, які супроводжуються одночасним протіканням хімічних і фізичних процесів, називаються: (визначити потрібне)

Література: [1]- с.82-127; [2]-с.82-126, [3]-с.38 -42,52-53, с149-228; [4]-л7-л11

19. Методи очистки, які засновані на спроможності мікроорганізмів руйнувати (мінералізувати) забруднення органічного походження, називаються: (визначте необхідне)

Література: [1]- с.82-127; [2]-с.82-126, [3]-с.38 -42,52-53, с149-228; [4]-л7-л11

20. Які з перелічених антропогенних забруднень належать до побутових відходів споживання?

Література: [1]- с.82-127; [2]-с.82-126, [3]-с.38 -42,52-53, с149-228; [4]-л.7-л.11

21. Вода, що була в побутовому, виробничому або сільськогосподарському вживанні, а також пройшла через забруднену територію називається...

Література: [1]- с.25; [2]-с.82-126, [3]-с.38 -42,52-53, с149-228; [4]-л.7-л.11

22. В результаті чого утворюються атмосферні води?

Література: [1]- с.25; [2]-с.82-126, [3]-с.38 -42,52-53, с149-228; [4]-л.7-л.11

23. З яких речовин складається емульсія?

Література: [1]- с.25; [2]-с.82-126, [3]-с.38 -42,52-53, с149-228; [4]-л.7-л.11

24. З яких речовин складається суспензія?

Література: [1]- с.25; [2]-с.82-126, [3]-с.38 -42,52-53, с149-228; [4]-л.7-л.11

25. Чи є піна дисперсною системою?

Література: [1]- с.25; [2]-с.82-126, [3]-с.38 -42,52-53, с149-228; [4]-л.7-л.11

26.Для якого виду ядерного випромінювання захист від радіації потребує найбільш товсті екрани?

Література: [5] - с. 30-55; [2]- с.20-21; [3]- с. 149-209.

27. Як називаються прилади для вимірювання та аналізу спектрів гамма-випромінювання?

Література: [5] - с. 30-55; [2]- с.20-21; [3]- с. 149-209.

28. Скільки шарів половинного послаблення потрібно для зменшення рентгенівських променів в 4 рази?

Література: [5] - с. 30-55; [2]- с.20-21; [3]- с. 149-209.

29. Як називається чутливий елемент приладів радіо-дозиметричного контролю

Література: [5] - с. 30-55; [2]- с.20-21; [3]- с. 149-209.

30. В яких одиницях вимірюється потужність експозиційної дози?

Література: [5] - с. 30-55; [2]- с.20-21; [3]- с. 149-209.

31. Як називаються прилади для вимірювання та аналізу спектрів гамма-випромінювання?

Література: [5] - с. 30-55; [2]- с.20-21; [3]- с. 149-209.

32. Захисні пристрої від енергетичних впливів

Література: [1]- с.129-210; [2]- с.128-137; [3]- с.234-246; [4]- л.12- л.16; [5]- с.30-45.

33. При захисту від вібрацій в промисловості використовується...

Література: [1]- с.130; [2]- с.128-137; [3]- с.234-246; [4]- л.12- л.16; [5]- с. с.30-45.

34. Основні способи захисту від радіації в навколишньому середовищі.

Література: [1]- с.129-210; [2]- с.128-137; [3]- с.234-246; [4]- л.12- л.16; [5]- с.30-45.

35. Сцинтиляційний метод реєстрації радіації?

Література: [1]- с.129-210; [2]- с.128-137; [3]- с.234-246; [4]- л.12- л.16; [5]- с. 30-55.

36. Що показує характеристика поглинання іонізуючого випромінювання захисними екранами I_{10} ?

Література: [1]- с.129-210; [2]- с.128-137; [3]- с.234-246; [4]- л.12- л.16; [5]- с. 30-55.

37. За допомогою яких приладів визначають активність іонізуючого випромінювання?

Література: [1]- с.165; [2]- с.128-137; [3]- с.234-246; [4]- л.12- л.16; [5]- с.30-55.

38. За допомогою яких приладів перетворюють сцинтиляції в електричний імпульс ?

Література: [1]- с.129-210; [2]- с.128-137; [3]- с.234-246; [4]- л.12- л.16; [5]- с. 30-55.

39. Скільки шарів половинного послаблення потрібно для зменшення рентгенівських променів в 4 рази?

Література: [1]- с.161-162; [2]- с.128-137; [3]- с.234-246; [4]- л.12- л.16; [5]- с. 30-55.

40. Як називається чутливий елемент приладів радіо-дозиметричного контролю?

Література: [1]- с.129-210; [2]- с.128-137; [3]- с.234-246; [4]- л.12- л.16; [5]- с. 30-55.

41. У захисних пристроях навколишнього середовища від енергетичних впливів захист може здійснюватися ...

Література: [1]- с.129-210; [2]- с.128-137; [3]- с.234-246; [4]- л.12- л.16; [5]- с.7- 9, с.29 -41, с.74-82.

42. При захисту від вібрацій в промисловості зміна частоти власних коливань джерела (машини або пристрою) використовується...

Література: [1]- с.130; [2]- с.128-137; [3]- с.234-246; [4]- л.12- л.16; [5]- с.7- 9, с.29 -41, с.74-82.

43. Основним способом захисту від електромагнітного випромінювання в навколишньому середовищі є...

Література: [1]- с.140; [2]- с.128-137; [3]- с.234-246; [4]- л.12- л.16; [5]- с.7- 9, с.29 -41, с.74-82.

44. За допомогою яких приладів визначають потужність дози випромінювання?

Література: [1]- с.140; [2]- с.128-137; [3]- с.234-246; [4]- л.12- л.16; [5]- с.7- 9, с.29 -41, с.74-82.

45. На якому з ефектів заснований сцинтиляційний метод реєстрації радіації?

Література: [1]- с.129-210; [2]- с.128-137; [3]- с.234-246; [4]- л.12- л.16; [5]- с.7- 9, с.29 -41, с.74-82.

46. Що показує характеристика поглинання іонізуючого випромінювання захисними екранами I_{10} ?

Література: [1]- с.129-210; [2]- с.128-137; [3]- с.234-246; [4]- л.12- л.16; [5]- с.7- 9, с.29 -41, с.74-82.

47. За допомогою яких приладів визначають активність іонізуючого випромінювання?

Література: [1]- с.165; [2]- с.128-137; [3]- с.234-246; [4]- л.12- л.16; [5]- с.7- 9, с.29 -41, с.74-82.

48. За допомогою яких приладів перетворюють сцинтиляції в електричний імпульс ?

Література: [1]- с.129-210; [2]- с.128-137; [3]- с.234-246; [4]- л.12- л.16; [5]- с.7- 9, с.29 -41, с.74-82.

49. Скільки шарів половинного послаблення потрібно для зменшення рентгенівських променів в 4 рази?

Література: [1]- с.161-162; [2]- с.128-137; [3]- с.234-246; [4]- л.12- л.16; [5]- с.7- 9, с.29 -41, с.74-82.

50. Як називається чутливий елемент приладів радіо-дозиметричного контролю?

Література: [1]- с.129-210; [2]- с.128-137; [3]- с.234-246; [4]- л.12- л.16; [5]- с.7- 9, с.29 -41, с.74-82.

51. Джерелом загроз навколишньому середовищу є...

Література: [1]-с.150-153; [2]-с.147-150; [3]-с. 242-246;

52. Чи може забезпечити альтернативна енергетика сучасні потреби людства в енергії?

Література: [1]-с.129-147; [2]-с.26 -28, [3]-с.234 -236;

53. Основним способом захисту від електромагнітного випромінювання в навколишньому середовищі є...

Література: [1]-с.150-153; [2]-с.147-150; [3]-с. 242-246;

54. За допомогою яких приладів визначають потужність дози випромінювання? Вибрати вірну відповідь.

Література: [1]- с.17; [2]- с.8-37, с.39-57; [3]- с.8 -36, с.57-83;

55. В яких одиницях вимірюється потужність експозиційної дози?

Література: [1]- с.17; [2]- с.8-37, с.39-57; [3]- с.8 -36, с.57-83;

56. Еквівалентом якої одиниці є одиниця ефективної біологічної дози 1 бер? Вибрати вірну відповідь.

Література: [1]- с.17; [2]- с.8-37, с.39-57; [3]- с.8 -36, с.57-83;

57. При захисту від вібрацій в промисловості зміна частоти власних коливань джерела (машини або пристрою) використовується

Література: [1]- с.54; [2]- с.8-37, с.39-57; [3]- с.8 -36, с.57-83;

58. За один період напіврозпаду активність радіоактивної речовини

Література: [1]- с.54(середнє поле сторінки); [2]- с.8-37, с.39-57;

59. Для зменшення інтенсивності рентгенівських променів в 4 рази потрібно використати

Література: [1]- с.54(середнє поле сторінки); [2]- с.8-37, с.39-57; [3]- с.8 -36, с.57-83;

60. Радіоблокатори - речовини, що

Література: [1]- с.58(верхнє поле сторінки);

61. Основним способом захисту від електромагнітного випромінювання в навколишньому середовищі є

Література: [1]- с.54(середнє поле сторінки); [2]- с.8-37, с.39-57;

62. Чи може забезпечити альтернативна енергетика сучасні потреби людства в енергії?

Література: [1]-с.129-147; [2]-с.26 -28, [3]-с.234 -236;

63. Для якого іонізуючого випромінювання товщина захисних екранів найменша ?

Література [1]-с. 2; [2]-с.8-37,с.39-57; [3]-с.8-36, с.57-83;

64. Які радіонукліди були найбільш небезпечні відразу ж після аварії на

ЧАЕС ?

Література [1]-с.9-24,38-62; [2]-с.8-37,с.39-57; [3]-с.8-36, с.57-83;

65. Що не є джерелом радіоактивного забруднення ?

Література [1]-с.31; [2]-с.8-37,с.39-57; [3]-с.8-36, с.57-83;

66. Як називається вплив іонізуючого випромінювання на потомство опроміненої людини?

Література [1]-с.31; [2]-с.8-37,с.39-57; [3]-с.8-36, с.57-83;

67. Процес розкладу речовини під дією радіації при відсутності або недостатності кисню, називається

Література: [1]- с.17; [2]- с.8-37, с.39-57; [3]- с.8 -36, с.57-83;

68. Для попередження негативних екологічних наслідків господарської діяльності людини необхідно: (визначте необхідне)

Література: [1]- с. 51; [2]- с.8-37, с.39-57; [3]- с.8 -36, с.57-83;

69.Для зменшення інтенсивності рентгенівських променів в 4 рази потрібно використати

Література: [1]- с.22; [2]- с.8-37, с.39-57; [3]- с.8 -36, с.57-83;

70. Еквівалентом якої одиниці є одиниця ефективної біологічної дози 1 бер ?

Література: [1]- с.52(верхнє поле сторінки); [2]- с.8-37, с.39-57; [3]- с.8-36;

71. Які з перелічених антропогенних забруднень належать до енергетичних?

Література: [1]-с.129-147; [2]-с.26 -28, [3]-с.234 -236;

72. У захисних пристроях навколишнього середовища від енергетичних впливів захист може здійснюватися

Література: [1]-с.129-147; [2]-с.26 -28, [3]-с.234 -236;

73. Як захищатися від радіації...

Література [1]-с.153; [2]-с.128-137; [3]-с.234-246;

74. У яких одиницях вимірюється сучасними дозиметрами еквівалентна доза?

Література: [1]- с.129-210; [2]- с.128-137; [3]- с.234-246;

75.На якому з ефектів заснований сцинтиляційний метод реєстрації радіації?

Література: [1]- с.129-210; [2]- с.128-137; [3]- с.234-246;

76. Основним способом захисту від електромагнітного випромінювання в навколишньому середовищі є...

Література: [1]-с.129-147; [2]-с.26 -28, [3]-с.234 -236;

77. Якими приладами вимірюється радіоактивність?

Література: [1]- с.129-210; [2]- с.128-137; [3]- с.234-246;

78. Чи має значення опір на заземлювальному контурі енергооб'єкту в цілому і заземлюючих пристроїв комутаційних апаратів зокрема?

Література: [1]-с.150-153; [2]-с.147-150; [3]-с. 242-246;

79. Чи потрібно встановлювати спеціальні фільтри на частоти, характерні для комутаційних перешкод, які існують на конкретному енергооб'єкті, на вторинні кабелі, що приходять з РУ?

Література: [1]-с.150-153; [2]-с.147-150; [3]-с. 242-246;

80. Як здійснюється екранування КЛ?

Література: [1]-с.150-153; [2]-с.147-150; [3]-с. 242-246;

81. Чи впливають на здоров'я людини близько розташовані лінії електропередачі ЛЕП з напругою 300 тисяч вольт?

Література: [1]-с.150-153; [2]-с.147-150; [3]-с. 242-246;

82. Як залежить напруженість поля ЕМ випромінювань високовольтного кабелю від відстані до нього?

Література: [1]-с.150-153; [2]-с.147-150; [3]-с. 242-246;

83. Як впливають характеристики ЕМ – випромінювань (частота, напруженість поля та потужність потоку випромінювання) на здоров'я людини та на роботу та інформаційно – комунікаційних систем?

Література: [1]-с.150-153; [2]-с.147-150; [3]-с. 242-246;

84. Одиницею якої характеристики є 1 Вт/м^2 ?

Література: [1]-с.150-153; [2]-с.147-150; [3]-с. 242-246;

85. У яких одиницях вимірюється напруженість електричного поля?

Література: [1]-с.150-153; [2]-с.147-150; [3]-с. 242-246;

86. Яка частина енергії органічного палива перетворюється на електричну енергію, і яка частина енергії поступає в довкілля у вигляді теплового забруднення і забруднення атмосфери продуктами згорання?

Література: [1]-с.150-153; [2]-с.147-150; [3]-с. 242-246;

87. Чи є елементами довкілля інформаційні та інформаційно - комунікаційні системи та інфо - комунікаційні мережі?

Література: [1]-с.150-153; [2]-с.147-150; [3]-с. 242-246;

88. Чи є електричні розряди блискавки джерелом випромінювань, що впливають на інформаційні та інформаційно - комунікаційні системи (ІКС)?

Література: [1]-с.150-153; [2]-с.147-150; [3]-с. 242-246;

89. Чи є перетворювачі електричної енергії низької і високої напруги, а також різного роду потужні випромінювачі ЕМ енергії (наприклад, потужні НВЧ-системи, радіопередавачі та локаторні системи джерелом випромінювань, що впливають на (ІКС)? інформаційні та інформаційно - комунікаційні системи?

Література: [1]-с.150-153; [2]-с.147-150; [3]-с. 242-246;

90. Чи впливають випромінювання радіопередавачів та локаторних систем на здоров'я людини?

Література: [1]-с.150-153; [2]-с.147-150; [3]-с. 242-246;

91. ЕМ - випромінювання якого діапазону довжин хвиль (метрового чи сантиметрового) небезпечніше для людини?

Література: [1]-с.150-153; [2]-с.147-150; [3]-с. 242-246;

92. Що дає екранування КЛ?

Література: [1]-с.150-153; [2]-с.147-150; [3]-с. 242-246;

93. Чи досконала реальна ефективність екранування?

Література: [1]-с.150-153; [2]-с.147-150; [3]-с. 242-246;

94. Внаслідок чого ЕМ поля впливають на характеристики напруг і струмів в центральній жилі кабельної лінії?

Література: [1]-с.150-153; [2]-с.147-150; [3]-с. 242-246;

95. Звідки беруться наведені на зовнішніх оболонках екранованого кабелю ЕМ поля?

Література: [1]-с.150-153; [2]-с.147-150; [3]-с. 242-246;

96. На яких відстанях від приміщень з ГЩУ і ОПУ слід прокладати кабелі силових ліній високої напруги?

Література: [1]-с.150-153; [2]-с.147-150; [3]-с. 242-246;

97. Чи мають перевагу перед традиційними кабелями оптичні лінії зв'язку?

Література: [1]-с.150-153; [2]-с.147-150; [3]-с. 242-246;

ЛІТЕРАТУРА ДЛЯ ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ

Основна література

1. Герасимов О.І. Технології захисту навколишнього середовища : Підручник / Одеськ. держ. еколог. ун-т. Одеса: ТЕС, 2019. 268 с.
2. Герасимов О.І. Теоретичні основи технологій захисту навколишнього середовища : Навчальний посібник. Одеса: ТЕС, 2018. 228с.
3. Ветошкин А.Г., Таранцева К.Р. Технологии защиты окружающей среды. (Теоретические основы) : Учебное пособие. Пенза, 2004. 249с. URL: <http://window.edu.ru/resource/888/36888/files/stup114.pdf>
4. Основи технології захисту навколишнього середовища. Сайт кафедри загальної та теоретичної фізики ОДЕКУ. URL: www.dpt12s.odetu.edu.ua
5. Курятников В.В., Співак А.Я., Кільян А.М. Конструювання та інженерно-фізичні принципи систем захисту довкілля : Конспект лекцій. Одеса: ОДЕКУ, 2019. 60 с.
6. Курятников В.В., Співак А.Я., Кільян А.М. Методичні вказівки до практичних робіт з дисципліни “Конструювання та інженерно-фізичні принципи систем захисту довкілля”. Одеса, ОДЕКУ, 2019. 56 с.

Додаткова література

1. Герасимов О.І. Фізика гранульованих матеріалів : Монографія. Одеса: ТЕС, 2015. 264 с.
2. Герасимов О.І. Радіоекологія за галузями. Підручник. / Одеськ. держ. еколог. ун-т. Одеса: ТЕС, 2016. 100 с.

3. Герасимов О.І., Кільян А.М. Елементи фізики довкілля: Радіоекологія : Конспект лекцій. Одеса: ОДЕКУ, 2003. 134 с.
4. Ратушняк Г.С., Лялюк О.Г. Засоби очищення газових викидів : Навчальний посібник. Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2008. 207с.
5. Ратушняк Г.С. Теоретичні основи технології очищення газових викидів. Вінниця: ВДТУ, 2002. 96 с.
6. Кузьмина Р.И. Техника защиты окружающей среды. Изд-во Саратовского университета, 2010. 105 с.
7. Рыбаков Ю.С. Процессы и аппараты защиты окружающей среды : Конспект лекций. Екатеринбург: УрГосУПС, 2005. 196с. URL: <https://www.twirpx.com/file/1472984/>
8. Репозитарій ОДЕКУ. URL: <http://eprints.library.odeku.edu.ua>
9. Курятников В.В. Методичні вказівки для практичних занять з дисципліни “Основи технологій захисту навколишнього середовища”, частина 1: “Методи контролю та очищення довкілля від фізичних забруднень ” для студентів рівня вищої освіти «бакалавр» за спеціальністю «Технології захисту навколишнього середовища», Одеса, ОДЕКУ, 2020 р., 48 с.
10. Курятников В.В. Методичні вказівки для практичних занять з дисципліни “Основи технологій захисту навколишнього середовища ” для студентів третього року навчання рівня вищої освіти «бакалавр» природоохоронного факультету за спеціальністю «Технології захисту навколишнього середовища», Одеса, ОДЕКУ, 2019р., 42 с
11. Аррилага Дж., Бредли Д., Боджер П. Гармоники в электрических системах .М.: Энергоатомиздат, 1990. 320с.
https://www.studmed.ru/arrillaga-dzh-garmoniki-v-elektricheskikh-sistemah_052279641a6.html
12. Хабигер Э. Электромагнитная совместимость. Основы ее обеспечения в технике: Пер. с нем. / И.П. Кужекин; Под. ред. Б.К. Максимова. М.: Энергоатомиздат, 1995. 304с.
https://www.studmed.ru/habiger-e-elektromagnitnaya-sovmestimost-osnovy-ee-obespecheniya-v-tehnike_ebbc0f0f238.html
13. Белашов В.Ю., Денисова А.Р. Воздействие внешнего электромагнитного поля на кабельные линии // Изв. вузов. Проблемы энергетики. 2003. № 11-12. С. 107-117.
14. Гуревич В. Проблема электромагнитных воздействий на микропроцессорные устройства релейной защиты. Часть 1.//Силовая электроника. Компоненты и технологии №2., 2010г., С. 80 – 84.
15. Норми радіаційної безпеки України (НРБУ - 97). Государственные гигиенические нормативы. - Киев, Отдел полиграфии Украинского Центра госсанэпиднадзора МОЗ Украины, 1997.

16. Герасимов О.І., Андріанова І.С., Затовська А.О., Співак А.Я. Радіоекологія : Методичні вказівки до розв'язання задач. Одеса: вид-во «Екологія», 2012. 60 с.

17. Аношин О.А., Арцишевский Я.Л., Максимов Б.К., Жуков А.В. Обеспечение электромагнитной совместимости микропроцессорных систем РЗА. XIV НТК «Релейная защита и автоматика энергосистем 2000»: Тез. докл. М.1. ВВЦ, 2000.