

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Одеський державний екологічний університет

ЗАТВЕРДЖЕНО

на засіданні групи забезпечення
спеціальності
прот. № 1 від «14» серпня 2023 року
Голова групи  Герасимов О.І.

УЗГОДЖЕНО

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

СИЛЛАБУС

навчальної дисципліни

**Спецсемінар "Фізичні принципи в технологіях захисту
навколишнього середовища"**

(назва навчальної дисципліни)

Спеціальність 183 Технології захисту навколишнього середовища

(шифр та назва спеціальності)

Технології захисту навколишнього середовища

(назва освітньої програми)

бакалавр

(рівень освіти)

денна

(форма навчання)

4

(рік навчання)

7,8

(семестр навчання)

7/210

(кількість кредитів ЄКТС/годин)

залік, залік

(форма контролю)

кафедра фізики та технологій захисту навколишнього середовища

(кафедра)

Одеса, 2023 р.

Автори: Герасимов О.І., завідувач кафедри фізики та технологій захисту навколишнього середовища, д-р фіз.-мат. наук, професор
(прізвище, ініціали, посада, науковий ступінь, вчена звання)

Поточна редакція розглянута на засіданні кафедри фізики та технологій захисту навколишнього середовища від «14» серпня 2023 року, протокол № 1.

Викладачі: Лекції – Герасимов О.І., завідувач кафедри фізики та технологій захисту навколишнього середовища, д-р фіз.-мат. наук, професор
Практичні заняття – Герасимов О.І., завідувач кафедри фізики та технологій захисту навколишнього середовища, д-р фіз.-мат. наук, професор
(вид навчального заняття: прізвище, ініціали, посада, науковий ступінь, вчена звання)

Перелік попередніх редакцій

Прізвища та ініціали авторів	Дата, № протоколу	Дата набуття чинності

1 ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Мета	Основною метою дисципліни є формування світогляду та навичок студентів у галузі застосування фізичних законів та методів досліджень у галузі технологій захисту навколишнього середовища.
Компетентність	K01. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу. K18. Здатність оцінювати вплив промислових об'єктів та інших об'єктів господарської діяльності на довкілля. K20. 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.
Результат навчання	ПР04. Обґрунтовувати природозахисні технології, базуючись на теоретичному змісті предметної області. ПР10. Вміти застосовувати знання з контролю та оцінювання стану забруднення повітря і промислових викидів в атмосферу, води та водних об'єктів, ґрунтів та земельних ресурсів, з аналізу динаміки їх зміни в залежності від умов та технологій очищення компонентів довкілля. 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.
Базові знання	Фізичні основи, методи, моделі у технологіях захисту навколишнього середовища. Знання небезпечності акустичних, теплових, електромагнітних випромінювань та радіації. Альтернативні джерела енергії та їх ресурси.
Базові вміння	Застосовувати знання відповідних базових принципів та законів фізики в розумінні складних фізичних явищ, оцінки та прогнозування наслідків впливу зовнішніх факторів, з метою вибору адекватних заходів убезпечення елементів довкілля.
Базові навички	Обґрунтовувати та застосовувати природні (безпечні) та штучні системи і процеси в основі природозахисних технологій відповідно екологічного імперативу та концепції сталого розвитку.
Пов'язані силлабуси	
Попередня дисципліна	немає
Наступні дисципліни	немає
Кількість годин	Лекції - 50 год. з них: 7-ий семестр – 30 год.; 8-ий семестр – 20 год.; семінарські заняття - 50 год. з них: 7-ий семестр – 30 год.; 8-ий семестр – 20 год.; самостійна робота студентів: 110 год. з них: 7-ий семестр – 60 год.; 8-ий семестр – 50 год.

2. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Сьомий семестр

2.1. Лекційні модулі (7 семестр)

Код	Назва модуля та тем	Кількість годин	
		аудиторні	СРС
ЗМ-Л1	Основні методи захисту складових навколишнього середовища		
	1. Атмосфера, літосфера, гідросфера та їх забруднення.	4	2
	2. Методи захисту атмосфери.	2	2
	3. Основні фізичні механізми осадження частинок та очистки газових викидів.	3	2
	4. Методи захисту ґрунтів.	2	2
	5. Методи захисту гідросфери.	3	2
	Підготовка до модульної контрольної роботи МКР1		5
ЗМ-Л2	Небезпечність акустичних, теплових та електромагнітних випромінювань та методи захисту.		
	1. Акустичні коливання та вібрації, основні параметри, вплив. Фізичні механізми зниження впливу.	5	3
	2. Вплив та нормування електромагнітного опромінювання.	5	3
	3. Іонізуюче випромінювання, його види та механізми взаємодії з речовиною середовища. Фізичні механізми захисту від різних видів іонізуючого випромінювання.	6	4
	Підготовка до модульної контрольної роботи МКР2		5
Разом:		30	30

Консультації: Герасимов О.І., вівт, 14.30, ауд.315

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

2.2. Практичний модуль (7семестр)

Код	Назва модуля та тем	Кількість годин	
		аудиторні	СРС
ЗМ-П1	Семінарські заняття за темами:		
	1. Фізико-хімічні процеси в атмосфері. Фізичні механізми осадження частинок.	8	8
	2. Фізико-хімічні процеси у гідросфері та ґрунтах.	6	6
	3. Вібрації, їх оцінювання та нормування. Захист від впливу вібрацій.	4	4
	4. Електромагнітне випромінювання. Вплив та нормування.	4	4
	5 Захист від іонізуючих випромінювань. Методики розрахунку захисту.	8	8
	Разом:	30	30

Консультації: Герасимов О.І., вівт, 14.30, ауд.315

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

2.3. Самостійна робота студента та контрольні заходи (7семестр)

Код модуля	Завдання на СРС та контрольні заходи	Кількість годин СРС	Строк проведення (семестр, тиждень)
ЗМ-Л1	- Підготовка до лекційних занять - ПМКР1 (обов'язковий)	10	7сем., 1-7
		5	8
ЗМ-Л2	- Підготовка до лекційних занять - ПМКР2 (обов'язковий)	10	7сем., 8-15
		5	14
ЗМ-П1	- Підготовка до практичних занять - Підготовка до УО (обов'язковий)	20	7сем., 1-15
		5	
	Підготовка до залікової контрольної роботи (обов'язковий)	5	7сем., 15
Разом:		60	

2.3.1. Методика проведення та оцінювання контрольного заходу для ЗМ-Л1, ЗМ-Л2.

Організація контролю знань студентів побудована за накопичувально-модульним принципом згідно вимог діючого в університеті Положення «Про проведення підсумкового контролю знань студентів».

Формами контролю засвоєння теоретичних знань є усне опитування під час лекційних занять (поточний контроль), модульні контрольні роботи за кожним змістовним модулем (внутрішньо семестровий контроль), складання заліку (підсумкова атестація).

Модульні контрольні роботи МКР1 та МКР2 проводяться у тестовому форматі по завершенню опрацювання матеріалів лекційних занять. Кожна з модульних контрольних робіт складається з 20 тестових завдань, які охоплюють усі теми даного модуля навчальної дисципліни.

Кожна вірна відповідь оцінюється у 1 або 2 бали. Максимальна кількість балів за виконаний варіант кожної модульної контрольної роботи становить: **МКР1- 25 балів, МКР2 – 25 балів.**

Отже, максимальна кількість балів, яку студент може отримати з теоретичної частини курсу, складає **50 балів.**

2.3.2. Методика проведення та оцінювання контрольного заходу для 3М-П1.

Практична частина курсу передбачає проведення семінарських занять за запланованою тематикою з доповідями студентів та обговоренням теми. Максимальна кількість балів, яку студент може отримати під час семінарських занять становить **50 балів.** До цієї оцінки входить оцінка за виступ (виступи) з доповіддю, участь у обговоренні теми семінару, систематичність відвідування.

2.3.3. Методика проведення та оцінювання контрольного заходу для семестрового заліку

Допуск до семестрового заліку за підсумками модульного накопичувального контролю регламентуються п. 2.4 Положення про проведення підсумкового контролю знань студентів, а саме, студент вважається допущеним до підсумкового семестрового контролю з навчальної дисципліни (заліку), якщо він виконав всі види робіт, передбачені робочою навчальною програмою дисципліни, і набрав за модульною системою не менше 50 балів за теоретичну та практичну частину (для заліку).

Студент, який не має на початок заліково-екзаменаційної сесії заборгованості по дисципліні, що завершується заліком, отримує якісну оцінку («зараховано» або «не зараховано»), якщо має на останній день семестру інтегральну суму балів поточного контролю, достатню (60 балів та більше) для отримання позитивної оцінки, та не менше 50 балів за залікову контрольну роботу.

Білет ЗКР у формі тестів складається з 20-питань, в які входять теми лекційних та практичних модулів. Максимальна можлива оцінка 100 балів еквівалентна 100% правильних відповідей.

3. РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТІВ

3.1. Модуль ЗМ-Л1 «Основні методи захисту складових навколишнього середовища».

3.1.1. Повчання

Тема 1. Атмосфера, літосфера, гідросфера та їх забруднення.

Вивчення теми пов'язане зі створенням необхідних основ для розуміння фізичної та фізико-хімічної сутності технологічних процесів захисту навколишнього середовища. При вивченні теми зверніть увагу на основні обставини, якими визначається геохімічний вплив людини на природу, та джерела зростаючого негативного впливу людської діяльності на біосферу (область активного життя в межах земної оболонки, включаючи нижню атмосферу, гідросферу і верхню літосферу, де живуть живі організми).

Література [1].

Тема 2. Методи захисту атмосфери.

Особлива важливість захисту атмосфери є наслідком її впливу на характер і динамку всіх екзогенних процесів у літосфері (вивітрювання, напрямки вітру, наявність природних вод, мерзлота тощо) та гідросфері (водний баланс, режим поверхневих і підземних басейнів та акваторій). Викиди в атмосферу із джерел, які пов'язані із промисловою діяльністю, класифікуються за агрегатним станом (газоподібні, рідкі, тверді); за хімічним складом; за розміром частинок; за масою речовини викиду. При вивченні теми зверніть увагу на летючі промислові викиди, які поділяються на дві основні групи: парогазові; аерозольні. Парогазові викиди – суміш газів (парів), що не несе в собі тверді або рідкі завислі частинки. Аерозольні викиди - суміш газів (парів), що несе в собі тверді або рідкі зважені частинки. Розгляньте, які величини є важливими для характеристики кожного з цих видів викиду, та більш детальні способи класифікації летючих промислових викидів, що вимагають застосування індивідуально підібраних технологій. Зверніть увагу на різні методи очищення пило-газових викидів; на переваги та недоліки методів сухого та вологого очищення газів.

Література [1].

Тема 3. Основні фізичні механізми осадження частинок та очистки газових викидів.

Робота пиловловлювача заснована на використанні одного або декількох механізмів для осадження зважених в газі частинок: гравітаційної седиментації, відцентрового, інерційного, дифузійного осадження, електричного очищення газів від пилу. При вивченні теми необхідно:

- засвоїти сутність та закономірності фізичних процесів, які лежать в основі цих механізмів;
- проаналізувати ефективність кожного з методів в залежності від розміру частинок, швидкості та режиму течії газу;
- розглянути безрозмірні параметри, які дозволяють в рамках методу теорії подібності оцінити ефективність осадження частинок у випадку використання сумісних механізмів осадження.

Розгляньте детально механізм електричного очищення газів від пилу, який є одним з найбільш ефективних видів очищення газу від дрібнодисперсних твердих та рідких аерозолів, принцип роботи і схему електрофільтра.

Література [1].

Тема 4. Методи захисту ґрунтів.

Основними напрямками захисту ґрунтів від деградації є заходи щодо захисту ґрунтів від перезволоження, засолення, водної та вітрової ерозії і забруднення, запобігання необґрунтованому виведенню їх із сільськогосподарського обороту та відновлення порушеного ґрунтового покриву. Кожний з них передбачає низку заходів, чітке уявлення про які необхідно отримати при вивченні теми.

Література [1].

Тема 5. Методи захисту гідросфери.

При вивченні заходів щодо запобігання забруднення та виснаження водного середовища зверніть увагу на сутність різних методів очистки (механічні, фізичні, хімічні та біологічні), різноманітність яких пов'язана з різноманітним складом стічних вод. В залежності від типу і токсичності забруднення, очищення може здійснюватися або одним з них, або шляхом їхнього комбінування.

Література [1].

3.1.2. Питання для самоперевірки

1. *Поняття атмосфери, її склад, екологічне значення. Які фактори забруднення атмосфери мають глобальний характер? Походження та джерела локальних забруднень атмосфери.
2. *Які чинники впливають на розсіювання домішок у атмосфері?
3. *Геологічна будова Землі. Літосфера, її склад, вплив антропоморфної діяльності.
4. *Гідросфера та джерела її забруднення.
5. *Які методи очищення атмосфери від пило-газових викидів вам відомі?
6. *Охарактеризувати сухі методи очистки газу від пилу. У чому недоліки та переваги цього методу?
7. *Визначте недоліки та переваги вологих методів очистки газу.
8. *Які основні фізичні механізми осадження зважених у газі частинок вам відомі? У чому полягає кожний з цих методів?
9. *Які сили, як рушійні, використовуються в процесі осадження? Які фактори чинять опір процесу осадження?
10. *У чому полягає алгоритм Стокса, який використовують для визначення швидкості осадження частинок за різними методами? Чим обумовлене широке застосування закону Стокса щодо очищення газу (повітря) від аерозольних частинок (пилу).
11. Як формулюється закон Стокса про швидкість осадження частинок у разі ламінарного руху?
12. Що розуміють під швидкістю зависання аерозольної частинки? Чому дорівнює аеродинамічний опір середовища при русі частинки зі швидкістю зависання?
13. Як впливають на швидкість осадження розмір, питома вага та форма диспергованої речовини? питома вага та в'язкість дисперсійного середовища?
14. Який безрозмірний параметр вводиться для порівняння ефекту гравітаційного осадження з іншими механізмами осадження частинок? Чому він дорівнює?
15. *Який механізм осадження частинок під впливом відцентрової сили? У яких випадках застосовується таке осадження?
16. Які сили ураховуються у випадку оцінювання швидкості відцентрового осадження сферичних частинок за алгоритмом Стокса?
17. *Яке осадження називається інерційним? Чим визначається коефіцієнт ефективності інерційного осадження?
18. *Яка сутність процесу осадження частинок під впливом електричних сил? У яких випадках застосовується таке осадження? Які фактори впливають на швидкість осадження частинок в електричному полі?

19. *Який принцип закладено основою роботи газових фільтрів? Які механізми фільтрації газових домішок існують?
 20. *Який принцип мокрого пиловловлення? Які фізичні механізми лежать у його основі?
 21. Які загальні ознаки масообмінних процесів? Що є рушійною силою масообмінного процесу? У яких одиницях може виражатися рушійна сила масообмінних процесів?
 22. *Що таке абсорбція і яке її значення у техніці захисту довкілля? У яких природоохоронних технологіях очищення газових викидів використовується абсорбція?
 23. Як впливає на процес абсорбції температура та тиск?
 24. *Що таке адсорбція і яке її значення у техніці захисту довкілля? У яких природоохоронних технологіях очищення газових викидів використовується адсорбція?
 25. Який механізм протікання адсорбції? Які фактори впливають на рівновагу при адсорбції? Як впливають у процесі адсорбції природа газу, що поглинається, температура, тиск, наявність конкуруючих домішок, вид адсорбенту?
 26. Які існують стічні води за джерелами їх походження?
 27. *Які методи використовуються при механічній очистці стічних вод?
 28. *Які фізико-хімічні методи використовуються для очищення стічних вод?
 29. У чому полягає процес коагуляції домішок та її відмінність від флокуляції?
 30. Що таке процес флотації і як її використовують для очищення стічних вод?
 31. Який механізм процесу флотації домішок зі стічних вод? Які способи флотаційного очищення стічних вод існують?
 32. Які способи мембранної очистки стічних вод існують? Які чинники впливають на проникність мембран під час очищення стічних вод?
 33. У чому полягає сутність іонного обміну? Які вимоги пред'являються до іонітів? Які існують стадії перенесення іонів при іонному обміні?
 34. У чому полягає сутність процесу рідинної екстракції?
 35. Які способи електрохімічного очищення стічних вод існують, і в чому полягає їхня відмінність?
 36. *Які способи застосовуються при хімічному очищенні стічних вод?
 37. *Які способи застосовуються для десорбції та дегазації домішок зі стічних вод?
 38. *Які речовини зазнають знешкодження при біологічному очищенні стічних вод? Які показники використовуються при біологічному очищенні стічних вод?
 39. Що таке активний мул та біоплівка і з чого вони складаються?
- (* - питання для самоперевірки базових результатів навчання - знань, вмінь, навичок).

3.2. Модуль ЗМ-Л2 «Небезпечність акустичних, теплових та електромагнітних випромінювань та методи захисту».

3.2.1. Повчання

Тема 1. Акустичні коливання та вібрації, основні параметри, вплив. Фізичні механізми зниження впливу.

Існує значна кількість шкідливих і небезпечних факторів, які впливають на людину, з деякими з них вона стикається щодня. До таких факторів належать віброакустичні фактори, зокрема вібрація. Питання вібрації пов'язані з питаннями шуму, але вібраційні ефекти можуть бути викликані причинами, відмінними від шуму, і спосіб поширення вібрації (і, отже, боротьба з нею) може відрізнятися від способу боротьби з шумом.

При вивченні теми зверніть увагу на різні способи класифікації вібрацій, пов'язані з їх впливом на організм людини; параметри, що характеризують вібрацію; санітарні норми вібрації; основні технічні заходи для контролю вібрації. При розгляді методів, якими досягають гасіння або зменшення вібрацій зверніть увагу на фізичне підґрунтя цих методів.

Шум - будь-який небажаний звук або сукупність звуків, що надають несприятливий вплив на оточуюче середовище та людину. Зверніть увагу на об'єктивні характеристики та поняття, які прийнято в акустиці для опису коливальних процесів пружного середовища, розподіл звукових коливань за діапазоном частот (інфразвук, звук, ультразвук) та вплив кожного діапазону на людину. Стосовно шуму розгляньте його нормування, джерела та методи боротьби з шумом.

Література [1].

Тема 2. Вплив та нормування електромагнітного опромінювання.

Радіотехнічні об'єкти (РТО), лінії електропередач, електричний транспорт і т. ін. є джерелом електромагнітних коливань різного діапазону частот, які поширюються в просторі і перетворюються в електромагнітне поле. Загальне підвищення електромагнітного фону у населених пунктах, так і зміна його якісного складу обумовлює необхідність отримання достовірної та актуальної інформації щодо фактичних рівнів електромагнітних полів (ЕМП) і випромінювань, їх динаміки та просторових розподілів.

При вивченні матеріалу теми зверніть особливу увагу на наслідки впливу електромагнітного випромінювання на людину, в організмі якої відсутня спеціальна чутливість до ЕМП; методику визначення та стандарти гранично допустимих рівнів (ГДР) електромагнітного випромінювання (за густиною потоку поверхневої енергії, за значенням напруженості електричного поля та величиною індукції магнітного поля) в радіочастотному діапазоні для населення; заходи з метою захисту населення від впливу ЕМП, створюваного РТО.

Слід також ознайомитися з особливостями та дією на людський організм таких видів неіонізуючого електромагнітного випромінювання, як інфрачервоне та ультрафіолетове,

Література [1,2].

Тема 3. Іонізуюче випромінювання, його види та механізми взаємодії з речовиною середовища. Фізичні механізми захисту від різних видів іонізуючого випромінювання.

Іонізуюче випромінювання - це будь-яке випромінювання, яке створює заряди (іони, нукліди) в результаті взаємодії з навколишнім середовищем. Іонізуюче випромінювання супроводжує будь-які види радіоактивного розпаду. Отже, при вивченні теми перш за все слід звернути увагу на природу і властивості різних видів іонізуючого (радіоактивного) випромінювання; механізми їх взаємодії з речовиною; кількісні характеристики цієї взаємодії та одиниці їх вимірювання. Біологічна дія іонізуючого випромінювання залежить від загальної дози, тривалості опромінення, типу випромінювання, розміру опроміненої поверхні та індивідуальних особливостей організму. Основним методом захисту від радіації є збільшення відстані до джерела радіації. Фізичні механізми захисту під час роботи з джерелами випромінювання залежать від його природи. Одним з методів захисту є захисні екрани, які поглинають або гальмують високоенергетичні частинки іонізуючого випромінювання. Засвойте методики розрахунку захисту, тобто товщини захисних екранів, від бета-випромінювання, фотонного та рентгенівського випромінювання, нейтронів і т. ін.

Література [1,2,3].

3.2.2. Питання для самоперевірки

1. *Дайте визначення понять "шум", "ультразвук", "інфразвук", "вібрація".
2. Якими фізичними параметрами характеризується шум?
3. Якими фізичними параметрами характеризуються ультразвукові та інфразвукові коливання?

4. *Якою є дія шуму, ультра- та інфразвуку, а також вібрації на організм людини?
5. *У чому полягає нормування шуму, ультра- та інфразвуку, а також вібрації?
6. *Перерахуйте основні методи захисту від впливу шуму, ультра- та інфразвуку, вібрації.
7. *Що таке звукоізоляція, звукопоглинання? віброізоляція?
8. Що таке глушники шуму?
9. Перерахуйте індивідуальні засоби захисту від шуму, ультразвуку та вібрації.
10. Якими приладами вимірюють шум, ультра- та інфразвук, а також вібрацію?
11. *Що є основними джерелами височастотних електромагнітних коливань? низкочастотних електромагнітних коливань?
12. *За якою величиною оцінюють електромагнітне поле в сучасних методах вимірювання? Дайте її означення та укажіть одиниці вимірювання.
13. *Які зони та за яким критерієм розрізняють для оцінки біологічного впливу електромагнітного випромінювання?
14. *Біологічний вплив якої складової електромагнітного випромінювання є більш значним у ближній зоні? Що змінюється з віддаленням від джерела ЕМП?
15. *Яким вимогам відповідають значення ЕМП, які приймаються в якості гранично допустимого рівня (ГДР) опромінення населення?
16. Від чого залежать та які відповідні значення приймають гранично допустимі рівні напруженості електричного поля E ?
17. *При яких значеннях напруженості електричного поля необхідно вживання заходів, що виключають вплив на людину електричних розрядів і струмів стікання?
18. Фактори, урахування яких необхідне при виборі майданчиків для розміщення радіотехнічних об'єктів (РТО).
19. *Що таке санітарно-захисна зона навколо РТО, яким чином її визначають?
20. Які додаткові заходи для зниження впливу ЕМП слід використовувати в зонах обмеженого доступу при проектуванні будівель?
21. *Охарактеризуйте інфрачервоне та ультрафіолетове випромінювання, їх джерела та біологічний вплив.
22. *Що таке іонізуюче випромінювання? Його типи та їх природа.
23. *Від яких факторів залежить біологічна дія іонізуючого випромінювання? Для чого і яким чином введений коефіцієнт якості випромінювання?
24. *Що таке еквівалентна доза, в яких одиницях вимірюється?
25. *Що називають фоновим іонізуючим випромінюванням? З яких внесків воно складається?
26. *Які джерела іонізуючих випромінювань відносяться до закритих? Які основні засади забезпечення радіаційної безпеки під час роботи із «закритими» джерелами?
27. * Які джерела іонізуючих випромінювань належать до відкритих? Якими є основні принципи, покладені в основу системи захисту при роботі з відкритими радіоактивними речовинами?
28. *Захист від альфа-випромінювання. Яким чином розраховується пробіг альфа-частинок у багатокомпонентному середовищі?
29. *Які види захисту повинні передбачатись під час роботи з джерелами бета-випромінювання?
30. Які три види пробігу електронів у речовині розрізняють при характеристиці проникаючої здатності електронів? Як вони розраховуються?
31. За якою методикою визначають потрібну кратність ослаблення гальмівного випромінювання захистом для точкових ізотропних радіонуклідів, що випускають бета-частинки та моноенергетичні електрони конверсії?
32. З яких внесків складається пучок випромінювання при проходженні гамма-випромінювання крізь речовину?

33. Що ураховує чинник накопичення? До яких вимірюваних параметрів гамма-випромінювання він може відноситися? Від яких характеристик гамма-випромінювання і захисного матеріалу та інших факторів він залежить?
 34. *Що називають коефіцієнтом ослаблення гамма-випромінювання? Що показує шар послаблення $\Delta_{1/k}$?
 35. Як розраховується товщина екрануючого шару для необхідного коефіцієнта ослаблення випромінювання за методом послаблюючого шару?
 36. *Яку величину називають радіаційним виходом (променевою віддачею) рентгенівської трубки? Від чого залежить радіаційний вихід?
 37. Яким чином можна розрахувати товщину захисту із свинцю від широкого пучка рентгенівського випромінювання за допомогою номограм? Який коефіцієнт є параметром номограм?
 38. *Які процеси взаємодії нейтронів з речовиною середовища слід враховувати при розрахунку захисту від нейтронного випромінювання?
 39. За яким законом відбувається ослаблення вузького моноенергетичного пучка швидких нейтронів у захисному матеріалі?
- (* - питання для самоперевірки базових результатів навчання - знань, вмінь, навичок).

3.3. Модуль ЗМ-П1. «Семінарські заняття за темами лекційних модулів ЗМ-Л1, ЗМ-Л2»

3.3.1. Повчання

Тема 1. Фізико-хімічні процеси в атмосфері. Фізичні механізми осадження частинок.

Семінарські заняття за даною темою передбачають розгляд наступних питань, які можуть бути темами доповідей або виступів студентів.

За темою «Фізико-хімічні процеси в атмосфері».

1. Фізичні характеристики атмосферного повітря. Хімічний склад та властивості компонентів атмосферного повітря.
2. Джерела надходження мікрокомпонентів до атмосфери. Транспорт компонентів у атмосфері.
3. Класифікація основних видів забруднень атмосфери за фазовим принципом, за хімічним складом.
4. Основні чинники, що впливають на поширення забруднюючих речовин. Закономірності поширення забруднюючих речовин, у атмосфері. Вплив вітру на поширення забруднюючих речовин. Антропогенний вплив на хімічний склад атмосфери.
5. Фотохімічні процеси в атмосфері. Вільні радикали та їх утворення в атмосфері.
6. Утворення та зростання аерозольних частинок в атмосфері.
7. Озон. Отримання та руйнування озону. Озоновий шар та його значення.
8. Антропогенні джерела метану. Хімічні процеси, що в основі виходу метану з атмосфери.
9. Смог. Його різновиди.
10. Кислотні дощі. Утворення та вплив на довкілля. Виведення забруднюючих речовин із атмосфери з опадами.
11. Парниковий ефект.
12. Самоочищення атмосфери.

За темою «Фізичні механізми осадження частинок».

1. Осадження зважених частинок в гравітаційній системі газоочищення.
2. Осадження завислих частинок у відцентрових колекторах.
3. Інерційне осідання (сепарація) зважених частинок (пилу).

4. Очищення газів методом дифузійного осадження.
5. Електричне очищення газів від пилу. Електрофільтри.
6. Умови осадження частинок на сухих, змочених та рідких поверхнях.
7. Барботаж.

Тема 2. Фізико-хімічні процеси у гідросфері та ґрунтах.

Семінарські заняття за даною темою передбачають розгляд наступних питань, які можуть бути темами доповідей або виступів студентів.

За темою "Фізико-хімічні процеси у гідросфері"

1. Хімічний склад природних вод. Умови формування природних вод.
2. Класифікація вод за хімічним складом
3. Форми знаходження та міграція важких металів у природних водах
4. Карбонатні системи природних вод.
5. Фактори формування кислотно-основних властивостей природних вод
6. Кисотно-основна буферність природних вод та окислювально-відновні процеси в гідросфері
7. Основні джерела забруднення гідросфери. Наслідки, які викликаються забрудненням вод.
8. Оцінка ступеня небезпеки забруднення гідросфери. Оцінка допустимості забруднення вод.
9. Хімічне забруднення гідросфери
10. Забруднення побутовими стічними водами
11. Евтрофікація. Евтрофні водоймища
12. Самоочищення водоймою.

За темою "Фізико-хімічні процеси у ґрунтах"

1. Склад ґрунтів
2. Особливість ФГ процесів у ґрунтах
3. Іонний обмін у ґрунтах. Кисотно-основна взаємодія у ґрунтах 3. Поглинальна здатність ґрунтів. Її види, характеристика
4. Місткість поглинання, ступінь насиченості ґрунтів основами та склад обмінних катіонів у різних ґрунтах. Зміна цих показників під впливом різних факторів
5. Буферні властивості ґрунтів.
6. Ґрунтовий поглинаючий комплекс.
7. Поняття про окисно-відновні процеси в ґрунті. Чинники, що впливають на окислювально-відновні процеси
8. Ґрунтовий розчин. Осмотичний тиск ґрунтового розчину
9. Колоїди ґрунтів
10. Деградація ґрунтів та ступінь небезпеки цього проц.

Тема 3. Основні параметри вібрацій та звуку, їх оцінювання та нормування.

Семінарські заняття за даною темою передбачають розгляд наступних питань, які можуть бути темами доповідей або виступів студентів.

1. Класифікація та основні параметри вібрацій.
2. Вплив вібрацій на організм людини
3. Нормування вібрації. Гранично допустимі (порогові) значення.
4. Фізичні механізми та методи зниження вібрації на їх основі.
5. Звук, основні типи його джерел і акустичні характеристики.
6. Шум, шумові впливи. Методи вимірювання та боротьби з шумом.

Тема 4. Електромагнітне випромінювання. Вплив та нормування.

1. Джерела електромагнітного забруднення навколишнього середовища. Спектр електромагнітних випромінювань техносфери.
2. Принципи роботи телекомунікаційних мереж. Фактори впливу на людину.
3. Мобільний зв'язок - особливе джерело ЕМП. Випромінювання антен мобільного зв'язку.
4. Особливості взаємодії "цифрового шуму" з живими організмами. Залежність впливу на організм від частоти електромагнітних хвиль.
5. Методи захисту організму від впливу телекомунікаційної мережі.
6. Електромагнітний моніторинг забруднення навколишнього середовища.
7. Законно-нормативні зони розміщення та експлуатації телекомунікаційної мережі.

Тема 5. Захист від іонізуючих випромінювань. Методики розрахунку захисту.

Семінарські заняття за даною темою передбачають розгляд наступних питань, які можуть бути темами доповідей або виступів студентів.

1. Біологічна дія іонізуючого випромінювання.
2. Альфа-випромінювання та захист від нього.
3. Електронне випромінювання. Захист від електронного (бета) випромінювання та гальмівного випромінювання, що виникає при гальмуванні бета-частинок у речовині.
4. Гамма-випромінювання. Захист від фотонного випромінювання.
5. Вторинне гамма-випромінювання у захисних системах
6. Розрахунок захисту від гамма-випромінювання за кратністю ослаблення експозиційної дози.
7. Метод послаблюючого шару. Захист від плоских та точкових ізотропних джерел за допомогою технології шарів ослаблення.
8. Методика розрахунку захисту від немоноенергетичних джерел.
9. Рентгенівської трубки. Захист від рентгенівського випромінювання.
10. Взаємодія нейтронів з речовиною середовища. Захист від нейтронного випромінювання.
11. Номограми для розрахунку водного захисту від нейтронів з нейтронних джерел та джерел альфа-випромінювання.

4. ПИТАННЯ ДО ЗАХОДІВ ПОТОЧНОГО, ПІДСУМКОВОГО ТА СЕМЕСТРОВОГО КОНТРОЛЮ

4.1 Тестові питання до модульної контрольної роботи модуля ЗМ-Л1.

1. Сукупність природних і змінених природних умов проживання людини та виробничої діяльності суспільства має назву ...

Література [1,с.8]

2. Основними обставинами, що визначають геохімічний вплив людини на природу, є ...

Література [1,с.8]

3. Методи очищення газів від пилу включають у себе ...

Література [1,с.11]

4. Очищення газового потоку від забруднювачів шляхом його пропускання крізь тверді пористі матеріали має назву процесу...

Література [1,с.11]

5. Основними напрямками захисту ґрунтів від деградації є заходи ...

Література [1,с.13]

6. Заходи для запобігання засоленню ґрунтів передбачають ...

Література [1,с.13]

7. Заходи по захисту гідросфери щодо запобігання засміченню водойм та річок передбачають ...

Література [1,с.16]

8. При механічному очищенні стічних вод нерозчинні механічні домішки видаляються шляхом ...

Література [1,с.16]

9. Методи, що використовуються для очищення промислових стоків, включають у себе...

Література [1,с.16]

10. Реагенти, які використовують для осадження забруднювачів при хімічному способі очищення, це ...

Література [1,с.16]

11. Біологічні методи використовуються для очистки водних стоків ...

Література [1,с.17]

12. Ознаки, за якими класифікуються викиди в атмосферу із джерел, які пов'язані із промисловою діяльністю, це ...

Література [1,с.19]

13. Летючі промислові викиди, які є сумішшю газів (парів), що не несе в собі тверді або рідкі завислі частинки, мають назву ...

Література [1,с.19]

14. "Сухі" методи технології газоочищення - це методи, які ...

Література [1,с.21]

15. Ступень очищення газу від домішок системами вологого очищення порівняно з системами сухого очищення є ...

Література [1,с.22]

16. До основних фізичних механізмів осадження зважених в газі частинок належать...

Література [1,с.23]

17.Осадження в результаті вертикального осідання частинок під дією сили тяжіння при проходженні через систему газоочищення має назву ...

Література [1,с.23]

18. Відцентрове осадження спостерігається, коли потік диспергованого газу (повітря) рухається ...

Література [1,с.23]

19.Осадження, що відбувається коли маса і швидкість частинок настільки великі, що вони не можуть уникнути перешкод і слідувати за газовим потоком, має назву ...

Література [1,с.23,24]

20. Електроосадження частинок може відбуватися при...

Література [1, с.24]

21. Безрозмірний критерій. від якого залежить коефіцієнт аеродинамічного опору частинки має назву ...

Література [1, с.25]

22.Закон Стокса для визначення опору середовища руху частинки має вигляд:

Література [1, с.25]

23.За законом Стокса сила опору середовища руху частинки залежить від ...

Література [1, с.25]

24. Аеродинамічний опір середовища при русі аерозольної частинки зі швидкістю зависання залежить від ...

Література [1, с.25]

25.Залежність швидкості осадження зважених частинок в гравітаційній системі газоочищення від розміру (діаметру) частинок є ...

Література [1, с.27]

26.Параметр гравітаційного осадження G , який вводиться для порівняння ефекту гравітаційного осадження з іншими механізмами осадження частинок може бути виражений через ...

Література [1, с.27]

27.Рівняння за алгоритмом Стокса, що дозволяє визначити швидкість відцентрового осадження сферичних частинок, має вигляд:

Література [1, с.28]

28.Швидкості осадження при відцентровому осадженні порівняно з гравітаційним осадженням є ...

Література [1, с.28]

29. Ефект зачеплення починає проявлятися при осадженні частинок, якщо ...

Література [1, с.33]

30.Ефективність дифузійного осадження є обернено пропорційною ...

Література [1, с.37]

31.Електричне очищення газів від тонко- або дрібнодисперсних твердих та рідких аерозолів (зважених частинок пилу та крапель туману) засноване на ...

Література [1, с.37]

32. Рух заряджених частинок до осадового електрода відбувається під дією наступних сил:
...

Література [1, с.39]

33.Основний вплив на осадження частинок в електрофільтрах надають сили ... аеродинамічні та електростатичні

Література [1, с.39]

34.Рівняння за алгоритмом Стокса, що дозволяє визначити швидкість осадження частинок на осадовому електроді (так звану швидкість дрейфу), має вигляд:

Література [1, с.39]

35.Максимальний ефект осадження частинок під дією електричних сил у «мокрих» пиловловлювачах спостерігається, якщо ...

Література [1, с.40]

36.У сухих пиловловлювачах та фільтрах загального призначення можуть надійно утримуватися частинки розміром ...

Література [1, с.43]

37. У пиловловлювачах і фільтрах з поверхнями, змоченими маслами, можуть надійно утримуватися частинки, що змочуються, розміром ...

Література [1, с.43]

38.Плівками рідини (води) у мокрих пиловловлювачах надійно утримуються частинки, рух яких характеризується значенням Re ...

Література [1, с.43]

39.При барботажі на уловлювану частинку усередині газового міхура діють механізми ...

Література [1, с.45]

40. В жалюзійних пиловловлювачах, у яких виділення пилу з газового потоку засноване на використанні сили інерції, вплив на роботу створюють наступні фактори:

Література [1, с.49]

4.2 Тестові питання до модульної контрольної роботи модуля ЗМ-Л2.

1. Вібрацією називають ...

Література [1, с.76,87]

2. Загальні вібрації – це вібрації, які ...

Література [1, с.77]

3. Локальними є вібрації, що ...

Література [1, с.77]

4. Параметрами, що характеризують вібрацію є...

Література [1, с.78]

5. Відносною величиною, яку використовують при оцінюванні вібрацій, є ...

Література [1, с.87]

6. Найбільш важливим фактором, що впливає на формування та характер вібраційних патологій є ...

Література [1, с.81]

7. При частотному (спектральному) аналізі параметрами, що підлягають нормуванню, є...

Література [1, с.83]

8. Гасіння вібрації ґрунтується на зниженні рівня вібрації шляхом перетворення механічної енергії вібрації в ...

Література [1, с.85]

9. Будь-який небажаний звук або сукупність звуків, що надають несприятливий вплив на навколишнє середовище і людину мають назву ...

Література [1, с.88]

10. Звуковими називають акустичні коливання частота яких ...

Література [1, с.88]

11. У діапазоні частот 10^9 - 10^{13} Гц знаходяться коливання пружних середовищ, які називаються ...

Література [1, с.88]

12. Середня за часом енергія, яка переоситься звуковою хвилею в одиницю часу через одиницю площі, перпендикулярної напрямку поширення звуку має назву ...

Література [1, с.90]

13. Рівнем шуму називають величину, яка дорівнює...

Література [1, с.90]

14. Механізмом поглинання звуку такими звукопоглинальними матеріалами як волокнисті пористі матеріали є ...

Література [1, с.92]

15. До методів будівельної акустики належать наступні методи: ...

Література [1, с.92]

16. Величина, через яку оцінюється ЕМП в існуючих методах вимірювання, це ...

Література [1, с.95]

17. Критерій, за яким для оцінки біологічного впливу електромагнітного випромінювання виділяють індуктивну (ближню) зону стосовно джерела випромінювання, це ...

Література [1, с.95]

18. Надвисокочастотна електромагнітна енергія використовується в ...

Література [1, с.95]

19. Гранично допустимі рівні електромагнітних полів відповідають наступним класифікаціям: ...

Література [1, с.95]

20. Гранично допустимий рівень напруженості електричного поля E у населеній місцевості, поза зоною житлової забудови становить ...

Література [1, с.96]

21. Заходи, що виключають вплив на людину електричних розрядів і струмів стікання повинні бути вжиті при величині напруженості електричного поля E , що перевищує ...

Література [1, с.96]

22. Мінімальна відстань від осі запланованої ПЛ напругою 750-1150 кВ до межі населеного пункту повинна становити ...

Література [1, с.99]

23. Інфрачервоне випромінювання - це електромагнітне випромінювання з довжинами хвиль ...

Література [1, с. 100]

24. Штучними джерелами ультрафіолетового випромінювання є ...

Література [1, с.100]

25. Іонізуюче випромінювання – це...

Література [1, с.101]

26. Альфа-частинки випромінюються при розпаді елементів з ...

Література [1, с.101]

27. Бета- розпад – це ...

Література [1, с.101]

28. Еквівалентна доза випромінювання – це ...

Література [1, с.101]

29. Одиницями вимірювання активності радіоактивного препарату є ...

Література [1, с.102]

30. Фонове іонізуюче випромінювання складається з ...

Література [1, с.102]

31. Одноразове сумарне опромінення до 100-200 мбер викликає ...

Література [1, с.102]

32. Найменшу з усіх іонізуючих частинок довжину пробігу в речовині мають ...

Література [1, с.54]

32. Для середовища товщиною менше максимального пробігу електронів ослаблення щільності потоку бета-частинок приблизно слідує закону...

Література [1, с.56]

33. Широкий пучок випромінювання, що створюється при проходженні гамма-випромінювання через речовину складається з ...

Література [1, с.57]

34. Енергетичний фактор накопичення, який вводять для урахування внеску розсіяного гамма-випромінювання залежить від ...

Література [1, с.57, 58]

35. Вимірювані параметри гамма-випромінювання, до яких може відноситися чинник накопичення, ...

Література [1, с.58]

36. При розгляді впливу розсіяного гамма-випромінювання у випадку застосування обмеженої геометрії, тіньового захисту ...

Література [1, с.58]

37. Величинами, завдання яких потрібне для визначення необхідної товщини екранування матеріалу за допомогою універсальних таблиць, є ...

Література [1, с.59]

38. Потужність поглиненої дози в повітрі, що створюється на відстані 1 м від анода рентгенівської трубки за силою струму 1 мА, має назву ...

Література [1, с.62]

39. Радіаційний вихід рентгенівської трубки залежить від ...

Література [1, с.62]

40. Коефіцієнт, що є параметром номограмм, за допомогою яких можна розрахувати захист із свинцю від широкого пучка рентгенівського випромінювання, включає в себе...

Література [1, с.62]

41. Залежність коефіцієнта, що є параметром номограмм, за допомогою яких можна розрахувати захист із свинцю від широкого пучка рентгенівського випромінювання, від сили струму в рентгенівській трубці, є ...

Література [1, с.63]

42. Процеси взаємодії нейтронів з речовиною середовища, які слід ураховувати при розрахунку захисту від нейтронного випромінювання – це ...

Література [1, с.63]

43. Процеси непружного розсіювання нейтронів у речовині супроводжуються ...

Література [1, с.63]

44. Захист від нейтронного випромінювання ґрунтується на поглинанні ...

Література [1, с.66]

45. Іонізуюче випромінювання, що виникає внаслідок взаємодії первинного випромінювання з аналізованим середовищем має назву ...

Література [1, с.74]

4.3 Тестові завдання до залікової контрольної роботи

№	Тестові завдання	Основна література, сторінки
1.	Біосфера як область активного життя в межах земної оболонки, включає в себе ...	[1] с.8
2.	Заходи з охорони повітря можна поділити на ...	[1] с.11
3.	Видалення (випадання в осад) забруднювачів з газового потоку при його пропусканні крізь рідкий розчин мінеральних або органічних речовин внаслідок реакції забруднювачів з цими речовинами має назву процесу...	[1] с.11
4.	Заходи, що застосовуються для боротьби з перезволоженням, спричиненим порушенням природного потоку води, це...	[1] с.13
5.	Протиерозійні заходи для боротьби з водною ерозією включають у себе ...	[1] с.13
6.	Існуючи методи очистки стічних вод можна поділити на ...	[1,с.16]
7.	Для механічного очищення стічних вод від нерозчинних механічних домішок використовують ...	[1,с.16]
8.	Летючі промислові викиди, які є сумішшю газів (парів), що несе в собі тверді або рідкі <i>зважені частинки</i> , мають назву ...	[1,с.19]
9.	Методи технології газоочищення, які використовують воду або інші рідини, належать до ...	[1,с.21]
10.	Осадження дрібних частинок на поверхні або стінці об'єкта в результаті безперервних зіткнень дрібних частинок з молекулами газу, що знаходяться в броунівському русі, має назву ...	[1] с.24
11.	Швидкістю зависання аерозольної частинки, що падає, називається ...	[1] с.25
12.	Рівняння, яке описує гідродинамічний рух частинки в стоксівському режимі при гравітаційному осадженні, має вигляд:	[1] с.27
13.	Сили, що необхідно прирівняти при визначенні швидкості відцентрового осадження сферичних частинок за допомогою алгоритму Стокса, це...	[1] с.28
14.	Сили, співвідношення між якими характеризує критерій Стокса (параметр інерції) при інерційному осадженні, це сили ...	[1] с.31
15.	Одним з найбільш ефективних видів очищення газу від тонко-або дрібнодисперсних твердих та рідких аерозолів (зважених частинок пилу та крапель туману) є ...	[1] с.37
16.	Електрофільтри зазвичай створюють із короною негативної полярності внаслідок того, що ...	[1] с.38
17.	Рух газу (аерозолі) через шар рідини, яка набуває вигляду бульбашок (піни) або струменів називається ...	[1] с.44
18.	До категорій, на які поділяються загальні вібрації, належать ...	[1] с.78
19.	Величини, за допомогою яких оцінюють вібрацію, це ...	[1] с.87
20.	До факторів, що впливають на формування вібраційних патологій	[1] с.80

	належать ...	
21.	Акустичні коливання з частотою вище 20кГц мають назву ...	[1] с.88
22.	До інфразвукових відносять акустичні коливання з частотами ...	[1] с.88
23.	Перетворення частини енергії звукових хвиль в теплову енергію в середовищі, через яке поширюється звук, має назву ...	[1] с.92
24.	До звукопоглинальних матеріалів, які поглинають звук через деформацію всієї або частини поверхні матеріалу належать ...	[1] с.92
25.	Лінії електропередач є основними джерелами електромагнітних коливань ...	[1] с.95
26.	Електричний транспорт є джерелом ...	[1] с.95
27.	Гранично допустимий рівень напруженості електричного поля у середин житлових будівель становить ...	[1] с.96
28.	Гранично допустимий рівень магнітної складової (магнітної індукції) електромагнітного поля у квартирах становить ...	[1] с.97
29.	Ультрафіолетове випромінювання - це електромагнітне випромінювання з довжиною хвиль ...	[1] с.100
30.	Радіоактивність – це ...	[1] с.101
31.	Під альфа частинками розуміють ...	[1] с.101
32.	Гамма-променями називають ...	[1] с.101
33.	Одиницями вимірювання еквівалентної дози випромінювання є ...	[1] с.102
34.	Середньорічна еквівалентна доза фонового випромінювання лежить у межах ...	[1] с.102
35.	Важку променеву хворобу викликає одноразове сумарне опромінення у ...	[1] с.102
36.	Мінімальна товщина шару речовини, при якій жоден з моноенергетичних електронів, що падають нормально на шар, з нього не вилітає має назву ...	[1] с.55
37.	Енергетичний фактор накопичення, який враховує внесок розсіяного гамма-випромінювання у широкий пучок при проходженні гамма-випромінювання через речовину приймає значення ...	[1] с.57
38.	При розгляді впливу розсіяного гамма-випромінювання у випадку застосування бар'єрної геометрії ...	[1] с.58
39.	Відношення виміряної або розрахованої експозиційної дози без захисту до гранично допустимої експозиційної дози у тій самій точці за захисним екраном товщиною x має назву ...	[1] с.59
40.	Залежність коефіцієнта, що є параметром номограмм, за допомогою яких можна розрахувати захист із свинцю від широкого пучка рентгенівського випромінювання, від відстані між анодом рентгенівської трубки та робочим місцем є ...	[1] с.63
41.	Механізмом взаємодії нейтронів з енергією понад 0,5 MeV з речовиною середовища є...	[1] с.63
42.	Ослаблення вузького моноенергетичного пучка швидких нейтронів у захисному матеріалі залежно від товщини захисту x є ...	[1] с.66
43.	Одним з найбільш проникливих видів вторинного випромінювання є вторинне гамма-випромінювання в захисті, яке супроводжує ...	[1] с.74

2. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ (Восьмий семестр)

2.1. Лекційні модулі (8 семестр)

Код	Назва модуля та тем	Кількість годин	
		аудиторні	СРС
ЗМ-ЛЗ	Енергетика відновлюваних джерел. Термоядерна енергетика.		
	1. Порівняльний аналіз різних видів енергетики. Ресурси альтернативних джерел енергії.	4	2
	2. Енергетика відновлюваних джерел. Сонячна та вітрова енергетика.	4	2
	3. Ядерна енергетика.	4	2
	4. Фізичні основи керованого термоядерного синтезу. Паливний цикл термоядерного реактора.	4	2
	5. Фізичні принципи та системи для утримання плазми.	4	2
	Підготовка до модульної контрольної роботи МКРЗ		5
Разом:		20	20

Консультації: Герасимов О.І., згідно з графіком консультацій, затвердженим на засіданні кафедри

2.2. Практичний модуль (8 семестр)

Код	Назва модуля та тем	Кількість годин	
		аудиторні	СРС
ЗМ-ПЗ	Семінарські заняття за темами:		
	1. Енергетика відновлюваних джерел. Вітрова та сонячна енергетика.	6	6
	2. Ядерна енергетика.	4	4
	3. Фізичні основи керованого термоядерного синтезу.	4	4
	4. Фізичні принципи та системи для утримання плазми.	6	6
	Разом:	20	20

Консультації: Герасимов О.І., згідно з графіком консультацій, затвердженим на засіданні кафедри

2.3. Самостійна робота студента та контрольні заходи (8семестр)

Код модуля	Завдання на СРС та контрольні заходи	Кількість годин СРС	Строк проведення (семестр, тиждень)
ЗМ-ЛЗ	- Підготовка до лекційних занять - ПМКР1 (обов'язковий)	10 5	8сем., 1-10 9
ЗМ-ПЗ	- Підготовка до практичних занять - Підготовка до УО (обов'язковий)	10 5	8сем., 1-10
	Підготовка до залікової контрольної роботи (обов'язковий)	5	8сем.,10
Разом:		50	

2.3.1. Методика проведення та оцінювання контрольного заходу для ЗМ-ЛЗ.

Організація контролю знань студентів побудована за накопичувально-модульним принципом згідно вимог діючого в університеті Положення «Про проведення підсумкового контролю знань студентів».

Формами контролю засвоєння теоретичних знань є усне опитування під час лекційних занять (поточний контроль), модульні контрольні роботи за кожним змістовним модулем (внутрішньо семестровий контроль), складання заліку (підсумкова атестація).

Модульна контрольна робота МКРЗ проводиться у тестовому форматі по завершенню опрацювання матеріалів лекційних занять, 25 тестових завдань, які охоплюють усі теми даного модуля навчальної дисципліни.

Кожна вірна відповідь оцінюється у 2 бали. Максимальна кількість балів за виконаний варіант модульної контрольної роботи становить: **50 балів**.

Отже, максимальна кількість балів, яку студент може отримати з теоретичної частини курсу, складає **50 балів**.

2.3.2. Методика проведення та оцінювання контрольного заходу для ЗМ-ПЗ.

Практична частина курсу передбачає проведення семінарських занять за запланованою тематикою з доповідями студентів та обговоренням теми. Максимальна кількість балів, яку студент може отримати під час семінарських занять становить **50 балів**. До цієї оцінки входить оцінка за виступ (виступи) з доповіддю, участь у обговоренні теми семінару, систематичність відвідування.

2.3.3. Методика проведення та оцінювання контрольного заходу для семестрового заліку

Допуск до семестрового заліку за підсумками модульного накопичувального контролю регламентуються п. 2.4 Положення про проведення підсумкового контролю знань студентів, а саме, студент вважається допущеним до підсумкового семестрового контролю з навчальної дисципліни (заліку), якщо він виконав всі види робіт, передбачені робочою навчальною програмою дисципліни, і набрав за модульною системою не менше 50 балів за теоретичну та практичну частину (для заліку).

Студент, який не має на початок заліково-екзаменаційної сесії заборгованості по дисципліні, що завершується заліком, отримує якісну оцінку («зараховано» або «не зараховано»), якщо має на останній день семестру інтегральну суму балів поточного контролю, достатню (60 балів та більше) для отримання позитивної оцінки, та не менше 50 балів за залікову контрольну роботу.

Білет ЗКР у формі тестів складається з 20-питань, в які входять теми лекційного та практичного модулів. Максимальна можлива оцінка 100 балів еквівалентна 100% правильних відповідей.

3. РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТІВ (8 семестр)

3.1. Модуль ЗМ-ЛЗ «Енергетика відновлюваних джерел. Термоядерна енергетика.».

3.1.1. Повчання

Тема 1. Порівняльний аналіз різних видів енергетики. Ресурси альтернативних джерел енергії.

Основним джерелом енергії для людства сьогодні є традиційна енергетика, до якої відносять вугільні та газові теплові електростанції, а також ТЕЦ, що працюють на мазуті. В результаті роботи ТЕЦ в атмосферу викидається велика кількість вуглекислого газу, окису сірки та золи. Збільшення змісту вуглекислоти в атмосфері, на думку вчених, може призвести до небажаної зміни клімату планети; окис сірки викликає кислотні дощі; попіл може сильно забруднювати середовище у регіоні розташування електростанції. Забруднення природного середовища та виснаження природних ресурсів, базових для традиційної енергетики, потребує використання інших – альтернативних джерел. Альтернативна енергетика базується на використанні відновлюваних джерел енергії: енергії вітру, сонячного випромінювання, припливів та тепла Землі, біопалива. До поновлюваної слід також віднести гідроенергетику.

При вивченні теми зверніть увагу на різні масштаби та особливості, які притаманні різним джерелам альтернативної енергетики.

Література [1].

Тема 2. Енергетика відновлюваних джерел. Сонячна та вітрова енергетика.

Безпека, екологічність та практична невичерпність потоку енергії є суттєвими перевагами відновлюваних джерел енергії (ВДЕ). На сьогоднішній день економічно

найбільш перспективними з них та такими, що знайшли широке використання у різних країнах, є вітроенергетика та сонячна енергетика. В той же час їх суттєвими недоліками є нестабільність, локальність та сезонність.

При вивченні теми зверніть увагу на особливості локалізації на місцевості вітрогенераторів та фотоелектричних станцій для досягнення ефективності та економічності їх роботи, порівняйте переваги та недоліки цих видів енергетичних джерел; розгляньте проблеми і причини, за якими вони можуть використовуватися переважно як змінна складова енергоспоживання, проблеми, пов'язані з нестабільністю вироблення необхідних потужностей: накопиченням під час пікового вироблення та компенсацією у випадку його спаду.

Література [1]

Тема 3. Ядерна енергетика.

Ядерна енергетика забезпечує стабільне вироблення енергії та дозволяє практично необмежено нарощувати потужності, тобто може слугувати базовою складовою енергопостачання. До інших переваг належать:

- віддаленість перспектив вичерпання запасів палива з урахуванням технологій напращування нового палива в реакторах;
- відсутність забруднення атмосфери ані вуглекислим газом, ані окисом сірки;
- паливо ядерної енергетики не є цінною сировиною для інших галузей промисловості.

При вивченні теми розгляньте особливості відкритого (розімкненого) та закритого (замкненого) циклів, які використовуються в роботі реакторів. Саме останній дозволяє вилучення урану і плутонію з відпрацьованого ядерного палива з реактору з метою повторного виготовлення ядерного палива. Зверніть увагу на інші переваги, а також ризики ядерної енергетики, пов'язані з довготривалим радіоактивним зараженням значних територій у випадку аварії та зберіганням радіоактивних відходів.

Література [1]

Тема 4. Термоядерна енергетика. Фізичні основи керованого термоядерного синтезу. Паливний цикл термоядерного реактора.

Одним з перспективних джерел енергії майбутнього є ядерні реакції синтезу. У реакціях синтезу енергія виробляється за рахунок роботи ядерних сил, що здійснюється при злитті ядер легких елементів та утворенні більш важких ядер. Головна і фундаментальна перевага термоядерної енергетики полягає у відсутності довго живучих радіоактивних відходів, що характерні для реакторів поділу, невичерпні запаси палива і необхідних матеріалів.

Питання, на які слід звернути увагу при вивченні теми:

- ядерні реакції, перспективні для використання у керованому термоядерному синтезі;
- фізичні явища, що відбуваються в реакційно здатних сумішах;
- критерій Лоусона, який надає узагальнену умову досягнення позитивного виходу керованої термоядерної реакції у суміші;
- принципова схема термоядерного реактора і його паливний цикл.

Література [1]

Тема 5. Фізичні принципи та системи для утримання плазми.

Критерій Лоусона надає умову на мінімальний добуток щільності на час життя плазми, при виконанні якої досягається позитивний вихід термоядерної реакції, тобто термоядерна потужність перевищує потужність додаткових втрат. Отже критерій Лоусона можна задовільнити двома способами.

У першому випадку щільність плазми невелика і критерій Лоусона досягається за рахунок утримання енергії в системі, тобто великого енергетичного часу життя плазми. Такий принцип покладений у роботу стаціонарних або квазістаціонарних системи, заснованих на магнітному утриманні гарячої плазми. При магнітному утриманні плазми Магнітне утримання полягає у використанні сильного магнітного поля для гарячої ізоляції суміші від першої стінки реактора. Слід розглянути загальні принципи, що лежать в основі магнітного утримання, та їх конкретну реалізацію у таких системах, як ТОКАМАК, СТЕЛАРАТОРИ та відкритих системах для магнітного утримання плазми, кожна з яких по суті є магнітною пасткою.

У другому випадку виконання критерію Лоусона досягається не за рахунок тривалого утримання плазми, а за рахунок збільшення її густини при стисненні суміші. Такий спосіб покладений в основу імпульсних систем з інерційним утриманням плазми. Основне фізичне завдання в цьому напрямку керованого термоядерного синтезу – отримання високих ступенів стиснення в такій малій кількості палива, яке дозволить використовувати термоядерну енергію, що виділилася без руйнування камери. Зверніть увагу на основні технологічні проблеми створення імпульсних реакторів, які лежать у галузі драйверної техніки, створенні прецизійних мішеней та систем, що дозволяють подавати та контролювати положення мішені в камері.

Термоядерним реакторам властива внутрішня безпека, оскільки в них термоядерні реакції не можуть увійти в режим неконтрольованого наростання потужності без подальшого зриву плазми та припинення реакцій. Отже радіаційну небезпеку для персоналу, населення та навколишнього середовища можуть представляти радіоактивні елементи, які накопичуються в реакторі в процесі його роботи. При вивченні теми розгляньте можливі джерела радіоактивності при роботі термоядерного реактора; порівняйте безпеку термоядерного реактора з безпекою реактора поділу тієї ж потужності та зверніть увагу на та проблему переробки та зберігання радіоактивних відходів.

Література [1].

3.1.2. Питання для самоперевірки

1. *Які джерела енергії відносять до традиційної енергетики?
2. *Що є основними перевагами та вадами традиційної енергетики.
3. * Які екологічні обмеження використання не відновлюваних джерел енергії ?
4. *Які види енергетики розуміють під альтернативною енергетикою?
5. *У чому переваги використання відновлюваних джерел енергії?
6. Що таке геотермальна енергетика? Морська енергетика?
7. *Які види вітрогенераторів використовують для промислової вітроенергетики? Які вимоги накладаються на їх розташування?
8. *Що розуміється під геліоенергетикою? Чи впливає сонячна енергетика на теплове забруднення атмосфери?
9. *Які основні різновиди сонячних електростанцій вам відомі?
11. У чому полягають переваги використання фотоелектричних станцій перед геліоконцентраторами?
12. Укажіть недоліки сонячної енергетики порівняно з вітроенергетикою.
13. *Які фактори впливають на нестабільність вироблення енергії вітру та сонця? Які шляхи вирішення цієї проблеми?
14. *Охарактеризуйте ядерні паливні цикли, які використовують в атомній енергетиці.
15. Чому можна вважати, що ядерна енергія є головним кандидатом на роль базової складової енергоспоживання? У чому переваги та ризики її використання?
16. *Наведіть приклади реакцій термоядерного синтезу.
17. * Які умови потрібні для термоядерного синтезу?
18. *Що таке термоядерна плазма? Чому дорівнює температура термоядерної плазми?

19. *У чому полягає критерій Лоусона?
 20. Що таке ТОКАМАК?
 21. Що таке СТЕЛЛАТОР?
 22. На яких фізичних принципах базується робота магнітної пастки?
 23. Що таке тороїдальний дивертор? Що таке драйвер?
 24. Оцініть перспективи термоядерної енергетики.
 25. *Яку радіаційну загрозу створює термоядерний реактор?
- (* - питання для самоперевірки базових результатів навчання - знань, вмінь, навичок).

3.2. Модуль ЗМ-П2. «Семінарські заняття за темами лекційних модулів ЗМ-ЛЗ»

3.2.1. Повчання

Тема 1. Енергетика відновлюваних джерел. Вітрова та сонячна енергетика.

Семінарські заняття за даною темою передбачають розгляд наступних питань, які можуть бути темами доповідей або виступів студентів.

1. Ресурси споживання енергії в світі. Глобальні тенденції міжнародного та національного енергетичного сектору.
2. Ресурси традиційної енергетики та альтернативних джерел енергії. Порівняльний аналіз.
3. Економічність різних видів енергетики та проблеми використання.
4. Фізичні основи використання енергії вітру. Природа походження та характеристики вітру. Вітрові характеристики, їх вплив на умови роботи ВЕУ.
5. Основні параметри вітроенергетичних пристроїв. Математична модель руху вітроколеса
6. Методи прогнозного оцінювання виробку енергії вітрогенератора.
7. Технологічні особливості використання вітропристроїв у якості джерела енергопостачання
8. Перспективи розвитку вітроенергетики в Україні. Прогнозна оцінка використання вітрової енергії Одеської області.
9. Геліоенергетика. Геліоконцентратори та фотоелектричні станції. Особливості використання та ефективність.
10. Особливості геліоенергоактивних планувальних будівель. Екодом.
11. Перспективи розвитку сонячної енергетики в Україні.

Тема 2. Ядерна енергетика.

Семінарські заняття за даною темою передбачають розгляд наступних питань, які можуть бути темами доповідей або виступів студентів.

1. Ядерна енергетика: негативні та позитивні наслідки для екології . Перспективи розвитку.
2. Сучасні ядерні паливні цикли. Особливості замкненого (закритого) ядерного паливного циклу.
3. Сучасні ядерні паливні цикли. Особливості відкритого (незамкненого) ядерного паливного циклу.
4. Ядерний паливний цикл на швидкому реакторі – бридері.
5. Енергетичний ядерний (атомний) реактор, його основні елементи. Типи енергетичних ядерних реакторів.
6. Уран-графітовий реактор канального типу.

7. Водно-водяний (легко водний) енергетичний реактор.
8. Реактор на швидких нейтронах.

Тема 3. Фізичні основи керованого термоядерного синтезу.

Семінарські заняття за даною темою передбачають розгляд наступних питань, які можуть бути темами доповідей або виступів студентів.

1. Термоядерна енергетика, екологічна безпека та перспективи розвитку.
2. Ядерні реакції, що можуть бути використані у керованому термоядерному синтезі.
3. Плазма, її властивості.
4. Енергетичний аналіз процесів у термоядерному реакторі та узагальнена умова запалювання термоядерної реакції (критерій Лоусона).
5. Паливний цикл термоядерного реактора.
6. Вимоги до матеріалів та радіаційна безпека термоядерних реакторів.

Тема 4. Фізичні принципи та системи для утримання плазми.

Семінарські заняття за даною темою передбачають розгляд наступних питань, які можуть бути темами доповідей або виступів студентів.

1. Магнітне утримання плазми. ТОКАМАК.
2. Магнітне утримання плазми. СТЕЛЛАТОР.
3. Відкриті системи для магнітного утримання плазми.
4. Імпульсні системи.
5. Мішені для інерційного керованого термоядерного синтезу.
6. Драйвери для інерційного керованого синтезу.
7. Камера імпульсного реактора.

4. ПИТАННЯ ДО ЗАХОДІВ ПОТОЧНОГО, ПІДСУМКОВОГО ТА СЕМЕСТРОВОГО КОНТРОЛЮ

(8 семестр)

4.1 Тестові питання до модульної контрольної роботи модуля ЗМ-ЛЗ.

1. До традиційної енергетики відносять ...
Література [1, с.105,106]
2. З погляду екології з традиційних джерел енергії найменшу шкоду природному середовищу завдає спалювання ...
Література [1, с.106]
3. До відновлюваних джерел енергії відносять енергію ...
Література [1, с.105]
4. Енергетика, яка заснована на використанні відновлюваних джерел енергії носить назву ...
Література [1, с.106]
5. Основною метою переходу на ВДЕ є ...
Література [1, с.111]
6. Перевагами відновлюваної енергетики є ...
Література [1, с.106]
7. Основні недоліки відновлюваних джерел енергії це ...
Література [1, с.106]
8. Локальність вітроенергетики пов'язана з тим, що ...
Література [1, с.107]
9. При падінні швидкості вітру вдвічі потужність вітрогенератора падає у ...

Література [1, с.107]

10. Залежність потужності вітрогенератора від швидкості вітру є ...

Література [1, с.107]

11. Для промислової вітроенергетики використовуються генератори з віссю обертання ротора, яка є ...

Література [1, с.108]

12. Вітрогенератори з горизонтальною віссю обертання ротора мають ККД, що досягає ...

Література [1, с.108]

13. Для промислової вітроенергетики використовуються генератори з горизонтальною віссю ротора переважно з потужностями ...

Література [1, с.108]

14. Перспективними майданчиками для розміщення вітрогенераторів є ...

Література [1, с.108]

15. Сонячні електростанції, в яких вода нагрівається світлом, яке концентрується за допомогою системи керованих дзеркал, мають назву...

Література [1, с.109]

16. Батареї фотоелементів, що використовуються у якості сонячних електростанцій, мають ККД ...

Література [1, с.109]

17. Розвиток вітроенергетики та сонячної енергетики на сьогодні відбувається за законом, який є ...

Література [1, с.109]

18. Нестабільність сонячної енергетики пов'язана з ...

Література [1, с.109]

19. Енергетична система повинна складатися з ...

Література [1, с.115]

20. У якості змінної складової енергоспоживання використовуватимуться переважно ...

Література [1, с.115]

21. Забезпечує стабільне енергопостачання та дозволяє практично необмежено нарощувати потужності ...

Література [1, с.110]

22. Головний недолік ядерної енергетики полягає у ...

Література [1, с.110]

23. Активна зона реактора на швидких нейтронах з усіх боків оточена:

Література [Зс.21]

24. У якості теплоносія в реакторі типу ВВЕР застосовується:

Література [Зс.23]

25. У якості уповільнювача в реакторах типу РБМК використовується ...

Література [Зс.21]

26. Оперативний запас реактивності реактора визначається ...

Література [Зс.23]

27. Час знаходження ядерного палива в активній зоні реактора ВВЕР складає:

Література [Зс.21]

28. Реактори поділу генерують радіоактивні відходи, що підлягають переробці, захороненню та зберіганню протягом ...

Література [1, с.115]

29. У реакціях синтезу енергія виробляється за рахунок...

Література [1, с.110]

30. Ядерні реакції, що становлять інтерес для керованого термоядерного синтезу, це...

Література [1, с.117]

31. Ядро якого елемента (X) утворюється в ядерній реакції ${}^2_1\text{H}(D, p)X$?

Література [1, с.117]

32. Переріз реакції синтезу є функцією ...
Література [1, с.118]
33. За нормальної температури суміш ізотопів водню та інших легких атомів ...
Література [1, с.118]
34. При високій температурі, необхідній для протікання термоядерної реакції, суміш знаходиться в стані ...
Література [1, с.119]
35. Для позитивного виходу реакції синтезу в суміші потрібно виконання умов: ...
Література [1, с.120]
36. Узагальнену необхідну умову позитивного виходу реакції синтезу в суміші надає ...
Література [1, с.120]
37. Перевагою DT-реакції порівняно з DD-реакціями є ...
Література [1, с.121]
38. Критерій Лоусона досягається за рахунок великого енергетичного часу життя плазми при невеликій її щільності у системах ...
Література [1, с.121]
39. Час життя в імпульсних системах керованого термоядерного синтезу є ...
Література [1, с.122]
40. Бланкет – це ...
Література [1, с. 124]
41. У термоядерному реакторі, який працює на суміші дейтерію та тритію, тритій ...
Література [1, с. 124]
42. Принцип магнітного утримання плазми полягає у використанні сильного магнітного поля для ...
Література [1, с.126]
43. Магнітна пастка із замкнутими магнітними поверхнями, в якій полоидальне магнітне поле, що утворює магнітні поверхні, створюється струмом, що протікає по плазмі має назву ...
Література [1, с.128]
44. Основними елементами системи магнітного утримання плазми «ТОКОМАК» є ...
Література [1, с.128]
45. Дивертор – це елемент термоядерного реактора, який дозволяє ...
Література [1, с. 129, с.130]
46. Відсутність плазмових зривів у СТЕЛЛАРАТОРі обумовлена тим, що рівновага плазми ...
Література [1, с.139]
47. У відкритих системах утримання частинок плазми у напрямку вздовж магнітного поля досягається за рахунок ...
Література [1, с.142]
48. Драйверами називають ...
Література [1, с.144]
49. Основні технологічні проблеми створення імпульсних реакторів лежать у галузі
Література [1, с.154]
50. Вимоги до матеріалів першої стінки та бланкету термоядерних реакторів з DT-реакцією – це ...
Література [1, с. 155, с.156]

4.2 Тестові завдання до залікової контрольної роботи

№	Тестові завдання	Основна література, сторінки
1.	З погляду екології найбільшу шкоду природному середовищу завдає спалювання ...	[1] с.106
2.	Найдешевшу традиційну енергію надає спалювання ... <i>Література</i> [1, с.106]	
3.	Стабільність вироблення енергії та відносна свобода розміщення є основними перевагами енергетики ...	[1] с.106
4.	Безпека, екологічність та практична невичерпність потоку енергії перевагами...	[1] с.106
5.	До недоліків відновлюваної енергетики слід віднести її ... <i>Література</i> [1, с.106]	
6.	Нестабільність вітроенергетики пов'язана з ...	[1] с.107
7.	Для промислової вітроенергетики переважно використовуються генератори потужностями ... <i>Література</i> [1, с.108]	
8.	При зростанні швидкості вітру втричі потужність вітрогенератора зростає у ...	[1] с.107
9.	Для промислової вітроенергетики використовуються генератори з діаметром ротора...	[1] с.108
10.	Розвиток вітроенергетики на сьогодні відбувається за законом ... <i>Література</i> [1, с.108]	
11.	ККД фотоелементів батареї сонячної електростанції становить ... <i>Література</i> [1, с.109]	
12.	Недоліками сонячної енергетики в порівнянні з вітроенергетикою є ...	[1] с.109
13.	Розвиток сонячної енергетики на сьогодні відбувається за законом ... <i>Література</i> [1, с.109]	
14.	Відновлювані джерела енергії, такі як сонячна енергія та спалювання біомаси, можуть використовуватися у якості ... <i>Література</i> [1, с.115]	
15.	Головним кандидатом на роль базової складової енергоспоживання є енергія ... <i>Література</i> [1, с.115]	
16.	Уповільнювач в атомних реакторах застосовується для:	[3] с. 20
17.	Стержні автоматичного регулювання в реакторі типу РБМК призначені для зміни... <i>Література</i> [Зс.23]	
18.	У зоні відтворення реактора на швидких нейтронах накопичуються ізотопи ...	[3] с.21
19.	Перевантаження тепловиділяючих збірок без зупинки роботи реактора можливе в реакторах типу ... <i>Література</i> [Зс.23]	
20.	Перевагами термоядерного синтезу над реакціями поділу є ... <i>Література</i> [1, с.115]	
21.	Ядро якого елементу (X) утворюється в ядерній реакції ${}^3_2\text{He}(D, p)X$?	[1] с.117
22.	У керованому термоядерному синтезі для виробництва тритію, якого не існує в природі, використовуються реакції ...	[1] с.117
23.	Внаслідок кулонівського відштовхування між ядрами при низькій енергії частинок перерізи реакцій синтезу є ...	[1] с.118

24.	Об'ємна щільність виділення енергії в реагуючій суміші при термоядерній реакції синтезу залежить від ...	[1, с.119]
25.	Критерій Лоусона надає умову на...	[1] с.120
26.	Сучасна термоядерна програма націлена на здійснення керованого синтезу ...	[1] с.121
27.	Критерій Лоусона досягається за рахунок стиснення термоядерних цілей та створення суміші з дуже високою щільністю у системах ...	[1] с.121
28.	Спеціальний пристрій, оточуючий плазму, у якому виділяється енергія термоядерних реакцій має назву...	[1] с. 124
29.	Основні переваги використання DD-реакції у термоядерних реакторах полягають у ...	[1] с. 125
30.	Системи з магнітним утриманням плазми мають характерний розмір плазми близько...	[1] с.121
31.	Ефективність магнітної пастки залежить від ...	[1, с.127]
32.	У системах з магнітним утриманням плазми для уникнення поздовжніх до магнітного поля втрат, можна...	[1, с.127]
33.	У ТОКАМАКах силові лінії магнітного поля утворюють ...	[1]с.128,129
34.	Зрив плазми ТОКАМАКа при перевищенні граничного значення параметра β – це явище ...	[1] с.133
35.	Магнітна пастка із замкнутими магнітними поверхнями, в якій полоидальне магнітне поле, що утворює магнітні поверхні, створюється за допомогою зовнішніх витків має назву...	[1] с.136
36.	Виконання критерію Лоусона за рахунок збільшення густини в результаті стиснення суміші досягається в ...	[1] с.143
37.	У якості драйверів використовують ...	[1] с.144
38.	Необхідна ефективність драйвера визначатися умовою	[1] с.147
39.	Джерелами радіоактивності при роботі термоядерного реактора є...	[1,]с.158,159
40.	Індукована радіоактивність в першому захисному контурі після зупинки термоядерного реактора повністю знижується до безпечного рівня протягом ...	[1, с.115]

ЛІТЕРАТУРА

1. Герасимов О.І. Фізичні основи технологій захисту навколишнього середовища. Підручник. Одеса: ОДЕКУ, 2023. - 168с.
<http://eprints.library.odetu.edu.ua/id/eprint/11901>
2. Герасимов О.І. Теоретичні основи технологій захисту навколишнього середовища. Навчальний посібник. Одеса: ТЕС, 2018. - 228с.
3. Герасимов О.І., Кільян А.М. Елементи фізики довкілля: Радіоекологія (Конспект лекцій). Одеса, ОДЕКУ. 2003. - 134с.
4. Курятников В.В. Методичні вказівки для практичних занять з дисц. “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.