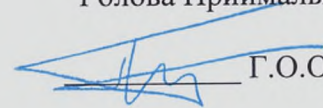


МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Одеський національний політехнічний університет

ЗАТВЕРДЖУЮ

Голова Приймальної комісії

 Г.О.Оборський

_____ 2019 р.

ПРОГРАМА ВСТУПНОГО ФАХОВОГО ВИПРОБУВАННЯ
для вступу на навчання за освітнім рівнем доктора філософії
зі спеціальності **143 «Атомна енергетика»**

Одеса-2019

На вступний іспит підготовки докторів філософії виносяться наступні теми

1. Парогенератори АЕС

Конструкції горизонтального, вертикального парогенераторів АЕС з ВВЕР та PWR, прямооточного парогенератора транспортних ЯЕУ. Матеріали, тепловий, гідравлічний розрахунок, розрахунок на міцність, методика техніко-економічної оптимізації. Проблеми експлуатації, шляхи їх вирішення.

2. Турбіни АЕС

Теплові схеми турбоустановок. Перспективи підвищення економічності турбін. Конструкція елементів турбін. Використані матеріали. Тепловий розрахунок. Розрахунок на міцність робочих лопаток.

3. Ядерні реактори

Особливості конструкції ядерних реакторів типу ВВЕР, PWR, BWR, CANDU, БН, РБМК, ВТГР, рідкосільового. Види ядерного палива, конструкційних матеріалів, сповільнювача, теплоносія. Методика теплового, гідравлічного та міцностного розрахунків. Нейтронно-фізичний розрахунок. Перспективні напрямки розвитку ядерних реакторів.

4. Атомні електростанції

Особливості теплових схем АЕС різних типів. Показники економічності АЕС та напрямки їх підвищення. Основне обладнання АЕС. Трубопроводи. Підігрівачі низького та високого тиску, деаератори, насоси, сепаратори-перегрівачі, конденсатори. Особливості розрахунку основного обладнання АЕС. Методика розрахунку теплової схеми турбоустановки АЕС. Перемінні навантаження. Показники надійності. Питання експлуатації реакторної та турбінної установок. Зворотні системи охолодження. Ядерний паливний цикл. ЯПЦ для ЯР на теплових і бистрих нейтронах. Експлуатація ядерного палива на АЕС

5. Ядерна безпека АЕС

- 5.1. Безпека АЕС, її мета та завдання.** Поняття безпеки АЕС. Завдання безпеки на різних етапах життєвого циклу АЕС. Основні принципи забезпечення безпеки АЕС. Внутрішня самозахищеність. Принципи захисту у глибину, рівні захисту у глибину. Фундаментальні функції безпеки.
- 5.2. Системи безпеки АЕС, їх види** (Принципи одиначної відмови. Резервування обладнання. Фізичне розділення обладнання. Різномітність обладнання.
- 5.3. Вимоги технічної, ядерної, радіаційної та екологічної безпеки АЕС.** Технічна безпека. Ядерна безпека. Радіаційна безпека, її принципи та нормативи. Системи радіаційного контролю на АЕС. Екологічна безпека. Радіоекологічний моніторинг.
- 5.4. Культура безпеки на АЕС.** Поняття культури безпеки. Головні завдання культури безпеки. Приклади застосування принципів культури безпеки на українських АЕС.
- 5.5. Ядерні події та їх класифікація.** Класифікація аварій на АЕС. Аварійні процеси у реакторах. Загальні положення. Вихідні події аварійних процесів для РУ ВВЕР. Проектні та запроектовані аварії.
- 5.6. Захист персоналу та населення у разі аварії на АЕС.** Протиаварійні заходи на промисловому майданчику АЕС. Радіологічний захист населення. Контрзаходи. Рівні втручання. Оцінка ядерних подій. Міжнародна шкала ядерних подій (INES).
- 5.7. Аварії на АЕС.** Найбільші аварії на АЕС. Аварія на реакторі в Уіндскейлі. Аварія на АЕС Три Майл Айленд. Аварія на Чорнобильській АЕС. Аварія на АЕС «Фукусіма-1».

5. 8. **Безпека діючих АЕС.** АЕС з реакторами ВВЕР-1000. Система аварійного останову реактора. Система аварійного охолодження активної зони. Локалізуюча система безпеки. Аварійні режими на АЕС з реакторами ВВЕР-1000.
5. 9. **Аналіз безпеки АЕС.** Детерміністичний підхід. Системний детерміністичний аналіз. Імовірнісна оцінка безпеки. Рівні ІАБ. Переваги та недоліки імовірнісного та детерміністичного аналізу. Ризик-орієнтований підхід до оцінки безпеки. Метод дерева подій. Критерії безпеки АЕС. Ризик від АЕС.
5. 10. **Надійність обладнання та систем АЕС.** Стан та властивості обладнання систем безпеки АЕС. Відмови обладнання та систем АЕС. Класифікація відмов. Методи оцінки надійності систем безпеки АЕС. Дерево відмов.
5. 11. **Програма SAPHIRE.** Призначення, основні елементи та можливості. Приклади застосування.

6. Діагностика обладнання АЕС

Первинні вимірювальні перетворювачі техногенної інформації про стан та процеси в технологічному обладнанні АЕС і вимоги до них. Принцип дії, конструктивне виконання, та особливості застосування датчиків і вторинної апаратури нейтронно-фізичних вимірювань. Контрольно-вимірювальні прилади щільності потоку нейтронів, аксиального офсету і потужності реактора. Засоби вимірювання періоду реактора та реактивності реактора. Штатні датчики температури, тиску та перепаду тиску. Датчики віброакустичних сигналів щодо ідентифікації активної зони реактора, теплогідравлічних та механічних процесів в обладнанні АЕС. Засоби токовихрового контролю стану елементів основного та допоміжного устаткування АЕС. Методи технічної діагностики обладнання та процесів на АЕС.

7. Управління ядерним реактором

Технологічні можливості та штатні засоби управління ядерним реактором. Механічна та апаратна частини системи управління та захисту реактора ВВЕР-1000 та перспективи щодо її модернізації.

8. **Фізична ядерна безпека АЕС.** Безпека атомних станцій. Основні принципи безпеки АЕС. Критерії і принципи забезпечення безпеки. Стратегія і принципи глибокоєшелонованого захисту. Рівні глибокоєшелонованого захисту. Загальна мета ядерної безпеки. Технічна мета безпеки. Функція безпеки, фундаментальні функції безпеки. Бар'єри безпеки. Умови безпечної експлуатації. Межі безпечної експлуатації. Проектні межі. Експлуатаційні межі. Управління безпекою. Ядерне законодавство. Норми та правила з безпеки при використанні ядерної енергії. Людський чинник. Роль персоналу в забезпеченні безпеки Показові функції (рівняння розпаду), базова імовірність, випадкові величини і розподіли. теорія вибірки, розподіли помилок, регресії і кореляції.

9. **Технологія теплоносіїв та моніторинг водно-хімічних режимів АЕС.** Властивості чистої та природної води, важливі для застосування її в якості теплоносія та робочого тіла на АЕС. Основні вимоги, що пред'являються до складу води для використання на АЕС. Типи та технологічні схеми водопідготовчих установок на АЕС. Основні аспекти водно-хімічного режиму першого контуру АЕС з ВВЕР. Основні аспекти водно-хімічного режиму другого контуру АЕС з ВВЕР. Водно-хімічні режими оборотних систем охолодження АЕС. Технології поводження з радіоактивними відходами. Застосування технологій попередньої очистки води, іонного обміну для очищення теплоносіїв на АЕС. Новітні методи обробки теплоносіїв та переробки радіоактивних відходів на АЕС. Основні закономірності розрахунку комплексних водопідготовчих установок.

КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ ВІДПОВІДІ ВСТУПНИКА
для вступу на навчання за освітньо-науковим рівнем доктора філософії
зі спеціальності 143 «Атомна енергетика»

Білет вступних фахових випробувань складається з 5 письмових завдань. Відповіді на питання оцінюються за шкалою від 100 до 200 балів. Якщо абітурієнт не відповів на жодне тестове завдання білета, йому нараховуються 100 балів.

За кожну вірну відповідь з 1^{го} по 5^{те} завдання нараховується 20 балів: 5 завдань x 20 балів = 100 балів.

Бали нараховуються наступним чином:

За кожну вірну відповідь на завдання бали прибавляються до 100.

При відповіді враховується повнота відповіді, що враховується оцінкою від 0 до 20 балів.

Наприклад, якщо вступник вірно відповів на всі 5 завдань, бали складають:

$$(100 + 20 \times 5) = 200 \text{ балів.}$$

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Верховкер Г.П., Кравченко В.П., Основы расчета и конструирования ядерных энергетических реакторов. Учебник / Под общей редакцией В.А. Дубковского. ОНПУ - Одесса: ТЕС, 2008 – 409 с.
2. Основы теории и методы расчета ядерных энергетических реакторов: Учеб. пособие для вузов / Г.Г. Бартоломей, Г.А. Бать, В.Д. Байбаков, М.С. Алтухов.- 2-е изд., перераб. и доп.- М.: Энергоатомиздат, 1989.-512 с.
3. Маргулова Т.Х. Атомные электрические станции: Учебник для вузов.- 3-изд., перераб. и доп. - М.: Высш. школа, 1998.- 360 с.
4. Кіров В.С. Теплові схеми турбоустановок АЕС та їх розрахунки: Навч. посібник. Одеса, 2002. - 200 с.
5. Костюк А.Г. и др. Паровые и газовые турбины для электростанций. Учебник для ВУЗов. - М: Издательский дом МЭИ. 2008. 556 с.
6. Кирилин В.А., Сычов В.В., Шейндлин А.Е. Техническая термодинамика, изд. 3-е.- М.:Наука, 1979. – 572с.
7. Трояновский Б.М. и др., Паровые и газовые турбины атомных электростанций: Учебное пособие для ВУЗов: Б.М. Трояновский, Г.А. Филиппов, А.Е. Булкин. - М.: - Энергоатомиздат, 1985 .- 256с., ил.
8. Дементьев Б.А. Ядерные энергетические реакторы. Учебник для ВУЗов-М.: Энергоатомиздат,1984.-280с.,ил.
9. Погосов А.Ю., Дубковский В.А.. Ионизирующая радиация: радиоэкология, физика, технологии, защита/ Под редакцией А.Ю. Погосова. – О.: Наука и техника, 2013.- 804 с.
10. Кишневский В. А. Технологии подготовки воды в энергетике. Учебник. – Одесса, 2008. – 463 с.
11. Ковальчук В.И., Козлов И.Л. Основы обращения с радиоактивными отходами на атомных электростанциях. - Одесса: Бахва, 2013. – 184 с.