

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського  
«Харківський авіаційний інститут»

**ЗАТВЕРДЖЕНО**

вченою радою  
Національного аерокосмічного  
університету ім. М. Є. Жуковського  
«Харківський авіаційний інститут»  
Заступник голови вченої ради  
О.В. Гайдачук

«\_\_\_» лютого 2018 р., протокол № \_\_\_



**ПРОГРАМА  
ВСТУПНОГО ВИПРОБУВАННЯ**

для здобуття освітнього ступеня магістра  
за освітньо-професійною програмою  
зі спеціальності

**141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»**

(освітні програми «Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії»,  
«Енергетичний менеджмент та енергоефективність»)

у 2018 році

Харків  
2018

## ВСТУП

Вступне випробування для здобуття освітнього ступеня магістра за освітньо-професійною програмою зі спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» (освітні програми «Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії», «Енергетичний менеджмент та енергоефективність») відбувається відповідно до «Правил прийому до Національного аерокосмічного університету ім. М.Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут» у 2018 році» у формі індивідуального письмового фахового іспиту, який приймає екзаменаційна комісія з певної спеціальності (освітньої програми), склад якої затверджується наказом ректора Університету.

До фахового іспиту входять питання за темами:

- «Біотермохімічні енергетичні установки»;
- «Електричні мережі і системи, станції і підстанції»;
- «Проектування вітроагрегатів»;
- «Проектування сонячних і теплових нетрадиційних енергоустановок»;
- «Основи надійності енергоустановок».

Перелік питань за темами наведений у програмі.

### Критерії оцінювання знань

1. Результат фахового іспиту визначається за 200-бальною шкалою. Фаховий іспит вважається складеним якщо вступник отримав 100 балів та більше.

2. Кожен екзаменаційний квиток включає чотири питання за наведеними нижче темами з максимальною оцінкою кожного питання за 50-бальною шкалою за такими критеріями:

Бали від 40 до 50 нараховуються в тому випадку коли абітурієнт відмінно знає необхідний за програмою матеріал, дає розгорнуту правильну відповідь на питання. Письмова відповідь при необхідності супроводжується схемами та пояснюючими рисунками. Відповідь дана літературно правильною мовою, абітурієнт не допускає помилок.

Бали від 30 до 39 ставиться в тому випадку, коли абітурієнт добре знає необхідний за програмою матеріал, на питання (в межах програми) дає відповідь без грубих помилок. Допускається тільки незначні помилки.

Бали від 20 до 29 ставиться в тому випадку, коли абітурієнт виявляє знання лише основного матеріалу за програмою. В відповідях допускає помилки.

Бали від 10 до 19 ставиться в тому випадку, коли учень виявляє незнання великої частини матеріалу, допускає часті і грубі помилки.

Бали від 1 до 9 ставиться в тому випадку, коли учень виявляє повне незнання матеріалу за наведеними нижче темами.

## 1 Питання за темою «Біотермохімічні енергетичні установки»

Проектні схеми, розрахунок та структура різних вузлів метантенків для переробки біомаси в біогаз та гумус. Початкові розрахунки теплової системи контролю для зброджування. Розрахунки головних розмірів метантенків для метану. Газогенераторні установки для горючого газу. Біоконвертори. Дров'яні печі. Камери для піролізу, газифікації, синтезу та ін.

Теплонасосні установки і геотермальні енергоустановки. Типи теплонасосних установок і галузі їх застосування. Елементарний розрахунок ефективності систем теплопостачання із застосуванням теплонасосних установок. Економічна ефективність теплонасосних установок.

Геотермальне енергопостачання. Схеми геотермальних установок. Схеми систем геотермального теплопостачання та їх особливості. Схеми та розрахунки. Одноконтурні установки з одноступінчастим розширенням геотермального теплоносія. Виробництво електроенергії на геотермальній електростанції. Принципові схеми, конструкції теплообмінників, конденсаторів, паро перетворювачів та ін.

Енергоустановки для перетворення енергії морських, океанічних хвиль та річкових течій. Комбіноване використання нетрадиційних джерел енергії. Перетворення термальної енергії океану. Схеми енергоустановок для перетворення енергії морських, океанічних хвиль і морських річкових течій.

Комбіновані енергоустановки. Комбіноване використання нетрадиційних джерел енергії. Г еліовітроенергетичні установки. Вітрохвильові енергоустановки і установки з тепловим насосом. Використання низькопотенціальної енергії довкілля.

### Література

1. Маляренко В. А., Лисак Л. В. Енергетика. Довкілля. Енергозбереження. Харків.: "Рубікон", 2004. - 360 с
2. Дубровін В., Корчемний М., Масло І., Шептицький О., Рожковський А., Кижибек А., Пасторек З., Евич П., Атон Т., Криворучко В. Біопалива. Технології, машини, обладнання. Київ., ЦТІ "Енергетика і електрифікація", 2004.-256 с
3. Г. И. Денисенко. Возобновляемые источники энергии. К., КПИ, 1979.
4. Б. М. Выморков, Н. П. Путник. Геотермальные ресурсы и их энергетическое использование. - М, 1960.

Питання склав  
К.т.н, доцент каф. 402



Д.В.Легошин

## 2 Питання за темою «Електричні мережі і системи, станції і підстанції»

Структура і склад енергетичної галузі України. Функції та задачі державного підприємства «Енергоринок». Структура оперативного керування енергетичним виробництвом. Пайова участь електростанцій різних типів у типовому графіку навантаження енергосистеми України.

Трикутник напруг і струмів у трьохфазному ланцюгу. Асиметрія фаз. Струм і напруга прямої, зворотній та нульової послідовності. Режими нейтралі мережі - ізолювана нейтраль, глухозаземлена нейтраль, компенсована нейтраль. Принцип використання дугогасного реактора. Показники якості електроенергії. Нормально- та максимально допустимі показники. Відхилення частоти - причини та наслідки. Відхилення напруги - причини та наслідки.

Навантаження електроенергетичних систем. Параметри графіків навантаження. Розрахунок навантажень. Категорії споживачів з вимог забезпечення надійності електропостачання. Основні типи схем розподільних мереж - радіальна, петльова, магістральна одно- або двопробенева одностороння або двостороння.

Повітряні лінії електропередач. Кабельні лінії електропередач. Розрахунок перерізу. Економічна щільності струму. Фактори втрати напруги. Розрахунок втрат напруги та потужності в ЛЕП. Заходи зі зменшення втрат напруги та потужності на передачу. Типи електричних трансформаторів, їх призначення та застосування. Температурні умови роботи трансформаторів. Фактори, що визначають ресурс трансформаторів. Вимикачі. Роз'єднувачі.

Оперативний стан устаткування. - робота, ремонт, резерв. Критерії поточного оперативного стану для різних типів обладнання. Зміна оперативного стану обладнання. Оперативне керування і оперативне відання. Оперативна дисципліна. Оперативні дії. Основні вимоги, щодо надійності електропостачання. Основні типи пошкоджень в мережах. Організація ліквідації пошкоджень. Роль людського фактора в експлуатації об'єктів енергетичного виробництва.

### Література

1. Боровиков В.А., Косарев В.К. Ходот Г.А. Электрические сети энергетических систем. Л. Энергия, 1977.
2. Баркан Я.Д. Эксплуатация электрических систем. М. Высшая школа, 1990, 334 с.
3. Васильев А.А., Крючков И.П., Наяшкова Е.Ф.. Электрическая часть станций и подстанций. Учеб. для ВУЗов. М.: Энергоатомиздат, 1990, 576 с.

Питання склав  
К.т.н, доцент каф. 402

  
Ю.О. Шепетов

### 3 Питання за темою «Проектування вітроагрегатів»

Вхідні дані для проектування вітротурбін. Вибір номінальної швидкості вітру в залежності від метеорологічних даних, типу та призначення ВЕУ, режимів роботи споживачів. Визначення діаметру вітротурбіни. Розрахунок геометрії лопаті. Розрахунок геометрії лопаті без регулювання куту установки. Розрахунок геометрії лопаті з регулюванням куту установки. Урахування вимог міцності при розробці геометрії комлевої частини лопаті. Моделювання аеродинамічних та енергетичних характеристик вітротурбіни та корегування геометрії лопаті на етапі проектування. Математична модель системи вітротурбіна-навантаження. Узгодження параметрів вітротурбіни та навантаження.

Розробка конструкції лопаті. Конструкція лопатей малої потужності. Конструкція лопатей великої потужності. Вузли комлевого кріплення композитної лопаті з маточиною. Достоїнства та недоліки різних типів кріплення. Конструкції маточини та валу. Особливості виготовлення лопатей з композиційних матеріалів. Армуючі матеріали для лопатей ВТ. Скло- та вуглетканини у лопатях ВТ. Епоксидні та поліефірні смоли для використання у лопатях ВТ. Характеристики склопластиків, що використовуються у лопатях ВТ. Пінопластові матеріали у лопатях ВТ. Розрахунок товщини склопластиків для виготовлення деталей лопаті. Розробка конструкції лонжерону. Геометрія та розташування лонжерону. Товщина матеріалу лонжерону. Розрахунок комлевого кріплення. Особливості сполучення металевих та склопластикових виробів. Навантаження від аеродинамічної підйомної сили. Основні рівняння. Епюри розподілу аеродинамічної підйомної сили: поперечна сила, згинаючий момент. Навантаження від аеродинамічної сили лобового тиску. Епюри розподілу аеродинамічної сили лобового тиску: поперечна сила, згинаючий момент. Розподіл сил ваги. Основні рівняння. Моменти крутіння, інерції, згинаючі моменти. Схема визначення напрямів внутрішніх силових факторів. Епюри розподілу сил. Визначення навантажень в комлевому перерізі з урахуванням гальмування ротору.

#### Література


1. Яковлев А.И. Расчет и проектирование ветроэлектрических установок с горизонтально-осевой ветротурбиной и синхронным генератором на постоянных магнитах: Учеб. пособие по курсовому проектированию / А.И. Яковлев, М.А. Затучная, В.Н. Меркушев, В.Н. Пашков. - Х.: Нац. аэрокосм. ун-т «Харьк. Авиаци. ин-т», 2001. - 130 с.

2. Кривцов В.С. Неисчерпаемая энергия: Учебник / В.С. Кривцов, А.М. Олейников, А.И. Яковлев. - Харьков; Севастополь: Нац. аэрокосм. ун-т «ХАИ», 2003. - Кн. 1: Ветроэлектрогенераторы. - 400 с.

3. Шефтер Я.И. Использование энергии ветра. - М.: Энергоатомиздат, 1983.-200 с.

4. Рензо Д. Ветроэнергетика /Под ред. Д. Рензо. - М.: Энергоатомиздат, 1982. - 272 с.

Питання склав  
К.т.н, доцент каф. 402

 Д.В.Легошин

#### 4 Питання за темою «Проектування сонячних і теплових нетрадиційних енергоустановок»

Сучасні сонячні наземні енергетичні установки. Класифікація. Умови застосування НСЕУ. Загальні поняття про проектування НСЕУ. Етапи проектування НСЕУ. Методи проектування НСЕУ та їх використання. Розробка ТЗ на НСЕУ. Визначення проектних параметрів ЕУ. Сонячний енергоприхід та його аналіз. Аналіз енергоприходу. Методи розрахунку наявної кількості сонячної енергії. Методи підвищення енерговіддачі. Розміщення неорієнтованих НСЕУ. Розміщення геліостатних НСЕУ.

Фотоелектричні НСЕУ. Загальні поняття про базову фотоелектричну НЕСУ. Типи НСЕУ та їх класифікація. Фотоелектричний перетворювач. Фотоелектричні перетворювачі (ФП). наземного використання, їх типи, стандарти та основні характеристики. Схеми комутації ФП. Сонячна батарея. Базовий модуль сонячної батареї. Автономна та мережна компоновка сонячних батарей. Структурна схема, сема розміщення, конструктивні обмеження компоновки. Побудова типових НСЕУ на базі сонячної батареї неорієнтованої: частково орієнтованої та орієнтованої сонячної батареї. Розрахунок енергетичних проектних параметрів: встановленої потужності, коефіцієнта використання тощо.

Теплові НЕСУ неконцентрованого сонячного випромінювання. Геліоустановки прямого використання тепла. Сонячний колектор. Теплові колекторні геліоустановки. Типи, та класифікація колекторних геліоустановок за призначенням, циркуляцією, контурністю. Розробка геліоколекторної установки. Побудова геліоколекторного поля. Концентратори сонячного випромінювання. Схеми геліоконцентраторів та їх типи: сферичні та параболічні одно й дводзеркальні, параболоциліндричні, фокони, фокліни, плоскі дзеркальні, комбіновані. Ловушки сонячного випромінювання. Оціночні розрахунки теплових параметрів ловушок.

Термодинамічні сонячні енергоустановки. Класифікація та схеми побудови баштових сонячних енергетичних установок. Розрахунок та побудова дзеркальних баштових СЕУ. Методики оціночних розрахунків енергетичних параметрів дзеркальних баштових СЕУ: встановленої потужності, коефіцієнта використання, коефіцієнта корисної дії, робочої температури тощо. Дзеркальні параболічні СЕУ прямого перетворення енергії. Дзеркальні параболічні СЕУ теплової дії. Дзеркальні параболоциліндричні СЕУ.

Вимоги до конструкції та ефективність СЕУ. Структура сонячної енергетичної установки та її взаємозв'язок з вимогами до конструкції СЕУ. Умови експлуатації СЕУ та вимоги до конструкції щодо забезпечення проектних параметрів. Конструктивні обмеження проектів сонячних енергетичних установок. Поняття про економічну ефективність сонячної СЕУ,

та необхідності побудови проекту. Оптимізація СЕУ. Перспективи розвитку СЕУ.

#### Література

1. Автономные наземные энергетические установки на возобновляемых источниках энергии / К. В. Безручко, С. В. Губин. - Учеб. пособие. - Харьков: Нац. аэрокосм. ун-т "Харьк. авиац. ин-т", 2007. - 310 с.
2. Харченко Н. В. Индивидуальные солнечные установки. М. Энергоатомиздат, 1991, -208 с.
3. Бекман У. А., Даффи Д. А. Тепловые процессы с использованием солнечной энергии. - М.: Мир, 1978. - 420 с.
4. Солнечная энергетика Пер с англ. и франц. Под ред. Малевского Ю. Н. и Колтуна М. М., М.: Мир, 1979, -390 с.

Питання склав  
К.т.н, професор каф. 402



С.В. Губін

#### **5 Питання за темою «Основи надійності енергоустановок»**

Надійність та якість. Умови роботи і навантаження енергоустановки і її систем (зовнішні умови, робота силової установки, вплив місцевих умов на надійність). Фактори, що впливають на надійність. Суть зносу і його закономірності. Теоретико-ймовірнісні моделі надійності. Основи математичного апарату теорії надійності. Числові характеристики випадкових величин. Функції розподілення. Перевірка вірогідності гіпотез. Кількісні характеристики надійності. Основні характеристики надійності відновлювального елемента. Основні поняття і характеристики потоків подій. Аналіз основних характеристик надійності при різних законах розподілу часу безвідмовної роботи.

Засоби забезпечення надійності ЕУ (схемні, конструкційні, технологічні, експлуатаційні). Розрахунок надійності методом структурних схем. Розрахунок надійності системи при резервному (паралельному) сполучанні елементів. Види і класифікація резервного сполучення. Загальні відомості про задачі і методи оптимального резервування. Застосування методів невизначених коефіцієнтів Лагранжу для розв'язання прямої і зворотної задачі оптимізації надійності у випадку поелементного гарячого резервування. Вибір оптимальної схеми резерву методом найшвидшого спуску.

Основні фактори, що визначають надійність ЕУ. Характер процесів зносу елементів. Надійність по основним критеріям. Розрахунки надійності деталей енергоустановок окремих груп. Надійність з'єднань з натягом. Надійність зварених з'єднань. Надійність нарізних сполучень. Надійність зубчастих передач. Надійність валів. Надійність підшипників кочення і ковзання. Надійність муфт. Надійність повітряних гвинтів. Надійність вузлів переміщення. Теплофізичні процеси в елементах ЕРРУ. Випробування на надійність елементів і систем ЕУ. Планування випробувань на надійність.

Організація випробувань на надійність, збір і систематизація даних щодо відмов. Прискорені випробування на надійність. Економічна доцільність випробувань ЕУ.

Література

1. Д.Н. Решетов, А.С. Иванов, В.З. Фадеев «Надежность машин» М. , Высшая школа, 1988, 232 с., Б - 10
2. Н.А. Рябинкин «Основы теории и расчета надежности СЭС», Л. Судостроение, 1971, 456 с., Б - 2
3. В.И. Нечипоренко «Структурный анализ и методы построения сложных систем», М, Советское радио, 1978, 256 с., Б - 15
4. В.Ф. Гайдуков , В.В.Кручина «Надійність технічних систем», Харків, ХАІ, 2006, к-20

Питання склав

к.т.н, професор каф. 402

С.В. Губін

Завідувач кафедри 402

к.т.н, професор

С.В. Губін

Програму розглянуто і затверджено на випусковій кафедрі 402  
Протокол № 8 від 18 січня 2018 р.

Програму вступного випробування для здобуття освітнього ступеня магістра за освітньо-професійною програмою зі спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» (освітні програми «Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії», «Енергетичний менеджмент та енергоефективність») узгоджено науково-методичною комісією Національного аерокосмічного університету ім. М.С. Жуковського «Харківський авіаційний інститут» з галузей знань «Механічна інженерія», «Електрична інженерія» й «Транспорт» (НМК 1)

Протокол № 1 від 07 лютого 2018 р.

Голова НМК 1

д.т.н., проф.

В.М. Павленко