

Секція (номер, назва) **Секція № 7. Енергетика, енергозбереження**

## **АНОТОВАНИЙ ЗВІТ**

**за завершеним фундаментальним науковим дослідженням, виконання якого здійснювалось у 2015–2017 роках**

Назва: Удосконалення теоретичних та експериментальних методів дослідження перехідних процесів в енергетичних установках, за рахунок структурної оптимізації моделей і технічних систем.

---

Керівник роботи: Пелих Сергій Миколайович, д-р техн. наук, професор.

Номер державної реєстрації: 0115U000411

Номер облікової картки заключного звіту: \_\_\_\_\_

Повна назва організації-виконавця: Одеський національний політехнічний університет

Назва пріоритетного тематичного напрямку організації-виконавця: Фундаментальні наукові дослідження з найбільш важливих проблем розвитку науково-технічного, соціально-економічного, суспільно-політичного, людського потенціалу для забезпечення конкурентоспроможності України та сталого розвитку суспільства і держави.

Строки виконання: початок - 02.01.2015 р., закінчення - 31.12.2017 р.

Обсяг коштів, виділених на виконання НДР за весь період (згідно із запитом / фактичний) \_\_\_\_\_ 630,0 / 316,7 тис. грн.

### **1. КОРОТКИЙ ЗМІСТ ЗАПИТУ (до 40 рядків тексту):**

1.1. Проблема, на вирішення якої було спрямовано дослідження, обґрунтування щодо актуальності.

У роботі запропоновано нове розв'язання проблеми, що полягає у підвищенні ефективності автоматизованої системи теплопостачання зі змінною структурою об'єкта керування за критерієм, що враховує надійність, ефективність, вартість і якість за рахунок вдосконалення інформаційного і математичного забезпечення. Дослідження спрямоване на розв'язання проблеми, що полягає в розробці моделей та методів підвищення ефективності процесів горіння вуглеводневих газів змінюваного складу в камерах згоряння енергетичних установок за рахунок постійної зміни відношення паливо/повітря для отримання максимальної температури факела. Крім того, обґрунтовано розробку систем автоматичного управління, які дозволяють враховувати зміну якості палива і аналізу енергетичних характеристик енергетичних установок за умов роботи на несертифікованих видах палива.

1.2. Об'єкт і предмет дослідження.

Об'єктами дослідження є:

- по-перше, комп'ютерно-інтегрована система керування теплопостачанням зі змінною структурою технічних засобів об'єкта керування;

- по-друге, автоматизована система керування теплопостачанням міста з множиною взаємодоповнюючих або альтернативних джерел теплової енергії;

- по-третє, енергетичні установки з камерою згорання факельного типу, які працюють в нестаціонарному режимі при горінні вуглеводневого газу змінного складу на прикладі когенераційної енергетична установки на базі газової турбіни при номінальному режимі експлуатації.

Предметами дослідження є:

- по-перше, математичне забезпечення систем автоматизованого керування процесами теплопостачання зі змінною структурою технічних засобів.
- по-друге, методи і моделі керування системою теплопостачання міста для підвищення ефективності за рахунок оптимізації структури об'єкта керування;
- по-третє, моделі і методи, що підвищують ефективність горіння вуглеводневих газів в енергетичних установках за рахунок зміни відношення паливо/повітря

### 1.3. Мета і основні завдання дослідження.

Метою роботи є:

- по-перше, вдосконалення математичного забезпечення для підвищення ефективності автоматизованої системи теплопостачання за рахунок зміни поточної структури об'єкта керування, кожна з яких характеризується своєю надійністю, ефективністю, вартістю і якістю.
- по-друге, вдосконалення методів і моделей автоматизованого керування системою теплопостачання міста для підвищення економічної ефективності за рахунок цільової зміни структури об'єкта керування
- по-третє, розробка моделей, методів та системи автоматичного управління для підвищення ефективності процесів горіння вуглеводневих газів змінного складу в камерах згорання за рахунок постійної зміни відношення паливо/повітря для отримання максимальної температури факела в камері згорання енергетичних установок.

Завдання дослідження:

- аналіз способів керування процесом теплопостачання при обмеженнях на всі види ресурсів;
- розробка об'єктно-орієнтованих і імітаційних моделей об'єкта і системи керування;
- розробка оптимізаційної задачі для керування системою теплопостачання на основі техніко-економічних показників для порівняння різних конфігурацій її структури;
- розробка інформаційного і математичного забезпечення КІСК теплопостачанням;
- аналіз об'єкта керування, методів і моделей, що використовуються при керуванні процесом теплопостачання міста і міських районів, обрання прототипу системи теплопостачання;
- розробка імітаційних моделей об'єкта керування, що функціонує в умовах наявності альтернативних енергетичних потоків, що відрізняються різною вартістю;
- синтез і обґрунтування критеріїв і цільової функції оптимізації процесу теплопостачання міста;
- розв'язання завдання оптимізації процесу теплопостачання міських районів за рахунок переходу від структурної оптимізації об'єкта керування до керування структурою ціни, запропонованої споживачу енергетичних потоків;
- розробка імітаційної моделі спалювання вуглеводневих газів змінного складу в камерах згорання вихідними величинами якої є виміряні технологічні параметри: температура факела і витрати пального і окиснювача;
- розробка імітаційної моделі характеристик факела при зміні складу пального та кількості окиснювача для визначення стійкості горіння;
- розробка методу і моделі забезпечення сталості заданих характеристик генерації пари при зміні в часі якісного складу вуглеводневого газу;
- удосконалити комплексну математичну модель когенераційної енергетичної установки як об'єкта управління, що враховує зміну якості палива і включає в себе модель

газотурбінної установки, утилізаційних теплообмінників теплоти відхідних газів і споживача теплового навантаження;

- дослідити властивості когенераційної установки при наявності внутрішніх і зовнішніх збурень з точки зору впливу їх на показники електричної і теплової потужності установки, а також на частоту обертання електрогенератора;

- розробити систему автоматичного управління (САУ) когенераційною енергетичною установкою і провести порівняльний аналіз розробленої САУ при використанні сигналу по похідній від температури газів перед турбіною і без нього;

- оцінити показники роботи когенераційної енергетичної установки при зміні якості палива;

- дослідити енергетичні характеристики когенераційної установки при перерозподілі потоків первинного і вторинного повітря в газотурбінній установці;

- синтезувати і обґрунтувати критерії та цільову функцію оптимізації процесу перемикання статичних програм регулювання потужності;

- розв'язати завдання оптимізації перемикання статичних програм регулювання потужності АЕС з ВВЕР за рахунок пошуку оптимальної програми регулювання в залежності від збурень та поточного стану енергетичного обладнання.

1.4. У випадку, якщо відбувалися коригування мети, предмету дослідження, основних завдань, відхилення від запланованого календарного плану роботи – описати це у звіті.

## **2. ОПИС ПРОЦЕСУ НАУКОВОГО ДОСЛІДЖЕННЯ** (до 50 рядків тексту):

2.1. Описати підходи щодо проведення досліджень, визначити, у чому полягає їх новизна.

Теорія ймовірностей дозволила змодельовати характеристики надійності системи; об'єктно-орієнтований аналіз був застосований для розробки комп'ютерно-інтегрованої системи керування технологічними процесами для врахування властивостей обладнання; імітаційне моделювання підтвердило отримані теоретичні результати; моделювання нестационарних процесів експлуатації обладнання, що забезпечує задані параметри температури в приміщенні за допомогою методу кінцевих елементів дозволило врахувати вплив змінних режимів на властивості обладнання; комп'ютерне моделювання перехідних процесів в об'єкті керування дозволило розглянути поле температури; методи актуарної математики забезпечили розрахунок критерію надійності в розмірних одиницях; імітаційне моделювання підтвердило отримані теоретичні результати; методи системного аналізу були використані для декомпозиції об'єкта керування; моделювання нестационарних процесів тепломасообміну за допомогою методу кінцевих елементів дозволило отримати модель середньостатистичного будинку, яка забезпечує розрахунок теплових втрат; теорія оптимального керування використовувалась для пошуку потрібної структури об'єкта керування.

2.2. Розкрити основні ідеї дослідження, яким чином вони втілювались.

Математичний аналіз дозволив визначити властивості аналізованих функцій. Імітаційне моделювання підтвердило отримані теоретичні результати. Моделювання зміни теплотворної здатності та щільності вуглеводневого газу в залежності від якісного складу дозволило обґрунтувати застосування цих газів для широкого кола енергетичних установок.

Моделювання нестационарних теплогідравлічних процесів, заснованих на законах збереження речовини, Дальтона, хімічної рівноваги по парціальним тискам, заснована на рішенні системи нелінійних диференціальних рівнянь, дозволило врахувати вплив зміни параметрів на процес генерації пари.

2.3. Навести основні гіпотези, які лягли в основу дослідження, як вони підтверджувались або спростовувались, перетворювались на теорію чи концепцію.

Для проведення аналізу властивостей когенераційної енергетичної установки як об'єкта управління та існуючих САУ використовувалися гіпотези наукового узагальнення і систематизації. При розробці математичної моделі установки використовувалися основні фізичні закони збереження енергії, маси і кількості руху, чисельні методи розв'язання диференціальних рівнянь. Для реалізації розробленої моделі САУ когенераційною установкою були використані методи імітаційного моделювання і методи теорії автоматичного управління.

Комп'ютерне моделювання перехідних процесів в енергетичних установках дозволило знайти максимальний рівень ефективності генерації пари при використанні вуглеводневого газу змінного складу за рахунок постійної зміни відносини паливо/повітря за допомогою сформульованої гіпотези про вимірювання температури факела в енергетичній установці та витрат.

2.4. Представити нові або оновлені методи та засоби, методику та методологію досліджень, що створені авторами у ході виконання роботи; обґрунтувати, чим вони відрізняються від наявних.

Оновлено математичне забезпечення для керування системою теплопостачання, яке відрізняється від відомих тим, що вибір структури об'єкта керування здійснюється з використанням генетичного алгоритму, що дозволяє досягти раціонального використання енергоресурсів.

Оновлена математична модель системи теплопостачання, яка заснована на формуванні змінної структури об'єкта керування за логічною структурою об'єктно-орієнтованого підходу, третім етапом якого є технологічні алгоритми обладнання, що дозволило сформулювати поточну модель структури об'єкта керування.

Оновлено метод обчислення умовної формули газоподібного вуглеводневого палива, заснований на модельних уявленнях відповідно до законів збереження речовини, Дальтона, хімічної рівноваги по парціальним тискам, заснований на рішенні системи нелінійних диференціальних рівнянь, яке дозволяє визначити кількісний склад його умовної формули, ентальпію, склад продуктів згорання, який відрізняється тим, що в якості замикаючого співвідношення використаний баланс максимальних валентностей окисних і відновних елементів. Отримала подальший розвиток математична модель турбулізації факела, в основу якої покладена теорія гідродинамічної стійкості полум'я в додатку до факельного горіння, що дозволило розрахувати структуру увімкнення пальників для недопущення виникнення складеного факела в камері згорання парогенеруючого обладнання.

Оновлено математичну модель парового котла, яка дозволила знайти динамічні характеристики, засновані на рівняннях матеріального і теплового балансів, законах конвективного і променистого теплообміну і властивості стискування газоподібного середовища відрізняється тим, що в модель введені залежності зміни теплотворної здатності, і щільності вуглеводневого газу змінного якісного складу, яка дозволяє досліджувати зміну характеристик парового котла в сталих і перехідних режимах, визначаючи зв'язок вихідних і вхідних параметрів.

2.5. Описати особливості структури та складових проведення дослідження.

Особливістю подальшого розвитку математичної моделі системи теплопостачання споживача тепла при випадкових збуреннях, яка визначає структуру об'єкта керування на базі всієї множини технічних засобів, які розглядаються на базі розв'язання нестационарної задачі теплопередачі, є можливість формувати поточну структуру об'єкта керування в залежності від збурень і різних витрат фінансових ресурсів.

Особливістю розвитку цільової функції оптимізаційної задачі для системи теплопостачання зі змінною структурою об'єкта керування, що об'єднує в собі ефективність застосованого обладнання, його надійність і вартість ресурсів, є те що цільова функція оптимізаційної задачі розраховується на базі методів актуарної математики, що дозволяє звести задачу до одного аргументу (витрати), і знаходити її значення в реальному часі керування при будь-яких обмеженнях і збуреннях.

Особливістю метода керування структурою великої системи теплопостачання, в умовах обмежень на ресурси та збурень, є те що розв'язання задачі керування теплопостачанням на кожному кроці моделювання забезпечується множиною джерел теплової енергії, які забезпечують мінімальне значення цільової функції.

### 3. ОДЕРЖАНІ НАУКОВІ РЕЗУЛЬТАТИ (до 100 рядків тексту)

3.1. Результати етапів (відповідно до технічного завдання) відобразити у таблиці:

Таблиця 1

Номер етапу, строки	Назва етапу згідно з технічним завданням	Заплановані результати	Отримані результати
1. з 02.01.15 – по 31.12.15	1. Аналіз способів організації процесу теплопостачання при обмеженнях на всі види ресурсів 2. Розробка оптимізаційної задачі для синтезу систем теплопостачання на основі техніко-економічних показників для порівняння різних конфігурацій її структури	1. Класифікація способів організації процесів теплопостачання 2. Математична модель системи енерготеплопостачання <b>Звітна документація:</b> анотований звіт, 1 робота магістра, 8 наукових статей в фахових виданнях, 1 наукова стаття в системі наукометричних БД	1. Класифікація способів організації процесів теплопостачання 2. Математична модель системи енерготеплопостачання <b>Звітна документація:</b> анотований звіт, 1 робота магістра, 7 наукових статей в фахових виданнях, 5 наукових статей в системі наукометричних БД, —захист двох кандидатських дисертацій
2. з 02.01.16 – по 31.12.16	1. Розробка методів та моделей синтезу систем зі змінною структурою 2. Удосконалення методів визначення змінного складу вуглеводневих газів	1. Метод підтримки заданого парового навантаження 2. Методи обчислення умовної формули газоподібного вуглеводневого палива <b>Звітна документація:</b> анотований звіт, 1 робота магістра, 6 наукових статей в фахових виданнях, 4 наукові статті в	1. Метод підтримки заданого парового навантаження 2. Методи обчислення умовної формули газоподібного вуглеводневого палива <b>Звітна документація:</b> анотований звіт, проміжний звіт, 1 робота магістра, 5 наукових статей в фахових виданнях, 7 наукових статей в

		системі наукометричних БД	системі наукометричних БД
3. з 02.01.17 – по 31.12.17	1. Розробка імітаційної моделі спалювання вуглеводневих газів змінного складу за рахунок використання таких технологічних параметрів як: температура факела і витрати пального і окислювача. 2. Розробка методів і моделей для визначення ефективності реальних енергоустановок	1. Математична модель турбулізації факела, Математична модель парового котла 2. Методи оцінки ефективності енергоустановок на основі виконаних досліджень <b>Звітна документація:</b> анотований звіт, звіт, 1 робота магістра, 6 наукових статей в фахових виданнях, 4 наукові статті в системі наукометричних БД, захист однієї кандидатської дисертації	1. Математична модель турбулізації факела, Математична модель парового котла 2. Методи оцінки ефективності енергоустановок на основі виконаних досліджень <b>Звітна документація:</b> анотований звіт, звіт, 1 робота магістра, 9 наукових статей в фахових виданнях, 7 наукових статей в системі наукометричних БД, захист однієї кандидатської дисертації

3.2. Визначити, чи одержане нове знання та нове розуміння предмету дослідження, і сформулювати, у чому саме вони полягають. Розкрити зміст одержаного знання у вигляді детального представлення нових положень, суджень. Докладно розкрити форми одержаних результатів – навести описи теорій, концепцій, закономірностей, моделей, властивостей, механізмів які створено, змінено та/або доповнено у роботі.

Вперше розроблена структура системи автоматичного управління енергетичною установкою, що дозволяє враховувати зміну якості палива та запропоновано новий метод управління потужністю газової турбіни і стабілізації температури газів на вході у газову турбіну за рахунок зміни витрат потоків первинного і вторинного повітря на вході в камеру згоряння. Одержане нове знання про метод розрахунку енергетичних показників когенераційної енергетичної установки при різних варіантах схем регенерації тепла відхідних газів та математична модель, яка відрізняється від відомих тим, що враховує зміну якості палива. Удосконалено метод розрахунку контуру регулювання температури газів на вході у газову турбіну шляхом введення додаткового сигналу по похідній від температури газів на виході з камери згоряння.

Одержані нові моделі і метод регулювання потужності, що є основою управління будь-яким барабанним паровим котлом з природною циркуляцією, характеризується використанням несертифікованих вуглеводневих палив, максимальною температурою горіння палива і мінімальними викидами продуктів горіння в навколишнє природне середовище, що дасть можливість використовувати несертифіковані види вторинних енергоресурсів для будь-яких парогенеруючих технологій за рахунок забезпечення якості пари і зменшити величину питомих енерговитрат національного доходу. На основі запропонованих методичних підходів і практичних рекомендацій можливе використання в когенераційних енергетичних установках в якості палива газів штучного походження, що дозволяє підвищити економічність роботи вказаних установок за рахунок зниження витрат на паливо.

3.3. Визначити, які із результатів і як само були науково обґрунтовані та доведені, як вони пов'язані із закономірностями організації та розвитку природи, суспільства людини, їх взаємозв'язків. Чи є одержані результати достатньо надійними для різних контекстів застосування та використання.

Вперше обґрунтовано цільову функцію оптимізаційної задачі для системи теплопостачання зі змінною структурою технічних засобів. Цільова функція оптимізаційної задачі відрізняється від відомих тим, що об'єднує в собі такі характеристики, як якість процесу, ефективність застосованого обладнання, його надійність і вартість ресурсів, що дозволяє на нових засадах оцінювати процес функціонування системи на основі техніко-економічних показників при обмеженнях на ресурси.

Вперше доведена можливість отримання оптимального плану перемикання обладнання в умовах обмежень на ресурси шляхом зміни як структури теплогенеруючих засобів, так і налаштувань регуляторів теплопередаючих технічних засобів. Такий оптимальний план дозволяє реалізувати живучість технічної системи за рахунок зниження якості вихідних параметрів системи за умови нестачі ресурсів для нормального режиму роботи.

Вперше запропоновано метод керування процесом теплопостачання міських районів в умовах обмежень на ресурси за рахунок переходу від структурної оптимізації множини теплогенеруючих джерел до керування структурою ціни запропонованого споживачу енергетичного потоку, що дозволяє досягти раціонального використання енергоресурсів.

3.4. Довести наукову новизну результатів на основі їх змістовного порівняння з існуючими аналогами у світовій науці, посилаючись на конкретні публікації. Список цих публікацій навести у Додатку 1. Довести переваги отриманих наукових результатів над аналогами, розмежуватись із суміжними науковими напрацюваннями світової спільноти вчених.

Вперше запропонований і обґрунтований метод підтримки заданого парового навантаження, який базується на методі обчислення умовної формули газоподібного вуглеводневого палива та визначенні динамічних характеристик парового котла, що дало можливість на відміну від відомих підтримувати максимальний рівень ефективності генерації пари при використанні вуглеводневого газу змінного складу за рахунок постійної зміни відношення паливо/повітря залежно від вимірювань температури факела в парогенеруючій установці.

Вперше запропоновано цільову функцію оптимізаційної задачі для зміни структури обладнання для регулювання АЕС з ВВЕР, що об'єднує в собі показники ефективності та безпеки експлуатації, які залежать від глибини вигорання палива, пошкодження оболонок твелів, аксіального офсету, що дозволяє в одному виразі поєднати критерії з різними метриками для знаходження оптимального рішення та вирішено задачу оптимізації перемикання статичних програм регулювання потужності АЕС з ВВЕР за рахунок мінімізації цільової функції. Метод дозволяє, на відміну від відомих, безударно перемикає енергетичне обладнання в заданому діапазоні зміни навантаження за допомогою введення додаткових зворотних зв'язків між перемикачем статичних програм та їх регуляторами, що дає можливість мінімізувати поточні зовнішні та внутрішні збурення.

#### **4. ПРАКТИЧНА ЦІННІСТЬ РЕЗУЛЬТАТІВ (до 50 рядків)**

4.1. Обґрунтувати цінність результатів для світової та вітчизняної науки та для продовження фундаментальних та/або прикладних досліджень.

Розроблені моделі і метод регулювання потужності, що є основою алгоритму управління будь-яким барабанним паровим котлом з природною циркуляцією, характеризується використанням несертифікованих вуглеводневих палив, максимальною температурою горіння палива і мінімальними викидами продуктів горіння в навколишнє природне середовище, що дасть можливість використовувати несертифіковані види вторинних енергоресурсів для будь-яких парогенеруючих технологій за рахунок забезпечення якості пари і зменшити величину питомих енерговитрат національного доходу. Потрібно продовжувати такі дослідження щоб можливо було запропоновані методичні підходи і практичні рекомендації використовувати в будь яких когенераційних енергетичних установках в якості палива будь які гази штучного походження, це дозволить підвищити економічність роботи таких установок за рахунок зниження витрат на паливо.

4.2. Довести цінність результатів для підготовки фахівців у системі освіти, зокрема вищої кваліфікації. Відокремити використання очікуваних результатів від науково-методичних завдань, що виконуються викладачами у межах їх основної педагогічної діяльності. Навести у Додатку 2 теми досліджень магістрантів (студентів), аспірантів і докторантів, кількість місяців їх роботи за темою з оплатою.

Результати роботи в частині моделей і методів управління енергетичним обладнанням впроваджено в навчальний процес ОНПУ кафедра АТП в дисциплінах «Моделювання теплоенергетичного обладнання в АСУ», «Динаміка теплових процесів», «Ідентифікація та моделювання об'єктів управління» і «Автоматизація технологічних процесів та виробництв» і ОНМА кафедра АТ і ГТУ в дисциплінах «Системи автоматизованого управління судновими енергетичними установками», «Автоматизоване управління судновими дизельними і газотурбінними установками».

## 5. ОСНОВНІ ПОКАЗНИКИ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ ЗА ТЕМОЮ

*Зараховуються виключно роботи, серед авторів яких 50% і більше належать до колективу виконавців, визначеного у Таблиці 9. Оцінюючи наукові праці на відповідність темі, меті, предмету та завданням дослідження, експерт має право не зараховувати їх у разі повної невідповідності.*

5.1. Перелік опублікованих за темою статей в журналах, що індексуються БД Scopus та/або Web of Science Core Collection (WoS) (або Index Copernicus для соціо-гуманітарних наук) (окремо за кожною наукометричною базою)

Таблиця 2

№	Повні дані про статті з веб-адресою електронної версії; <u>підкреслити</u> <u>прізвища авторів</u> , які належать до списку виконавців	Наукометр. база даних
1	Maksimov, M.V. The method of control of Nuclear Power Plant with VVER-1000 reactor in maneuverable mode / M.V. Maksimov, T.A. Tsiselskaya, E.A. <u>Kokol</u> // Journal of Automation and Information Sciences. – 2015. – Vol. 47. – Iss. 6. – P. 17–32. <a href="http://www.dl.begellhouse.com/ru/journals/2b6239406278e43e,0aea43fe7c49ea12,665b65b705b9fa49.html">http://www.dl.begellhouse.com/ru/journals/2b6239406278e43e,0aea43fe7c49ea12,665b65b705b9fa49.html</a> DOI: 10.1615/JAutomatInfScien.v47.i6.20	SCOPUS
2	Kokol, E. Research on manoeuvring capabilities of a nuclear power plant when switching in-use control programmes / E. <u>Kokol</u> // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2016. – Iss. 2/8 (80). – P. 4–13. <a href="https://doi.org/10.15587/1729-4061.2016.66188">https://doi.org/10.15587/1729-4061.2016.66188</a>	SCOPUS
3	Брунеткин, А.И. Метод определения состава горючих газов при их	SCOPUS



	сжигании [Текст] / <u>А.И. Брунеткин, М.В. Максимов</u> //Науковий вісник Національного гірничого університету. Науково-технічний журнал №5 (149). 2015. с. 83-90. <a href="http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nvngu_2015_5_16">http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nvngu_2015_5_16</a>	
4	Brunetkin, O. A simplified method for the numerical calculation of nonstationary heat transfer through a flat wall [Text] / <u>O. Brunetkin, M. Maksymov, O. Lysiuk</u> // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2017. – Vol. 2, Issue 5 (96). – P. 4–13. DOI: 10.15587/1729-4061.2017.96090 <a href="http://dspace.opu.ua/xmlui/bitstream/handle/123456789/6343/96090-211886-1-PB.pdf?sequence=1&amp;isAllowed=y">http://dspace.opu.ua/xmlui/bitstream/handle/123456789/6343/96090-211886-1-PB.pdf?sequence=1&amp;isAllowed=y</a>	SCOPUS
5	Brunetkin, O. Development of a method for approximate solution of nonlinear ordinary differential equations using pendulum motion as an example [Text] / <u>O. Brunetkin, M. Maksymov, O. Maksymova, A. Zosymchuk</u> // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2017. – Vol. 5, Issue 4. – P. 4–11. DOI: 10.15587/1729-4061.2017.109569 <a href="http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vejpte_2017_5%284%29_2">http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vejpte_2017_5%284%29_2</a> <a href="http://dspace.opu.ua/jspui/handle/123456789/6346">http://dspace.opu.ua/jspui/handle/123456789/6346</a> <a href="http://journals.uran.ua/eejet/article/view/109569">http://journals.uran.ua/eejet/article/view/109569</a>	SCOPUS
6	Brunetkin, O. Development of the method of approximate solution to the nonstationary problem on heat transfer through a flat wall [Text] / <u>O. Brunetkin, M. Maksymov, O. Maksymova, A. Zosymchuk</u> // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2017. – Vol. 6, Issue 5. – P. 31–40. DOI: 10.15587/1729-4061.2017.118930 <a href="http://journals.uran.ua/eejet/article/view/118930">http://journals.uran.ua/eejet/article/view/118930</a>	SCOPUS
7	Добровольская, Т.С. Автоматизированная система управления процессом сжигания топлива с переменной теплотворной способностью для нефтеперерабатывающей промышленности / Добровольская Т.С., Ложечников В.Ф. // Международный научно-технический журнал «Проблемы управления и информатики» . – 2016. . – № 5. – С. 58-62 <a href="http://dspace.opu.ua/jspui/bitstream/123456789/3952/1/%D0%94%D0%BE%D0%B1%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%BB%D1%8C%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F_%D0%9B%D0%BE%D0%B6%D0%B5%D1%87%D0%BD%D0%B8%D0%BA%D0%BE%D0%B2.pdf">http://dspace.opu.ua/jspui/bitstream/123456789/3952/1/%D0%94%D0%BE%D0%B1%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%BB%D1%8C%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F_%D0%9B%D0%BE%D0%B6%D0%B5%D1%87%D0%BD%D0%B8%D0%BA%D0%BE%D0%B2.pdf</a> , <a href="http://inform.icybcluster.org.ua/zhurnal-5.html">http://inform.icybcluster.org.ua/zhurnal-5.html</a>	SCOPUS
8	Dobrovolska, T.S. The Automated Control System of the Burning Fuel Process with a Variable Calorific Capacity for the Refining Industry / T.S. Dobrovolska, V.F. Lozhechnikov // Journal of Automation and Information Sciences. – 2016. – Vol. 48. – Iss. 10. – P. 25–30. <a href="http://www.dl.begellhouse.com/journals/2b6239406278e43e,515d8ed33a4f623d,18a70dcd28b98175.html">http://www.dl.begellhouse.com/journals/2b6239406278e43e,515d8ed33a4f623d,18a70dcd28b98175.html</a> , DOI: 10.1615/JAutomatInfScien.v48.i10.30	SCOPUS
9	Ложечников, В.Ф. Синтез многомерной оптимальной цифровой АСР газовоздушного тракта энергетического котла / В. Ф. Ложечников, Е. О. Улицкая // Проблемы упр. и информатики. - 2016. - № 6. - С. 61-70. <a href="http://dspace.opu.ua/jspui/handle/123456789/1788">http://dspace.opu.ua/jspui/handle/123456789/1788</a> <a href="http://inform.icybcluster.org.ua/zhurnal-6-2.html#more-862">http://inform.icybcluster.org.ua/zhurnal-6-2.html#more-862</a>	SCOPUS

10	Lozhechnikov, V.F. Synthesis of Multidimensional Optimal Digital Control System of the Gas-Air Tract of Power Boiler <u>V.F. Lozhechnikov, Ulitskaya E.O.</u> // Journal of Automation and Information Sciences. – 2016. – Vol. 48. – Iss. 12. – P. 27–36. <a href="http://www.dl.begellhouse.com/journals/2b6239406278e43e,49aee25875792fbb,462e210607a72171.html">http://www.dl.begellhouse.com/journals/2b6239406278e43e,49aee25875792fbb,462e210607a72171.html</a> , <b>DOI:</b> 10.1615/JAutomatInfScien.v48.i12.30	SCOPUS
11	Maksymov, M. IMPROVEMENT OF THE CONTROL SYSTEM OVER DRUM BOILERS FOR BURNING COMBUSTIBLE ARTIFICIAL GASES / <u>M. Maksymov, V. Lozhechnikov, O. Maksymova, O. Lysiuk</u> // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2017. – No. 8(88). –P. 10–16. <a href="http://dSPACE.opu.ua/jspui/bitstream/123456789/5515/1/107358-232139-1-PB.pdf">http://dSPACE.opu.ua/jspui/bitstream/123456789/5515/1/107358-232139-1-PB.pdf</a>	SCOPUS
12	Максимова, О.Б. Оптимизация управления системами теплоснабжения городских районов / <u>О.Б. Максимова, С.В. Бабич, Давидов В.О.</u> // Междунар. науч.-техн. журнал Проблемы управления и информатики. — К., 2016. — Вып. 2. — С. 116— 134. <a href="http://inform.icybcluster.org.ua/zhurnal-2.html">http://inform.icybcluster.org.ua/zhurnal-2.html</a>	SCOPUS
13	Maksimova, O.B. Optimization of Control of Heat Supply Systems of Urban Districts / <u>O.B. Maksimova, S.V. Babich, V.O. Davydov</u> // Journal of Automation and Information Sciences — v. 48, i4, 69 – 89. <a href="http://www.dl.begellhouse.com/ru/journals/2b6239406278e43e,31594d14086a20f5,7f81a524319967bd.html">http://www.dl.begellhouse.com/ru/journals/2b6239406278e43e,31594d14086a20f5,7f81a524319967bd.html</a>	SCOPUS
14	Максимов, М. Дослідження питань автоматизації керування системою теплопостачання міста з оптимізацією структури об'єкта / <u>М. В. Максимов, С. В. Бабич</u> // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. –2015. – Volume 2, No 2(74)– С. . 64 – 68. <a href="http://journals.uran.ua/eejet/article/view/40539/37930">http://journals.uran.ua/eejet/article/view/40539/37930</a>	SCOPUS
15	Tarakhtii, O.S. Perfection of Control Loop of Gas Turbine Power of Cogeneration Power Installation under Fuel Quality Variation / <u>O.S.Tarakhtii</u> // Journal of Automation and Information Sciences. – 2017.–V. 49. – Issue 2. – P. 61 – 69. <a href="http://www.dl.begellhouse.com/ru/journals/2b6239406278e43e,5bdc44c95254b2ed,422351e152b7e1fa.html">http://www.dl.begellhouse.com/ru/journals/2b6239406278e43e,5bdc44c95254b2ed,422351e152b7e1fa.html</a> <b>DOI:</b> 10.1615/JAutomatInfScien.v49.i2.60	SCOPUS
16	Тарахтий, О.С. Усовершенствование контура регулирования мощностью газовой турбины когенерационной энергетической установки в условиях изменения качества топлива / <u>О.С. Тарахтий</u> // Проблемы управления и информатики. – 2017. – №1. С. 96 – 103. <a href="http://inform.icybcluster.org.ua/zhurnal-1-4.html#more-906">http://inform.icybcluster.org.ua/zhurnal-1-4.html#more-906</a> <a href="http://dSPACE.opu.ua/jspui/bitstream/123456789/2352/1/%D0%A2%D0%B0%D1%80%D0%B0%D1%85%D1%82%D0%B8%D0%B9_1.pdf">http://dSPACE.opu.ua/jspui/bitstream/123456789/2352/1/%D0%A2%D0%B0%D1%80%D0%B0%D1%85%D1%82%D0%B8%D0%B9_1.pdf</a>	SCOPUS

Анотації статей українською мовою, які представляють основні результати дослідження, навести у Додатку 3

5.2. Перелік опублікованих за темою англomовних статей та тез доповідей у матеріалах міжнародних конференцій, що індексуються БД Scopus або WoS (або Index Copernicus для соціо-гуманітарних наук) (окремо за кожною наукометричною базою)

Таблиця 3

№	Повні дані про статті та тези доповідей з веб-адресою електронної версії; <u>підкреслити прізвища авторів</u> , які належать до списку виконавців	Наукометр. база даних
1		

5.3. Перелік опублікованих за темою статей, у журналах що входять до переліку фахових видань України (*окремо статті у журналах, що рекомендовані секціями Наукової ради МОН*), а також статей у закордонних журналах, які не увійшли до п.5.1 і 5.2 та охоронних документів на об'єкти права інтелектуальної власності

Таблиця 4

№	Повні дані про статті з веб-адресою електронної версії, або вихідні дані про охоронні документи; <u>підкреслити прізвища авторів</u> , які належать до списку виконавців
1	Патент на винахід № 111549, Україна, МПК (2016) G21C 17/035 (2006.01), G01F 23/22 (2006.01). Спосіб визначення рівня теплоносія в ядерному реакторі і система для його здійснення. / <u>М.В. Максимов, Є.О. Кокол</u> ; заяв. 10.02.2015; опубл. 10.05.2016, Бюл. № 9.
2	Патент на изобретение № 2602813, Россия, МПК (2016) G21C 17/035 (2006.01), G01F 23/22 (2006.01). Способ определения уровня теплоносителя в ядерном реакторе и система для его осуществления. / <u>М.В. Максимов, Е.А. Кокол</u> ; заяв. 08.06.2015; опубл. 20.11.2016, Бюл. № 32.
3	Плахотнюк, А.А. Усовершенствованная АСУ ТП переключения программ регулирования энергоблоком / А.А. Плахотнюк, Е.А. <u>Кокол</u> , М.В. Максимов // Автоматизация технологических и бизнес-процессов. – 2015. – Т. 7, № 3. – С. 26–33. <a href="https://doi.org/10.15673/2312-3125.4/2015.50429">https://doi.org/10.15673/2312-3125.4/2015.50429</a>
4	Плахотнюк, А.А. Моделирование изменения структуры технических средств автоматизации при работе АЭС с ВВЭР-1000 в маневренном режиме // А.А. Плахотнюк, Е.А. <u>Кокол</u> , М.В. Максимов // Автоматизация технологических и бизнес-процессов. – 2015. – Т. 7, № 4. – С.64–71. <a href="https://doi.org/10.15673/2312-3125.24/2015.56334">https://doi.org/10.15673/2312-3125.24/2015.56334</a>
5	Kokol, E.A. Structural optimization of static power control programs for nuclear power plants with VVER-1000 / E.A. Kokol // Odes'kyi Natsional'nyi Politechnichnyi Universytet. Pratsi. – 2015. – Iss. 3 (47). – P. 41–46. <a href="http://pratsi.opu.ua/articles/show/4977">http://pratsi.opu.ua/articles/show/4977</a> DOI 10.15276/opu.3.47.2015.07
6	Pelykh, S.N. Search for the best power control program at NPP with VVER-1000 using gradient descent method / <u>S.N. Pelykh, E.O. Odrekhovska, O.B. Maksymova</u> // Automation of technological and business-process. – 2016. – Vol. 8, Iss. 3. – P. 36–40. <a href="http://dx.doi.org/10.15673/atbp.v8i3.567">http://dx.doi.org/10.15673/atbp.v8i3.567</a>
7	Максимов, М.В. Управление аксиальным офсетом ядерного реактора при маневрировании мощностью. / <u>М.В. Максимов, К.В. Беглов, Н.В. Каназирский</u> // Автоматизация технологических и бизнес-процесов. - 2015. - т. 21, № 1. – С. 54-61. <a href="http://journals.uran.ua/atbp/article/viewFile/42865/39269">http://journals.uran.ua/atbp/article/viewFile/42865/39269</a>
8	Беглов, К.В. Дослідження регулятора концентрації рідкого поглинача енергоблоку АЕС. / <u>К.В. Беглов, О.О. Волошкіна, О.А. Плахотнюк</u> // Автоматизация технологических и бизнес-процесов. – 2015. – т. 7, № 4. – С. 18-24. <a href="https://doi.org/10.15673/2312-3125.24/2015.56322">https://doi.org/10.15673/2312-3125.24/2015.56322</a> , <a href="http://journals.uran.ua/atbp/article/view/56322/52484">http://journals.uran.ua/atbp/article/view/56322/52484</a> .
9	Беглов, Я.І. <u>Беглов К.В.</u> Применение нечеткого регулятора для регулирования концентрации жидкого поглотителя в первом контуре АЭС. Математичне моделювання фізичних і технологічних процесів і технічних систем // Вісник ХНТУ -

	<p>2017. - т. 2, № 3(62). – С. 27-33.  ntu.net.ua/index.php/ukr/content/download/52317/308471/file/ВІСНИК%20№3(62)%20То  м%202.pdf,  <a href="https://www.researchgate.net/profile/Pukach_Petro/publication/320067992_EFEKTIVNIJ_PIDHID_DO_ROZRAHUNKU_ELEKTROSTATICNOGO_POLA_KVADRUPOLNOI_LINZI/links/59cbe1faaca272bb050c6007/EFEKTIVNIJ-PIDHID-DO-ROZRAHUNKU-ELEKTROSTATICNOGO-POLA-KVADRUPOLNOI-LINZI.pdf#page=27">https://www.researchgate.net/profile/Pukach_Petro/publication/320067992_EFEKTIVNIJ_PIDHID_DO_ROZRAHUNKU_ELEKTROSTATICNOGO_POLA_KVADRUPOLNOI_LINZI/links/59cbe1faaca272bb050c6007/EFEKTIVNIJ-PIDHID-DO-ROZRAHUNKU-ELEKTROSTATICNOGO-POLA-KVADRUPOLNOI-LINZI.pdf#page=27</a></p>
10	<p>Лысюк, А.В. Автоматизация распределения нагрузки между параллельно работающими котлами. / <u>Лысюк А.В. Беглов К.В.</u> // Автоматизация технологических та бизнес-процесів. - 2017. - том 9. - №3, – С. 15-22.  <a href="http://journals.gsjp.eu/index.php/atbp/article/view/719">http://journals.gsjp.eu/index.php/atbp/article/view/719</a>,  <a href="http://dx.doi.org/10.15673/atbp.v9i3.719">http://dx.doi.org/10.15673/atbp.v9i3.719</a>.</p>
11	<p>Брунеткін, О.І. Визначення діапазону зміни конвективного коефіцієнта тепловіддачі при спалюванні альтернативних видів газоподібного пального [Текст] / <u>О.І. Брунеткін, А.В. Гусак</u> // Праці Одеського політехнічного університету, 2015. Вип. 2(46) с. 79-84.  <a href="http://nbuv.gov.ua/UJRN/Popu_2015_2_15">http://nbuv.gov.ua/UJRN/Popu_2015_2_15</a></p>
12	<p>Lysiuk, O. Determining the transient process time by the example of bodies heating using a modified homochronicity number [Text] / <u>O. Lysiuk, A. Brunetkin, M. Maksymov</u> // Автоматизация технологических і бизнес-процесів Volume 8, Issue 4 /2016 с. 43-49  <a href="http://dx.doi.org/10.15673/atbp.v8i4.584">http://dx.doi.org/10.15673/atbp.v8i4.584</a>  <a href="http://journals.gsjp.eu/index.php/atbp/article/view/584">http://journals.gsjp.eu/index.php/atbp/article/view/584</a></p>
13	<p>Brunetkin, A.I. Optimization of heat transfer of heat exchange surfaces of boiler equipment with a decrease in the consumption of combustion products. [Text] / <u>A.I. Brunetkin, S.A. Gorban.</u> // Праці Одеського політехнічного університету, 2017. Вип. 3.– Р. 49–52.  <a href="http://pratsi.opu.ua/articles/all/year:2017/release:38">http://pratsi.opu.ua/articles/all/year:2017/release:38</a></p>
14	<p>Brunetkin, A. Simulating the control process of flue gas recirculation in combustion of variable composition fuel [Text] / <u>A. I. Brunetkin, S. A. Gorban</u> // Автоматизация технологических і бизнес-процесів Volume 9, Issue 4 /2017 Р. 36–45.  <a href="http://journals.gsjp.eu/index.php/atbp/issue/archive">http://journals.gsjp.eu/index.php/atbp/issue/archive</a></p>
15	<p>Брунеткин, А. И. Приближенный аналитический метод расчета несимметричного нагрева бесконечной пластины [Текст] / <u>А. И. Брунеткин, М. В. Максимов</u> // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Збірник наукових праць. Серія: Енергетичні та теплотехнічні процеси й устаткування. – Харків : НТУ «ХПІ», 2017. – № 9(1231). с. 71-76  doi: 10.20998/2078-774X.2017.09.11  <a href="http://library.kpi.kharkov.ua/files/Vestniki/2017_9.pdf">http://library.kpi.kharkov.ua/files/Vestniki/2017_9.pdf</a></p>
16	<p>Брунеткин, А.И. Интегральные решения задач динамики теплофизических процессов [Текст] / <u>А.И. Брунеткин</u> // Вісник Херсонського національного технічного університету. Математичне моделювання фізичних і технологічних процесів і технічних систем. №3(62), 2017, ТОМ 2. с. 55-59.  <a href="http://kntu.net.ua/index.php/ukr/content/download/52317/308471/file/%D0%92%D0%86%D0%A1%D0%9D%D0%98%D0%9A%20E2%84%963(62)%20%D0%A2%D0%BE%D0%BC%202.pdf">http://kntu.net.ua/index.php/ukr/content/download/52317/308471/file/%D0%92%D0%86%D0%A1%D0%9D%D0%98%D0%9A%20E2%84%963(62)%20%D0%A2%D0%BE%D0%BC%202.pdf</a></p>
17	<p>Babich, S. V. Objective function for municipal heat supply systems structural optimization / <u>S. V. Babich, V. O. Davydov</u> // Пр. Одес. політехн. ун-ту. – Одеса, 2015. – Вып. 1 (45). – С. 134 – 140.  <a href="http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?I21DBN=LINK&amp;P21DBN=UJRN&amp;Z21ID=&amp;S21REF=10&amp;S21CNR=20&amp;S21STN=1&amp;S21FMT=ASP_meta&amp;C21COM=S&amp;2_S21P03=FILE=&amp;2_S21STR=Popu_2015_1_22">http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?I21DBN=LINK&amp;P21DBN=UJRN&amp;Z21ID=&amp;S21REF=10&amp;S21CNR=20&amp;S21STN=1&amp;S21FMT=ASP_meta&amp;C21COM=S&amp;2_S21P03=FILE=&amp;2_S21STR=Popu_2015_1_22</a></p>
18	<p>Максимов, М. М. Підвищення енергетичної ефективності процесу переробки продукції біогазових установок / <u>М. М. Максимов, В. О. Давидов, Г. В. Крусір, О.Б.</u></p>

	<u>Максимова.</u> // Пр. Одес. політехн. ун-ту. – Одеса, 2017. – Вып. 3 (47). – С. 134 – 140. <a href="http://pratsi.opu.ua/articles/select/3">http://pratsi.opu.ua/articles/select/3</a>
19	Бабич, С.В. Управление системой теплоснабжения города за счет целевой оптимизации структуры технических средств / <u>С. В. Бабич</u> // Автоматизация технологических и бизнес-процесов. – Одеса, 2015. – Volume 7, Issue 1– С. 41 – 45. <a href="http://journals.uran.ua/atbp/article/view/42862/39267">http://journals.uran.ua/atbp/article/view/42862/39267</a>
20	Pelykh, S. Search for the best power control program at npp with vver-1000 using gradient descent method / Pelykh S.N., Odrehovska E.A., Maksymova O.B.// Автоматизация технологических и бизнес-процесов. – Одеса, 2016. – Volume 8, Issue 3– С. 36 – 40. <a href="http://oaji.net/articles/2017/1004-1497516529.pdf">http://oaji.net/articles/2017/1004-1497516529.pdf</a>
21	Lysiuk, O. <i>Determining</i> the transient process time by the example of bodies heating using a modified homochronicity number / <u>O. Lysiuk, A. Brunetkin, M. Maksymov</u> // Автоматизация технологических и бизнес-процесов. – Одеса, 2016. – Volume 8, Issue 4– С. 43 – 49. <a href="http://dx.doi.org/10.15673/atbp.v8i4.584">http://dx.doi.org/10.15673/atbp.v8i4.584</a>
22	Slobodyan, I. Improvement of management of steam generators in nuclear and thermal power plants / <u>I. Slobodyan, V. Lozhechny`kov, A. Stopakevy`ch</u> // Автоматизация технологических и бизнес-процесов. – Одеса, 2016. – Volume 8, Issue 4– С. 35 – 38. <a href="http://dx.doi.org/10.15673/atbp.v8i4.584">http://dx.doi.org/10.15673/atbp.v8i4.584</a>
23	Лысюк, А.В. Модель и метод сжигания в теплоэнергетической установке углеводородного газа переменного состава / <u>А. В. Лысюк, А. В. Бондаренко, М. М. Максимов, А. И. Брунеткин</u> // Автоматизация технологических и бизнес-процесов. – Одеса, 2017. – Volume 9, Issue 2– С. 21 – 27. <a href="http://dx.doi.org/10.15673/atbp.v9i2.558">http://dx.doi.org/10.15673/atbp.v9i2.558</a> <a href="http://oaji.net/articles/2017/1004-1503757144.pdf">http://oaji.net/articles/2017/1004-1503757144.pdf</a>
24	Maksymova, O. Development of the method of determining the target function of optimization of power plant / <u>O. Maksymova, M. Maksymov, V. Silina, A. Orischenko</u> // Автоматизация технологических и бизнес-процесов. – Одеса, 2017. – Volume 9, Issue 2– С. . 28 – 35. <a href="http://journals.gsjp.eu/index.php/atbp/article/view/559/532">http://journals.gsjp.eu/index.php/atbp/article/view/559/532</a> <a href="http://dx.doi.org/10.15673/atbp.v9i2.559">http://dx.doi.org/10.15673/atbp.v9i2.559</a>

#### 5.4. Перелік опублікованих за темою монографій

Таблиця 5

№	Повні дані про монографії ; <u>підкреслити прізвища авторів</u> , які належать до списку виконавців
1	

Анотації монографій українською мовою навести у Додатку 4

#### 5.5. Перелік опублікованих за темою проекту підручників, навчальних посібників, словників, довідників

Таблиця 6

№	Повні дані про підручники, навчальні посібники, словники, довідників; <u>підкреслити прізвища авторів</u> , які належать до списку виконавців
1	

#### 5.6. Перелік захищених докторських і кандидатських (доктора філософії) дисертацій виконавцями проекту

Таблиця 7

№	Повні дані про дисертації
1	Бабич С.В. Автоматизоване керування системою тепlopостачання міста з оптимізацією структури об'єкта. Дисертація на здобуття наукового ступеня

	кандидата технічних наук за спеціальністю 05.13.07 – автоматизація процесів керування – Одеський національний політехнічний університет МОН України, Одеса, 2015.
2	Тарахтій О.С. Система автоматичного управління когенераційною енергетичною установкою, що враховує зміну якості палива. Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.13.07 – автоматизація процесів керування – Одеський національний політехнічний університет, МОН України, Одеса, 2015.
3	Одреховська (Кокол) Є.О. Оптимізація перемикання статичних програм регулювання потужності ЯЕУ з ВВЕР-1000 в перехідних режимах експлуатації. Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.13.07 – автоматизація процесів керування. – Одеський національний політехнічний університет МОН України, Одеса, 2017.

Анотації дисертацій навести у Додатку 5

5.7. Кількість грантів, за якими працювали виконавці, що фінансувались закордонними організаціями (з відповідним підтвердженням від закладу вищої освіти (наукової установи), посиланням на сайт грантового проекту або офіційним листом від грантодавця)

Таблиця 8

№	ПБ виконавців	Назва гранту	Фінансування, тис. грн
1			

Короткий зміст (анотації) досліджень за грантами навести у Додатку 6

#### 6. ВИКОНАВЦІ ПРОЕКТУ (з оплатою в межах запиту)

- доктори наук: 2, кандидати наук: 4;
- молоді вчені до 35 років \_\_\_\_, з них кандидатів \_\_\_\_, докторів \_\_\_\_; докторантів: \_\_\_\_\_; аспірантів 4
- наукові працівники без ступеня \_\_\_\_\_;
- інженерно-технічні кадри: \_\_\_\_\_, допоміжний персонал \_\_\_\_\_;
- студенти \_\_\_\_\_.

Р а з о м : 10

Таблиця 9

#### Виконавці проекту\* (з оплатою в межах запиту)

№	Прізвище, ім'я, по батькові	Науковий ступінь	Вчене звання	Посада і місце основної роботи	Вік
1	Пелих С.М.	д-р техн. наук,	ст. наук. співроб	Професор каф. АТП	8.11.1968
2	Брунеткин О.І.	канд. техн. наук,	доцент	Докторант каф. АТП	21.01.1958
3	Максимов М.В.	д-р техн. наук,	професор	Завідувач каф. АТП	9.06.1964
4	Беглов К.В.	канд. техн. наук,	доцент	Доцент каф. АТП	10.07.1974
5	Давидов В.О.	канд. техн. наук,	доцент	Доцент каф. АТП	19.10.1974
6	Ложечников В.Ф.	канд. техн. наук,	доцент	Доцент каф. АТП	14.08.1975

7	Тарахтій О.С.			Аспірант каф. АТП	25.04.1982
8	Бабич С.В.			Аспірант каф. АТП	07.07.1975
9	Одреховська Є.О			Аспірант каф. АТП	29.12.1991
10	Лісюк О.В.			Аспірант каф. АТП	18.08.1992

\*вносяться дані про всіх виконавців за весь час виконання робіт, окрім допоміжного персоналу та студентів

**Рішення вченої (наукової, науково-технічної) ради** від 04.01.2018р. протокол № \_1 щодо завершення роботи

Керівник роботи

ПІБ: Пелих С.М.

Підпис, дата: \_\_\_\_\_

Проректор

ПІБ: Дмитришин Д.В.

Підпис, дата: \_\_\_\_\_

МП

**Додаток 1.** Список основних публікацій закордонних та вітчизняних вчених, на які посилаються автори роботи для доведення наукової новизни власних результатів

№	Повні дані про статті
1	D' Auria, F., Cherubini, M., Galassi, M., Muellner, N. (2005). Analysis of measured and calculated counterpart test data in PWR and VVER 1000 simulators. Nuclear Technology and Radiation Protection, 20 (1), 3–15. DOI: <a href="https://doi.org/10.2298/ntrp0501003d">10.2298/ntrp0501003d</a>
2	Karvinen, R. Use of Analytical Expressions of Convection in Conjugated Heat Transfer Problems [Text] / R. Karvinen // Journal of Heat Transfer. – 2012. – Vol. 134, Issue 3. – P. 031007. DOI: 10.1115/1.4005129
3	Grysa, K., Maciag, A., Adamczyk-Krasa, J. (2014). Thefts Functions Applied to Direct and Inverse Non-Fourier Heat Conduction Problems. Journal of Heat Transfer, 136 (9), 091302. DOI: <a href="https://doi.org/10.1115/1.4027770">10.1115/1.4027770</a>
4	Hotchkiss, R. Co-combustion of Biomass with Coal – The Advantages and Disadvantages Compared to Purpose-built Biomass to Energy Plants [Text] / R. Hotchkiss, D. Matts, G. Riley // VGB Power Tech. – 2003. – Vol. 12. – P. 80–85. <a href="https://www.vgb.org/en/news_biomass_co_combustion_march2008.html">https://www.vgb.org/en/news_biomass_co_combustion_march2008.html</a>
5	Reduction of primary energy needs in urban areas trough optimal planning of district heating and heat pump installations / V. Verda, E. Guelpa, A. Kona, S. Lo Russo // Energy. — 2012. — Vol. 48, Issue 1. — PP. 40 — 46. <a href="https://doi.org/10.1016/j.energy.2012.07.001">https://doi.org/10.1016/j.energy.2012.07.001</a>
6	Niemi R., Mikkola J., Lund P.D., Urban energy systems with smart multi-carrier energy networks and renewable energy generation, Renewable energy, 2012, No. 48, 524-536. <a href="https://ideas.repec.org/a/eee/renene/v48y2012icp524-536.html">https://ideas.repec.org/a/eee/renene/v48y2012icp524-536.html</a>
7	Shu, H. W. Energy-Saving Judgment of Electric-Driven Seawater Source Heat Pump District Heating System over Boiler House District Heating System [Text] / H. W. Shu, D. M. Lin, X. L. Li, Y. X. Zhu // Energy and Buildings. – 2010. – Vol. 42, Issue 6. – P. 889–895. DOI: 10.1016/j.enbuild.2010.01.001
8	Hepbaslia, A. A study on modeling and performance assessment of a heat pump system for utilizing low temperature geothermal resources in buildings [Text] / A. Hepbaslia, M. T. Balta // Building and Environment. – 2007. – Vol. 42, Issue 10. – P. 3747–3756. DOI: 10.1016/j.buildenv.2006.09.003
9	Yang, R., Cheng, B., Deshon, J., Edsinger, K., Ozer, O. (2006, September). Fuel R & D to

Improve Fuel Reliability. Journal of Nuclear Science and Technology, Vol. 43, № 9, 951–959.  
DOI:10.1080/18811248.2006.9711181.

**Додаток 2.** Дані про магістрантів (студентів), аспірантів і докторантів, які працювали за темою з оплатою праці.

№ з/п	ПІБ	Статус	Назва теми досліджень	Кількість місяців їх роботи за темою з оплатою
1	Гусак Ганна В'ячеславівна	Магістр, студент гр. МЕ-0915 Інституту енергетики та комп'ютерно-інтегрованих систем управління за фахом 8.05020201 – «Автоматизоване управління технологічними процесами»	Дослідження автоматизованої системи управління процесом горіння в паровому котлі при змінному складі палива. Research of the automated control system for the combustion process in a steam boiler with a variable fuel composition	1
2	Слободян Іван Васильович	Магістр, студент гр. ТА-1113 Інституту енергетики та комп'ютерно-інтегрованих систем управління за фахом 8.05020201 – «Автоматизоване управління технологічними процесами»	Розробка та дослідження автоматизованої системи управління технологічними процесами групи барабанних котлів, що працюють на несертифікованому паливі. Development and research of process control system of the group of drum-type boilers operating on uncertified fuel.	1



3	Горбань Сергій Олександрович	Магістр, студент гр. ТК-1314 Інституту енергетики та комп'ютерно- інтегрованих систем управління за фахом 151 – Автоматизація та комп'ютерно- інтегровані технології. Комп'ютерно- інтегровані технологічні процеси та виробництва	Розробка та дослідження комп'ютерно-інтегрованої системи управління паровим котлом для спалювання несертифікованого палива з рециркуляцією димових газів і використанням імітаційної моделі.  Development and study of a computer-integrated control system for a steam boiler burning an uncertified fuel, based on the recirculation of flue gases and using a simulation model.	1
4	Бабич Сергій Володимирович.	Аспірант кафедри АТП по спеціальності 05.13.07 – автоматизація процесів керування	Автоматизоване керування системою тепlopостачання міста з оптимізацією структури об'єкта.	3
5	Тарахтій Ольга Сергіївна.	Аспірант кафедри АТП по спеціальності 05.13.07 – автоматизація процесів керування	Система автоматичного управління когенераційною енергетичною установкою, що враховує зміну якості палива.	3
6	Одреховська Євгенія Олександрівна.	Аспірант кафедри АТП по спеціальності 05.13.07 – автоматизація процесів керування	Оптимізація перемикання статичних програм регулювання потужності ЯЕУ з ВВЕР-1000 в перехідних режимах експлуатації.	3
7	Брунеткін Олександр Іванович	Докторант кафедри АТП по спеціальності 05.13.07 – автоматизація процесів керування	Методи і моделі для управління енергетичним обладнанням яке використовує газоподібне паливо невизначеного складу.	6

**Додаток 3.** Анотації українською мовою статей, що наведені у Таблиці 2

№	Назви статей та їх анотації
---	-----------------------------

з/п	
1	<p>Maksimov, M.V. The method of control of Nuclear Power Plant with VVER-1000 reactor in maneuverable mode / M.V. Maksimov, T.A. Tsiselskaya, E.A. Kokol // Journal of Automation and Information Sciences. – 2015. – Vol. 47. – Iss. 6. – P. 17–32.</p> <p><a href="http://www.dl.begellhouse.com/ru/journals/2b6239406278e43e,0aea43fe7c49ea12,665b65b705b9fa49.html">http://www.dl.begellhouse.com/ru/journals/2b6239406278e43e,0aea43fe7c49ea12,665b65b705b9fa49.html</a></p> <p>DOI: 10.1615/JAutomatInfScien.v47.i6.20</p> <p>Представлена вдосконалена система автоматичного управління потужністю атомної електростанції з реактором ВВЕР-1000. Цей спосіб дозволить експлуатувати атомну електростанцію під час маневрування, щоб підтримувати баланс у енергетичній системі країни протягом дня. Умовою успішної та безпечної експлуатації АЕС є збереження постійного осьового зсуву. Для цього вперше було запропоновано стабілізувати температуру охолоджуючої рідини на вході реактора, а також зменшити амплітуду руху регулюючої групи керуючих стрижнів. Запропоновано основну схему вдосконаленої системи автоматизованого управління. Наведено результати чисельного моделювання.</p>
2	<p>Kokol, E. Research on manoeuvring capabilities of a nuclear power plant when switching in-use control programmes / E. Kokol // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2016. – Iss. 2/8 (80). – P. 4–13.</p> <p><a href="https://doi.org/10.15587/1729-4061.2016.66188">https://doi.org/10.15587/1729-4061.2016.66188</a></p> <p>Дослідження присвячено розробці об'єктно-орієнтованого аналізу для автоматизованої системи управління для підвищення можливостей маневрування атомної енергетики з ВВЕР-1000 шляхом перемикання програм керування потужністю АЕС під час його експлуатації. Дослідження було проведено для перевірки того, чи була реакторна установка стабільною чи ні в режимі переходу в експлуатацію. Відповідно до результатів моделювання, програм керування під час експлуатації АЕС може бути змінений. Агрегат реактора залишається стабільним, що підтверджується значеннями осьового зсуву як кількісної міри стабільності реактора. Використовуючи пропозицію та маневрування не тільки потужності атомної електростанції, а й програм контролю, можна встановити графік споживання електроенергії на відповідність графіку виробництва електроенергії, не впливаючи на безпеку атомної електростанції в експлуатації</p>
3	<p>Брунеткин, А.И. Метод определения состава горючих газов при их сжигании [Текст] / А.И. Брунеткин, М.В. Максимов // Научный вестник Национального горного университета. Научно-технический журнал №5 (149). 2015. с. 83-90.</p> <p><a href="http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nvngu_2015_5_16">http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nvngu_2015_5_16</a></p> <p>Мета роботи - створення методу, який дозволяє визначити змінний склад, а також енергомісткість (ентальпію) газоподібного палива в процесі його спалювання. Час визначення складу має мало залежати від кількості компонентів, що входять в нього. При цьому прилади, що використовуються, повинні входити в штатний склад устаткування, яке обслуговує. На підставі відомої методики визначення складу продуктів згоряння і їх температури при заданому складі палива і його ентальпії (пряма задача) побудовано рішення, щодо визначення складу палива і його ентальпії (зворотна задача) на основі технологічних параметрів (температури продуктів згоряння, витрат пального та окиснювача), які можна виміряти в процесі горіння. На підставі запропонованого методу розроблено модель і алгоритм розв'язання оберненої задачі. З метою перевірки їх працездатності вирішено ряд прямих задач при спалюванні метану, етану, етилену та їх суміші в повітрі. Отримані результати порівняні з відомими даними за складом продуктів згоряння і температурі. На їх основі, для розв'язання оберненої задачі, сформовані вихідні дані, що імітують виміри технологічних параметрів. Виконано рішення оберненої задачі. Знайдений склад</p>

	<p>пального і його ентальпія порівняні з відомими величинами. Розроблено метод вирішення і алгоритм, що дозволяють визначати склад і ентальпію газоподібного палива в процесі його спалювання в повітрі. Показана стійкість рішення такого завдання. Шляхом розв'язання прямої та зворотної задач показана адекватність отриманого результату з вихідними даними.</p>
4	<p>Brunetkin, O. A simplified method for the numerical calculation of nonstationary heat transfer through a flat wall [Text] / O. Brunetkin, M. Maksymov, O. Lysiuk // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2017. – Vol. 2, Issue 5 (96). – P. 4–13. DOI: 10.15587/1729-4061.2017.96090 <a href="http://dspace.opu.ua/xmlui/bitstream/handle/123456789/6343/96090-211886-1-PB.pdf?sequence=1&amp;isAllowed=y">http://dspace.opu.ua/xmlui/bitstream/handle/123456789/6343/96090-211886-1-PB.pdf?sequence=1&amp;isAllowed=y</a></p> <p>Для чисельного рішення задач нестационарної теплопередачі розроблений спрощений дискретний аналог, представлений в обезрозміреному вигляді. Цього вдалося досягти внаслідок використання одновимірної вихідної моделі. Використання такої моделі є достатнім для вирішення більшості практично важливих задач. Показана стійкість чисельного розрахунку при великих кроках дискретизації за часом і висока точність розрахунків на гранично малих розрахункових сітках в 3 вузли .</p>
5	<p>Brunetkin, O. Development of a method for approximate solution of nonlinear ordinary differential equations using pendulum motion as an example [Text] / O. Brunetkin, M. Maksymov, O. Maksymova, A. Zosymchuk // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2017. – Vol. 5, Issue 4. – P. 4–11. DOI: 10.15587/1729-4061.2017.109569 <a href="http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vejpte_2017_5%284%29_2">http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vejpte_2017_5%284%29_2</a> <a href="http://dspace.opu.ua/jspui/handle/123456789/6346">http://dspace.opu.ua/jspui/handle/123456789/6346</a> <a href="http://journals.uran.ua/eejet/article/view/109569">http://journals.uran.ua/eejet/article/view/109569</a></p> <p>Запропоновано метод видалення розмірності математичної моделі, що дає кількість змінних менше, ніж пропонується π-теорема. Це спростило вибір початкових рішень, використовуваних в груповому методі побудови апроксимаційних залежностей для відображення рішення нелінійних рівнянь, при відсутності його реалізації в термінах стандартних функцій. Працездатність методу проілюстрована на прикладі дослідження руху маятника, що є в теорії автоматичного управління аналогом інерційної ланки другого порядку.</p>
6	<p>Brunetkin, O. Development of the method of approximate solution to the nonstationary problem on heat transfer through a flat wall [Text] / O. Brunetkin, M. Maksymov, O. Maksymova, A. Zosymchuk // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2017. – Vol. 6, Issue 5. – P. 31–40. DOI: 10.15587/1729-4061.2017.118930 <a href="http://journals.uran.ua/eejet/article/view/118930">http://journals.uran.ua/eejet/article/view/118930</a></p> <p>Для дослідження процесу нестационарної теплопередачі через плоску стінку був розроблений наближений аналітичний метод рішення задачі в зосередженій постановці. Працездатність методу продемонстрована на прикладі рішення задач, що послідовно ускладнюються, для плоскої пластини: симетричного, несиметричного нагріву і нестационарної теплопередачі. Показана адекватність отриманих рішень в рамках точності інженерних розрахунків.</p>
7	<p>Добровольская, Т.С. Автоматизированная система управления процессом сжигания топлива с переменной теплотворной способностью для нефтеперерабатывающей промышленности / Добровольская Т.С., Ложечников В.Ф. // Международный научно-технический журнал «Проблемы управления и информатики» . – 2016. . – № 5. – С. 58-62 <a href="http://dspace.opu.ua/jspui/bitstream/123456789/3952/1/%D0%94%D0%BE%D0%B1%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%BB%D1%8C%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F_%D0%9B%D0%BE%D0%B6%D0%B5%D1%87%D0%BD%D0%B8%D0%BA%D0">http://dspace.opu.ua/jspui/bitstream/123456789/3952/1/%D0%94%D0%BE%D0%B1%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%BB%D1%8C%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F_%D0%9B%D0%BE%D0%B6%D0%B5%D1%87%D0%BD%D0%B8%D0%BA%D0</a></p>

	<p><a href="#">%BE%D0%B2.pdf</a>,  <a href="http://inform.icybcluster.org.ua/zhurnal-5.html">http://inform.icybcluster.org.ua/zhurnal-5.html</a></p> <p>У роботі було наведена синтезована автоматизована система керування спалюванням несертифікованого палива у барабанних котлах, що працюють на загальний паропровід. Теплове навантаження між групою котлів розподілялось за оптимальним алгоритмом, в основі визначення якого є такі показники як ймовірність безвідмовної роботи обладнання та ефективність використання енергоресурсів. Наведені результати моделювання.</p>
8	<p>Dobrovolska, T.S. The Automated Control System of the Burning Fuel Process with a Variable Calorific Capacity for the Refining Industry / T.S. Dobrovolska, V.F. Lozhechnikov // Journal of Automation and Information Sciences. – 2016. – Vol. 48. – Iss. 10. – P. 25–30.  <a href="http://www.dl.begellhouse.com/journals/2b6239406278e43e,515d8ed33a4f623d,18a70dcd28b98175.html">http://www.dl.begellhouse.com/journals/2b6239406278e43e,515d8ed33a4f623d,18a70dcd28b98175.html</a>, DOI: 10.1615/JAutomatInfScien.v48.i10.30</p> <p>Представлена синтезована автоматизована система керування спаленням не сертифікованого палива в барабанних котлах, що працюють на спільній паровій лінії. Теплове навантаження розподіляється серед групи котлів за оптимальним алгоритмом, який визначається на основі таких показників, як ймовірність безвідмовної роботи обладнання та ефективного використання енергоресурсів. Наведено результати чисельного моделювання.</p>
9	<p>Ложечников, В.Ф. Синтез многомерной оптимальной цифровой АСР газовоздушного тракта энергетического котла / В. Ф. Ложечников, Е. О. Улицкая // Проблемы упр. и информатики. - 2016. - № 6. - С. 61-70.  <a href="http://dspace.opu.ua/jspui/handle/123456789/1788">http://dspace.opu.ua/jspui/handle/123456789/1788</a>  <a href="http://inform.icybcluster.org.ua/zhurnal-6-2.html#more-862">http://inform.icybcluster.org.ua/zhurnal-6-2.html#more-862</a></p> <p>У роботі розглянута багаторежимна математична модель динаміки газоповітряного тракту барабанного котла середньої потужності. З отриманої моделі синтезована сучасна багатовимірна оптимальна систему керування означеною ділянкою, та досліджена її робота у порівнянні з типовою АСР. Наведені показники якості перехідних процесів у сконструйованих оптимальних системах управління. Запропонована фізична модель газоповітряного тракту енергетичного котла.</p>
10	<p>Lozhechnikov, V.F. Synthesis of Multidimensional Optimal Digital Control System of the Gas-Air Tract of Power Boiler / V.F.Lochechnikov, Ulitskaya E.O. // Journal of Automation and Information Sciences. – 2016. – Vol. 48. – Iss. 12. – P. 27–36.  <a href="http://www.dl.begellhouse.com/journals/2b6239406278e43e,49aee25875792fbb,462e210607a72171.html">http://www.dl.begellhouse.com/journals/2b6239406278e43e,49aee25875792fbb,462e210607a72171.html</a>,  <b>DOI:</b> 10.1615/JAutomatInfScien.v48.i12.30</p> <p>Розглядається багатовимірна математична модель динаміки газоповітряного тракту середнього енергетичного барабанного котла. За математичною моделлю була синтезована сучасна багатовимірна оптимальна система керування технологічної секції та вивчена її робота порівняно з стандартним АСУ. Також представлені показники продуктивності перехідних процесів у розроблених оптимальних системах управління. Наведено дизайн моделі фізичної схожості газоповітряного тракту котельні.</p>
11	<p>Максимов, М. IMPROVEMENT OF THE CONTROL SYSTEM OVER DRUM BOILERS FOR BURNING COMBUSTIBLE ARTIFICIAL GASES / М. Maksymov, V. Lozhechnikov, О. Maksymova, О. Lysiuk // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2017. – No. 8(88). –P. 10–16.  <a href="http://dspace.opu.ua/jspui/bitstream/123456789/5515/1/107358-232139-1-PB.pdf">http://dspace.opu.ua/jspui/bitstream/123456789/5515/1/107358-232139-1-PB.pdf</a></p> <p>Розглянуто можливість використання штучних газів в якості палива замість природного газу для енергетичних барабанних котлів. Запропоновано технічні рішення для автоматичного управління як одним барабанним котлом, так і групою, що</p>

	<p>працює на загальний паропровід. Рішення засновані як на використанні додаткових технічних засобів, так і багатовимірних оптимальних алгоритмів керування. Ключові слова: барабанний котел, автоматична система управління, штучні горючі гази, технологічна ділянка.</p>
12	<p>Максимова, О.Б. Оптимизация управления системами теплоснабжения городских районов / О.Б. Максимова, С.В. Бабич, Давидов В.О. // Междунар. науч.-техн. журнал Проблемы управления и информатики. — К., 2016. — Вып. 2. — С. 116— 134.  <a href="http://inform.icybcluster.org.ua/zhurnal-2.html">http://inform.icybcluster.org.ua/zhurnal-2.html</a></p> <p>У роботі наведено метод вирішення завдання управління структурою об'єкта на прикладі системи теплопостачання. Управління здійснюється на основі багатокритеріальної оптимізації, що враховує такі складові як: якість забезпечення заданої температури; надійність та ефективність використовуваного обладнання, а також вартість енергоресурсів. Для пошуку найкращого рішення використано генетичний алгоритм. Наведено результати чисельного моделювання</p>
13	<p>Maksimova, O.V. Optimization of Control of Heat Supply Systems of Urban Districts / O.V. Maksimova, S.V. Babich, V.O. Davydov // Journal of Automation and Information Sciences — v. 48, i4, 69 – 89.  <a href="http://www.dl.begellhouse.com/ru/journals/2b6239406278e43e,31594d14086a20f5,7f81a524319967bd.html">http://www.dl.begellhouse.com/ru/journals/2b6239406278e43e,31594d14086a20f5,7f81a524319967bd.html</a></p> <p>Представлено метод вирішення проблеми оптимізації теплопостачання міського району. Контроль здійснюється на основі таких компонентів: надійність і ефективність використовуваного обладнання та витрати енергії. Наведено результати чисельного моделювання</p>
14	<p>Максимов, М. Дослідження питань автоматизації керування системою теплопостачання міста з оптимізацією структури об'єкта / М. В. Максимов, С. В. Бабич // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. –2015. – Volume 2, No 2(74)– С. . 64 – 68.  <a href="http://journals.uran.ua/eejet/article/view/40539/37930">http://journals.uran.ua/eejet/article/view/40539/37930</a></p> <p>У роботі запропоновано нове рішення проблеми, яке полягає у вдосконаленні методів та моделей автоматичного управління міською системою теплопостачання з метою підвищення економічної ефективності шляхом зміни цільової структури об'єкта контролю.</p> <p>Проведено аналіз об'єкта керування, методів та моделей, що використовуються в управлінні опаленням міста та районів. Розроблені імітаційні моделі об'єкта керування, які працюють за наявності альтернативних потоків енергії, що відрізняються за вартістю. Узагальнено та обґрунтовано критерії оптимізації та цільові функції міського теплопостачання. Вирішено завдання оптимізації опалення районів шляхом переходу від оптимізації структурного контролю об'єкта до регулювання цін на енергопотоки, запропоноване споживачеві. Для оцінки їх ефективності практично впроваджено комп'ютерно-інтегровані системи управління та контроль запропонованих об'єктів.</p>
15	<p>Tarakhtii, O.S. Perfection of Control Loop of Gas Turbine Power of Cogeneration Power Installation under Fuel Quality Variation / O.S.Tarakhtii // Journal of Automation and Information Sciences. –2017.–V. 49. – Issue 2. – P. 61 – 69.  <a href="http://www.dl.begellhouse.com/ru/journals/2b6239406278e43e,5bdc44c95254b2ed,422351e152b7e1fa.html">http://www.dl.begellhouse.com/ru/journals/2b6239406278e43e,5bdc44c95254b2ed,422351e152b7e1fa.html</a>          DOI: 10.1615/JAutomatInfScien.v49.i2.60</p> <p>Проведено аналіз впливу зміни низької теплоти згоряння на динамічні характеристики когенераційної енергетичної установки. Поворот регулювання потужності газотурбінної установки шляхом введення додаткового сигналу на основі температури газу на виході камери згоряння. Представлені результати комп'ютерного моделювання.</p>

16	<p>Тарахтий, О.С. Усовершенствование контура регулирования мощностью газовой турбины когенерационной энергетической установки в условиях изменения качества топлива / О.С. Тарахтий // Проблемы управления и информатики. – 2017. – №1. С. 96 – 103.</p> <p><a href="http://inform.icybcluster.org.ua/zhurnal-1-4.html#more-906">http://inform.icybcluster.org.ua/zhurnal-1-4.html#more-906</a>  <a href="http://dspace.opu.ua/jspui/bitstream/123456789/2352/1/%D0%A2%D0%B0%D1%80%D0%B0%D1%85%D1%82%D0%B8%D0%B9_1.pdf">http://dspace.opu.ua/jspui/bitstream/123456789/2352/1/%D0%A2%D0%B0%D1%80%D0%B0%D1%85%D1%82%D0%B8%D0%B9_1.pdf</a></p> <p>Вдосконалення контуру регулювання потужності газової турбіни когенераційної енергетичної установки в умовах зміни якості палива</p> <p>В роботі проведено аналіз впливу зміни нижчої теплоти згоряння палива на динамічні характеристики когенераційної енергетичної установки. Вдосконалено контур регулювання потужності ГТУ шляхом введення додаткового сигналу по похідній по температурі газів на виході камери згоряння. Представлені результати комп'ютерного моделювання.</p>
----	---

**Додаток 4.** Анотації українською мовою монографій, що наведені у Таблиці 5

№ з/п	Назви монографій та їх анотації
1	

**Додаток 5.** Анотації захищених кандидатських і докторських дисертацій виконавцями проекту що наведені у Таблиці 7

№ з/п	Назви дисертацій та їх анотації
1	<p>Бабич С.В. Автоматизоване керування системою теплопостачання міста з оптимізацією структури об'єкта.</p> <p>Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.13.07 – автоматизація процесів керування – Одеський національний політехнічний університет МОН України, Одеса, 2015.</p> <p>У дисертаційній роботі запропоновано нове розв'язання науково-прикладного завдання, що полягає у вдосконаленні методів і моделей автоматизованого керування системою теплопостачання міста для підвищення економічної ефективності за рахунок цільової зміни структури об'єкта керування.</p> <p>Проведено аналіз об'єкта керування, методів і моделей, що використовуються при керуванні процесом теплопостачання міста і міських районів. Розроблено імітаційні моделі об'єкта керування, що функціонує в умовах наявності альтернативних енергетичних потоків, які відрізняються різною вартістю. Синтезовано й обґрунтовано критерії і цільову функцію оптимізації процесу теплопостачання міста. Розв'язано завдання оптимізації процесу теплопостачання міських районів за рахунок переходу від структурної оптимізації об'єкта керування до керування структурою ціни запропонованих споживачу енергетичних потоків. Проведено впровадження і визначено ефективність КІСК для запропонованих об'єктів.</p>
2	<p>Тарахтій О.С. Система автоматичного управління когенераційною енергетичною установкою, що враховує зміну якості палива.</p> <p>Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.13.07 – автоматизація процесів керування – Одеський національний політехнічний університет, МОН України, Одеса, 2015.</p> <p>Дисертація присвячена розробці системи автоматичного управління, яка</p>

	<p>дозволяє враховувати зміну якості палива і аналізу енергетичних характеристик когенераційної енергетичної установки (КЕУ) за умов роботи на несертифікованих видах палива. Удосконалена математична модель динаміки на базі енергетичних і матеріальних балансів, яка відрізняється від відомих тим, що дозволяє враховувати зміну якості палива.</p> <p>Визначено, що теоретично можлива експлуатація КЕУ при використанні палив з теплотворною здатністю в діапазоні від 11941 до 78322 кДж/кг. Однак для палив, теплотворна здатність яких нижча за 30981 кДж/кг, експлуатація КЕУ буде здійснюватися на максимальних значеннях витрати палива.</p> <p>Вперше запропоновано в якості регулюючого впливу, для регулювання температури газів на вході газової турбіни, використовувати перерозподіл потоків первинного і вторинного повітря в камері згоряння.</p>
3	<p>Одреховська Є. О. Оптимізація перемикачів статичних програм регулювання потужності ЯЕУ з ВВЕР-1000 в перехідних режимах експлуатації.</p> <p>Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.13.07 – автоматизація процесів керування. – Одеський національний політехнічний університет МОН України, Одеса, 2017.</p> <p>Дисертаційна робота присвячена вирішенню актуальної науково-технічної задачі підвищення конкурентоспроможності експлуатації ЯЕУ в енергетичній системі за рахунок пошуку оптимального режиму перемикачів статичних програм регулювання при експлуатації на будь-яких рівнях потужності.</p> <p>Запропоновано імітаційну модель автоматизованої системи керування потужністю, яка заснована на перемикачів статичних програм регулювання за технологічними методами експлуатації енергетичного обладнання, що дозволило сформулювати зміну поточної моделі програми регулювання при потужності об'єкта керування в діапазоні від 80 до 100 %. Отримала подальший розвиток багатозона математична модель реактора з розподіленими параметрами, яка на відміну від відомих враховує поділ ядер <math>^{235}\text{U}</math> та <math>^{239}\text{Pu}</math>, а також розраховує аксіальний офсет як кількісну міру сталості реактора, глибину вигорання палива, як міру ефективності експлуатації та пошкодження оболонок твелів, як міру безпеки експлуатації.</p> <p>Обґрунтована можливість без ударного перемикачів енергетичного обладнання в заданому діапазоні зміни навантаження за рахунок мінімізації цільової функції методами оптимізації, що забезпечує мінімізацію поточних зовнішніх та внутрішніх збурень.</p>

**Додаток 6.** Короткий зміст (анотації) досліджень за грантами, що наведені у Таблиці 8

№ з/п	Назви грантів та їх анотації
1	

Керівник роботи

ПІБ: Пелих С.М.

Підпис \_\_\_\_\_

Дата: \_\_\_\_\_