

<b>1. ПІБ</b>
Максимов Максим Віталійович
<b>2. Назва</b>
Підвищення рівня безпеки експлуатації АЕС із ВВЕР-1000 шляхом удосконалення автоматизації перевантаження ядерного палива
<b>3. Спеціальність</b>
05.13.07. — Автоматизація технологічних процесів
<b>4. Місце роботи</b>
Одеський національний політехнічний університет
<b>5. Де виконана дисертація</b>
Одеський національний політехнічний університет
<b>6. Науковий керівник</b>
Тодорцев Юрій Костянтинович, д.т.н., професор
<b>7. Опоненти</b>
Нікульшин Володимир Русланович, д.т.н., професор Храпливий Анатолій Петрович, д.т.н., професор Ястребенецький Михайло Онисимович, д.т.н., професор
<b>8. Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами</b>
<p>Основні наукові дослідження дисертації виконані відповідно до:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Державної комплексної програми підвищення безпеки діючих атомних електростанцій України (1993 р., пп. 3.11. “Удосконалення АСУ ТП з урахуванням взаємодії “Людина-ЭОМ”; 6.3. “Розроблення пристроїв і засобів збереження і транспортування матеріалів, що діляться”;</li> <li><input type="checkbox"/> Програми модернізації енергоблоків АЕС України з реакторами ВВЕР-1000 (в-320), розд. 2, ч. 1, п. 3.2. “Інші частини АСУ ТП”, розробленої Держкоматомом України і ЕДФ/ДЕ/КЛІ у 1995 р.;</li> <li><input type="checkbox"/> Комплексу госпдоговірних робіт на АЕС України і країн СНД по впровадженню СПП підвищеної ядерної безпеки.</li> </ul> <p>Основу дисертації складають наукові і практичні результати робіт, виконаних особисто автором і під його керівництвом науковими співробітниками, аспірантами НДЛ “Атомспецавтоматика” ОДПУ та інженерами на Балаковській, Запорізькій, Рівенській та Хмельницькій АЕС.</p>
<b>9. Мета і завдання дослідження</b>
<p>Мета роботи полягає в розробці концепції, науково-технічних і методичних основ для проектування й експлуатації безпечних СПП, а також в одержанні нової інформації про особливості проведення цього процесу і на цій основі створення нових засобів і ТЗ для управління і діагностування, що дозволить забезпечити безпечну експлуатацію РУ, поліпшити умови праці операторів і скоротити простій за рахунок зменшення часу перевантаження. Відповідно до поставленої мети вирішувалися такі задачі:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Аналіз технологічного процесу перевантаження ЯП і стану ТЗ перевантаження на енергетичних реакторах України.</li> <li><input type="checkbox"/> Створення моделі СПП на основі ООМ.</li> <li><input type="checkbox"/> Розробка методики надійної ідентифікації тепловиділяючої збірки (ТВЗ) у процесі перевантаження.</li> <li><input type="checkbox"/> Створення повномасштабного тренажера для оператора МП, інтегрованого в СУ.</li> <li><input type="checkbox"/> Розробка програмно-технічного комплексу (ПТК) для автоматизації модернізованої СПП на АЕС.</li> <li><input type="checkbox"/> Впровадження розроблених АСУ ТП “Перевантаження” на АЕС України і Росії.</li> </ul>
<b>10. Наукова новизна отриманих результатів</b>

- Створено об'єктно-орієнтовану структуру моделі СПП, що враховує особливості технологічного процесу переміщення ЯП на РУ.
- Вперше розроблена ООМ СПП, що дозволяє здійснювати імітаційне моделювання будь-яких режимів перевантаження.
- Розроблено нові алгоритми програмного управління СПП.
- Для автоматизації технологічних процесів об'єктів атомної енергетики, контрольованих за допомогою промислового телебачення, уперше запропонована методика розпізнавання ідентифікаційного номера ТВЗ, що дозволила реалізувати автоматизовану заводостійку систему для виявлення і розпізнавання символів на ТВЗ, що забезпечує необхідну швидкодію, інваріантність до масштабу символів і їхнього зсуву в полі зору.
- Вперше розроблений і практично реалізований на навчально-тренувальному центрі (НТЦ) АЕС повномасштабний тренажер оператора процесу перевантаження ЯП. Тренажер забезпечує ефективне навчання персоналу за рахунок моделювання перевантажувального устаткування в усіх, у тому числі і непередбачених умовах, а також адекватну реакцію на помилкові дії операторів.
- Створено концепцію модернізації СПП, що забезпечує безаварійне проведення ядерно-небезпечних операцій по перевантаженню ЯП за рахунок комплексної автоматизації процесу перевантаження і тестування всіх елементів системи.
- Розроблений ПТК, виконаний на сучасній елементній базі для прийому й обробки інформаційних сигналів СПП, що забезпечує стійкість вузлів і блоків, розташованих у реакторному відділенні, до несприятливих кліматичних і радіаційних впливів, максимальну простоту конструкції й обслуговування вузлів, розміщених у зоні суворого санітарного контролю.
- Проведені дослідження дозволили, з одного боку, на основі теоретичного, експериментального і нормативного узагальнення вирішити велику науково-технічну проблему забезпечення безпеки і надійності технологічного процесу перевантаження ЯП на енергетичних реакторах і з іншого боку - вирішити важливу задачу національної економіки, що полягає в забезпеченні науково-технічної підтримки розроблення і виготовлення ТЗ перевантаження ЯП підвищеної ядерної безпеки для АЕС України.

### **11. Апробація результатів дисертації**

Результати дисертаційної роботи доповідались на:

- IV міжнародній науково-технічній конференції Ядерного товариства (1993 р.);
- міжнародній конференції європейського Ядерного товариства (1994 р.);
- VI міжнародній науково-технічній конференції Ядерного товариства (1995 р.);
- II конференції "Молодь ядерної енергетики України" (1995 р.);
- I міжнародній науково-технічній конференції "Математичне моделювання в електроніці і електроенергетиці" (1995 р.);
- II-VI міжнародних конференціях "Автоматика 95-99" (1995-1999 р.);
- міжнародній конференції "Укросвіт-98";
- науково-практичному семінарі "Інвестиційні ресурси для стабілізації функціонування систем енергетики" (1996 р.);
- семінарі в Китайському національному ядерному центрі, присвяченому проблемам перевантаження палива (1995 р.);
- на молодіжному симпозіумі 1996 р. в м. Обнінськ "Ядерна енергетика в третьому тисячоріччі";
- Московській міжнародній конференції з проблем управління (1999 р.);
- міжнародній конференції Ядерного товариства в 1999 р. із проблем модернізації АЕС із ВВЕР-1000.

Результати роботи були представлені на:

- міжнародній виставці у ФРН «CeBIT-2000».
- семінарах у Національному технічному університеті "КПІ";
- семінарах в Інституті ядерних досліджень НАН України;

□ —ОДПУ на семінарах ЕнІн і НДЛ "Атомспецавтоматика".

## 12. Список опублікованих праць за темою дисертації

1. Баласанян Г.А., Белоклицкая Г.Ф., Максимов М.В. и др. Диагностика и управление объектами с экстремальными условиями измерений // Тезисы докл. на II украинской конф. по автоматическому управлению ("Автоматика-95"). — Львов. — 1995. — С. 44.

2. Дацюк Т.А., Майсян И.Г., Максимов М.В. Использование автоматизированной обучающей системы "машина перегрузочная" для обучения персонала и повышения ядерной безопасности процесса перегрузки топлива на АЭС с ВВЭР—1000 // 4th Annual Scientific and Technical Conference of the Nuclear Society. — Nyzhni Novgorod (Russia). — 1993. — P. 365-367.

3. Крылов В.Н., Максимов М.В. Помехоустойчивая бинаризация и распознавание изображений символов // Тезисы докл. четвертой украинской конф. по автоматическому управлению ("Автоматика-97"). — Черкассы. — 1997. — С. 113-114.

4. Максимов М.В., Маслов О.В., Аржаковский В.К. Концепция создания интеллектуальной интегрированной среды обработки информации и принятия решений в рамках "АСУ—Ремонт" для атомных электростанций // 4th Annual Scientific and Technical Conference of the Nuclear Society. — Nyzhni Novgorod (Russia). — 1993. — P. 1264-1266.

5. Максимов М.В. Диагностика и управление процессом перегрузки ядерного топлива на водо—водяных энергетических реакторах // Тезисы докл. на II украинской конф. по автоматическому управлению ("Автоматика-95"). — Львов. — 1995. — С. 65.

6. Maximov M., Maslov O. Automatic System of Planning for Nuclear Power Plant Repair Maintenance // The Sixth Annual Scientific and Technical Conference of Nuclear Society. — Kiev. — 1995. — P. 161-162.

7. Maximov M., Maslov O. Some aspect of creating transfer system of new generation nuclear fuel // The Sixth Annual Scientific and Technical Conference of Nuclear Society. — Kiev. — 1995. — P. 159-160.

8. Маслов О.В., Олейник С.Г., Максимов М.В., Кальнев Л.Л. Автоматизированная система определения глубины выгорания ядерного топлива при проведении ТТО // Сб. тезисов докл. на международной конф. Украинского ядерного общества ("Модернизация АЭС с реакторами ВВЭР"). — Киев. — 1999. — С. 21-22.

9. Максимов М.В., Тодорцев Ю.К. Система перегрузки топлива ВВЭР-1000 повышенной безопасности // Тезисы докл. международной конф. по проблемам управления. — М.: ИПУ. — 1999. — С. 85-86.

Дисертація присвячена питанням створення системи перевантаження палива підвищеної ядерної безпеки шляхом модернізації, системи упровадження нової технології синтезованої в результаті об'єднання матеріальної та інформаційної складових. Проведено аналіз надійності технічних засобів перевантаження. У дисертації запропонований новий метод проектування технічних засобів системи перевантаження палива, на основі якого синтезовані об'єктно-орієнтовані моделі системи. Досліджувано переміщення ядерного палива в басейні перевантаження на математичній моделі. Запропоновано причинно-наслідкові моделі для побудови тренажера Для ідентифікації номера тепловиділяючої збірки розроблений проблемно-орієнтований програмно-апаратний комплекс. Розроблено основи проектування тренажера системи перевантаження палива і створене його методичне забезпечення. Розроблено методи тестування технічних засобів перевантаження палива нового покоління. Основні результати дисертації реалізовані при створенні нових технічних засобів перевантаження палива і впроваджені на АЕС.

**Ключові слова:** АЕС, система перевантаження палива, об'єктно-орієнтована методологія, ядерна безпека, імітаційне моделювання, розпізнавання маркірування ТВС, тренажер, тестування, система управління.