

**Дослідження впливу проведених модернізацій на результати імовірнісного аналізу  
безпеки енергоблоків АЕС України**

**Исследование влияния проведенных модернизаций на результаты вероятностного  
анализа безопасности энергоблоков АЭС Украины**

**Investigation of the impact of the upgrades carried out on the results of the probabilistic  
safety analysis of Ukrainian NPP power units**

Науковий керівник - доц. каф. Атомних електричних станцій, доктор техн. наук  
Комаров Ю. О., Комаров Ю.А., Komarov Yu. O.  
Студент групи ТЯ-1504 - Власюк А. Р., Власюк А. Р., Vlasyuk A. R.

**Анотація:** Розглянуто модернізації, які були проведені на енергоблоці №4 РАЕС. Представлено результати оцінки даних модернізацій. Проаналізовано їх вплив на результати імовірнісного аналізу безпеки АЕС. Проведено оцінку ефективності модернізацій.

**Ключові слова:** АЕС, імовірнісний аналіз безпеки, модифікація енергоблоку, SAPHIRE, системи безпеки, дерево подій, дерево відмов, мінімальний перетин, ЧПАЗ.

**Аннотация:** Рассмотрены модернизации, которые были проведены на энергоблоке №4 РАЭС. Представлены результаты оценки данных модернизаций. Проанализировано их влияние на результаты вероятностного анализа безопасности АЭС. Проведена оценка эффективности модернизаций.

**Ключевые слова:** АЭС, вероятностный анализ безопасности, модификация энергоблока, SAPHIRE, системы безопасности, дерево событий, дерево отказов, минимальное сечение, ЧПАЗ.

**Annotation:** The modernizations that have been carried out at the Rivne NPP power unit No. 4 are considered. The results of calculating these upgrades are presented. Their influence on the results of the probabilistic analysis of NPP safety is analyzed. The efficiency of modernizations was evaluated.

**Key words:** NPP, probabilistic safety analysis, power unit modification, SAPHIRE, safety systems, event tree, fault tree, minimum section, CDF.

Питання забезпечення надійності та безпеки атомних станцій і інших потенційно небезпечних об'єктів ядерно-енергетичного комплексу є принциповим, що визначає перспективи розвитку атомної енергетики та її місце в світовій економіці.

Як будь-який інший великий промисловий комплекс, атомна електростанція (АЕС) є джерелом ризику для навколишнього середовища. Ризик цей пов'язаний в основному з виробництвом, утриманням і збереженням радіоактивних речовин. Для того, щоб ризик був прийнятним, приймаються різні заходи на всіх етапах життєвого циклу АЕС, починаючи з розробки і закінчуючи демонтажем. Зокрема, проводиться аналіз безпеки проекту станції, для якого повинні застосовуватися методи як детермінованого, так і імовірнісного аналізу [1].

Імовірнісний аналіз безпеки (ІАБ) є одним з найбільш ефективних методів якісного дослідження та кількісної оцінки рівня безпеки блоків АЕС. ІАБ дозволяє систематично і всебічно проаналізувати всілякі аварійні ситуації та встановити основні потенційні джерела аварій на об'єкті. ІАБ дозволяє виявити, які особливості проекту і/або експлуатації АЕС є найбільш значущими з точки зору ризику появи небажаних наслідків. Поряд з результатами детерміністичних досліджень і іншими факторами, що враховуються в процесі прийняття рішень, результати імовірнісних аналізів надають базу для прийняття рішень щодо

виконання заходів, що проводяться з метою підвищення рівня безпеки, дозволяючи кількісно порівняти заходи в часі [2].

З кожним роком норми безпеки по експлуатації АЕС диктують все більш жорсткі вимоги щодо безпечної роботи станції. Тому в процесі експлуатації АЕС проект енергоблоку зазнає різні зміни: проводиться модернізація обладнання і систем, змінюються експлуатаційні, аварійні інструкції / керівництва, змінюється система управління енергоблоком, з'являється нова експлуатаційна статистика з відмов/дефектів.

Ключовими питаннями при модернізації систем, важливих для безпеки, і впровадженні організаційно-технічних заходів щодо підвищення безпеки є оцінка їх значущості та доцільності. Також важливим є вивчення ступеня впливу модернізації на загальний рівень безпеки. Тому для аналізу та обліку даних змін періодично розробляється спеціальний звіт (ЗППБ), а також проводяться різні розрахунки і дослідження.

У статті представлений аналіз впливу проведених модернізацій на імовірнісний аналіз безпеки енергоблоків АЕС України. Також відображено порівняння ефективності виконання функцій безпеки (ФБ) до та після модернізацій. дослідження проводилося на основі ймовірнісної моделі енергоблоку №4 Рівненської АЕС.

#### **Проведені на енергоблоці модернізації**

#### **Модернізація алгоритму запуску каналів систем безпеки (СБ) по сигналу «Розривний захист» 2-го контуру**

Дана модифікація записана в Комплексну (зведену) програму підвищення рівня безпеки енергоблоків атомних електростанцій (захід №13102).

Потенційно небезпечним режимом на водо-водяному енергетичному реакторі (ВВЕР), в частині можливої короткочасної втрати управління потужністю, є аварійний режим з швидким глибоким розхолодженням 1 контуру, наприклад, в результаті розриву паропроводу в невідключеній від парогенератора (ПГ) частині. При цьому відбувається введення позитивної реактивності, яка може привести до повторного виходу реактора в критичний стан (при температурі повторної критичності). Ефективності ОР СУЗ недостатньо для компенсації цього ефекту.

До впровадження заходів щодо модифікації дії по включенню в роботу каналів системи аварійної подачі бору високого тиску (ТQ14,24,34), при аваріях пов'язаних з розривом паропроводу або головного парового колектору (ГПК) (система головних паропроводів складається з чотирьох паралельних магістральних паропроводів свіжої пари і ГПК) , виконувалися оператором.

Канали ТQ14,24,34 автоматично включалися в роботу тільки в аварійних ситуаціях, пов'язаних із знеструмленням енергоблоку. За сигналом «Розривний захист» 2-го контуру (різниця температур насичення в першому і другому контурах більше 75 °С, при тиску в паропроводі нижче 50 кгс/см<sup>2</sup> і Т<sub>1к</sub> > 200 °С), а також інших захистів системи аварійного охолодження активної зони (САОЗ), автоматичне включення каналів ТQ14,24,34 не відбувалося [3].

Метою впровадження заходу є забезпечення подачі борного концентрату в 1-й контур насосами ТQ14(24,34)D01 при спрацьовуванні «Розривного захисту» 2-го контуру (різниця температур насичення в першому і другому контурах більше 75 °С, при тиску в паропроводі нижче 50 кгс/см<sup>2</sup> і Т<sub>1к</sub> > 200 °С) для своєчасного введення негативної реактивності і недопущення повторної критичності реактора.

Модернізація алгоритму запуску насосів подачі бору високого тиску ТQ14(24,34)D01 за сигналом розривного захисту другого контуру виконана відповідно за технічним рішенням №142-14-Тр-ОГТ (рег. №Тр-192/2011- СВБ). З цією метою в діючих УСБ реалізовані додаткові захисти і блокування [4].

### **Довготривале підживлення баків аварійного запасу очищеної води (БАЗОВ) і ПГ в аварійних умовах**

Дана модифікація записана в Комплексну (зведену) програму підвищення рівня безпеки енергоблоків атомних електростанцій (захід №4А0104).

Повне знеструмлення енергоблоку з втратою відведення тепла до кінцевого поглинача може виникнути внаслідок зникнення напруги на секціях 6 кВ системи електропостачання власних потреб при одночасній відсутності запуску блочної резервної дизельної електричної станції (РДЕС) і загальноблочної РДЕС. Така подія супроводжується відключенням основного обладнання енергоблоку, спрацьовуванням аварійного захисту і переходом на відведення тепла від активної зони (АкЗ) реактора в режимі самостійної циркуляції теплоносія шляхом випарювання котлової води ПГ і скидання пари через працездатні пароскидаючі пристрої (ПСУ) другого контуру. Неможливість підживлення ПГ системами основної, допоміжної і аварійної живильної води при продовженні роботи ПСУ другого контуру призводить до поступового спустошення ПГ, що супроводжується погіршенням тепловідведення від першого контуру. В результаті цього підвищується тиск в першому контурі до уставки відкриття імпульсного запобіжного пристрою (ІЗП) компенсатора тиску (КТ). Спрацьовування ІЗП КТ призводить до некомпенсованої втрати теплоносія першого контуру, оголення АкЗ і подальшого пошкодження палива [5].

Для запобігання важкого пошкодження АкЗ дії оперативного персоналу (ОП) повинні бути спрямовані на відновлення відводу залишкових енерговиділень від першого контуру шляхом підживлення ПГ за допомогою альтернативних джерел або відновлення (часткового відновлення) функції безпеки «Забезпечення надійного електропостачання».

У зв'язку з цим в рамках заходів по модифікації реалізована схема довготривалого підживлення БАЗОВ і ПГ за допомогою мобільної насосної установки (МНУ) ТХ00D01 від баків запасу хім.знесоленої води 4ТХ10(20,30)В01 і 4ТВ40В01(02) через напорний трубопровід насоса 4ТХ10D01.

МНУ110 є аварійним мобільним насосним агрегатом подачі води в парогенератори, розробленої на базі пожежної пересувної насосної станції з параметрами:  $Q=396 \text{ м}^3/\text{час}$ ,  $P=10 \text{ кгс/см}^2$ ).

Заходи, які були виконані при модернізації [4]:

- виконано монтаж трубопроводів з ручною відсічною арматурою від баків запасу хім.знесоленої води 4ТХ10(20,30)В01 і 4ТВ40В01(02) до місця підключення аварійного мобільного насосного агрегату;

- виконано монтаж трубопроводу з двома ручними відсічними арматурами від напірного трубопроводу аварійного мобільного насосного агрегату з врізкою в напірний трубопровід насоса 4ТХ10D01.

Реалізована технологічна схема дозволяє виконувати підживлення парогенераторів хім.знесоленою водою при повній відсутності електропостачання, за рахунок використання МНУ110, яка підключається до:

- баків запасу хім.знесоленої води ТХ10(20,30)В01 і ТВ40В01(02), об'ємом  $500 \text{ м}^3$  кожен;

- напорного трубопроводу насоса подачі аварійної живильної води (АЖВ) в ПГ - ТХ10D01;

Таким чином, для можливості подолання запроектованих аварій, пов'язаних з повним знеструмленням енергоблоку і не запуском дизель генераторів, забезпечена можливість розхолодження реакторної установки (РУ) з використанням систем другого контуру.

### **Результати оцінки модернізацій та їхній аналіз**

Оцінка проводилася за допомогою програми SAPHIRE 8. Відповідно до модернізації було відкориговано дерева подій (ДП) та дерева відмов (ДВ) імовірнісної моделі

енергоблоку. Результати розрахунку представлені у вигляді домінантних мінімальних перетинів.

**Результати оцінки модернізації алгоритму запуску каналів СБ по сигналу «Розривний захист» 2-го контуру**

В ході кількісної оцінки ймовірності відмови по функції безпеки «Забезпечення підкритичності реактора» до модифікації було відібрано 14 (ДВ Т61-1-В1В3 «управління реактивністю»), 13 (ДВ Т612-1-В1В3 «управління реактивністю при знеструмленні») і 14 (ДВ Т62-В1В3 «управління реактивністю») домінантних мінімальних перетинів. З цих перетинів виділенні найбільш значущі вкладники в сумарний результат. Їх значення представлено в таблицях нижче.

Таблиця 1 - Домінантні мінімальні перетини ДВ Т61-1-В1В3

#	Частота, 1/рік	Вклад перетину, %	Мінімальний перетин
C1	2.26E-6	29.6	C-TB10S2N-MOV-O-AB,HEP2-T61-&-FPI
C2	8.30E-7	10.9	C-TB10S2N-MOV-O-AB,C-TQN4S16-CKV-O-ABC
C3	8.30E-7	10.9	C-TB10S2N-MOV-O-AB,C-TQN4S10-CKV-O-ABC
C4	6.19E-7	8.09	C-TB10S2N-MOV-O-AB,C-TQN4D01-MDP-R-ABC

Таблиця 2 - Домінантні мінімальні перетини ДВ Т612-1-В1В3

#	Частота, 1/рік	Вклад перетину, %	Мінімальний перетин
C1	6.56E-6	44.6	C-TB10S2N-MOV-O-AB,HEP2-T612-&-FPI
C2	1.13E-6	7.67	C-TB10D0N-MDP-R-ABC,HEP2-T612-&-FPI
C3	9.14E-7	6.21	HEP2-T612-&-FPI,TB10S36-CKV-O
C4	8.30E-7	5.64	C-TB10S2N-MOV-O-AB,C-TQN4S10-CKV-O-ABC
C5	8.30E-7	5.64	C-TB10S2N-MOV-O-AB,C-TQN4S16-CKV-O-ABC

Таблиця 3 - Домінантні мінімальні перетини ДВ Т62-В1В3

#	Частота, 1/рік	Вклад перетину, %	Мінімальний перетин
C1	2.26E-6	29.6	C-TB10S2N-MOV-O-AB,HEP2-T62-&-FPI
C2	8.30E-7	10.9	C-TB10S2N-MOV-O-AB,C-TQN4S10-CKV-O-ABC
C3	8.30E-7	10.9	C-TB10S2N-MOV-O-AB,C-TQN4S16-CKV-O-ABC
C4	6.19E-7	8.09	C-TB10S2N-MOV-O-AB,C-TQN4D01-MDP-R-ABC

За результатами кількісної оцінки ймовірності відмови по функції безпеки «Забезпечення підкритичності реактора» після модифікації було відібрано 11 домінантних мінімальних перетини. Вони ідентичні для трьох ДВ, згаданих вище. З цих перетинів виділенні найбільш значущі вкладники в сумарний результат. Їх значення представлено в таблиці нижче.

Таблиця 4 - Домінантні мінімальні перетини модифікованих дерев відмов

#	Частота, 1/рік	Вклад перетину, %	Мінімальний перетин
C1	8.30E-7	21.1	C-TB10S2N-MOV-O-AB,C-TQN4S16-CKV-O-ABC
C2	8.30E-7	21.1	C-TB10S2N-MOV-O-AB,C-TQN4S10-CKV-O-ABC
C3	6.19E-7	15.7	C-TB10S2N-MOV-O-AB,C-TQN4D01-MDP-R-ABC

Сумарні значення результатів ймовірностей відмови по ФБ - забезпечення підкритичності реактора до та після модифікації представлені в таблиці нижче.

Таблиця 5 - Сумарні значення результатів ймовірностей відмови

#	ДВ Т61-1-В1В3	ДВ Т612-1-В1В3	ДВ Т62-В1В3
До модифікації	7.6500E-06	1.4700E-05	7.6500E-06
Після модифікації	3.9300E-06	3.9300E-06	3.9300E-06

**Аналіз отриманих результатів оцінки:**

Як видно з результатів розрахунків значення ймовірностей відмов по функції безпеки «Забезпечення підкритичності реактора» після модернізації знизилися. Це сталося через те, що помилка дій персоналу почала дублюватися автоматикою. Внаслідок чого відбувається автоматичний запуск насосів подачі бору високого тиску TQ14 (24,34)D01 за сигналом розривного захисту другого контуру.

До модернізації у всіх трьох розрахунках в першому мінімальному перетині (С1) однією з базових подій була ймовірність похибки персоналу (НЕР2-Т61-&-FPI, НЕР2-Т612-&-FPI, НЕР2-Т62-&-FPI), пов'язана з незапуском насосів. Внесок цього перетину в сумарний результат був досить значим. Особливо це помітно при знеструмленні енергоблоку, де цей внесок зростає практично в два рази.

Після модернізації дана ймовірність похибки персоналу (ППП) перестала впливати на домінуючі мінімальні перетини. Її негативне значення на сумарний результат стало набагато меншим, що призвело до зменшення загальної ймовірності відмови.

У звітах з аналізу безпеки українських АЕС наводяться дані про величину людського фактора в інцидентах і порушеннях, що становлять 25%. Тому безпека роботи АЕС безпосередньо залежить від надійності персоналу. Внаслідок чого необхідно зменшувати внесок ППП в безпеку АЕС, на що і спрямована дана модернізація.

**Результати оцінки модернізації довготривалого підживлення БАЗОВ і ПГ в аварійних умовах**

В ході кількісної оцінки результатів розрахунків ДП «Відведення тепла від РУ через 1-й контур в разі відмови систем підживлення ПГ» до модифікації було відібрано 4 домінуючих мінімальних перетини. З цих перетинів було виділено найбільш значущий вкладник в сумарний результат. Це перший мінімальний перетин (С1) і його результат представлений в таблиці нижче.

Таблиця 6 - Домінуючий мінімальний перетин до модифікації

#	Частота, 1/рік	Вклад перетину, %	Мінімальний перетин
С1	2.02E-3	84.5	ІЕ-POS03-R11,НЕР2-YRYP-F&B

За результатами кількісної оцінки ДП «Відведення тепла від РУ через 1-й контур в разі відмови систем підживлення ПГ» після модифікації було відібрано 8 домінуючих мінімальних перетини. З цих перетинів виділені найбільш значущі вкладники в сумарний результат. Їх значення представлені в таблиці нижче.

Таблиця 7 - Домінуючі мінімальні перетини після модифікації

#	Частота, 1/рік	Вклад перетину, %	Мінімальний перетин
С1	2.02E-4	43.3	ІЕ-POS03-R11,НЕР2-VFT-DC,НЕР2-YRYP-F&B
С2	9.70E-5	20.8	ІЕ-POS03-R11,НЕР2-YRYP-F&B,ТХ00D01-MDP-S
С3	9.47E-5	20.3	ІЕ-POS03-R11,НЕР2-YRYP-F&B,ТХ00D01-MDP-R

Сумарне значення результатів ймовірностей втрати відведення тепла від РУ через 1-й контур в разі відмови систем підживлення ПГ до та після модернізації наведені в таблиці нижче.

Таблиця 8 - Сумарні значення результатів розрахунків

#	До модифікації	Після модифікації
ДП SF3	2.3900E-03	4.6600E-04

**Аналіз отриманих результатів оцінки:**

Як видно з результатів розрахунків значення ймовірності втрати відведення тепла від РУ через 1-й контур в разі відмови систем підживлення ПГ після модернізації значно зменшилось. Це сталося через те, що була реалізована схема довготривалого підживлення БАЗОВ і ПГ за допомогою мобільної насосної установки в аварійних ситуаціях. До модернізації спостерігався дефіцит безпеки. Функції безпеки «Підживлення ПГ» виконувала система аварійного підживлення парогенератора, яка переставала працювати при повному знеструмленні енергоблоку.

Як видно з результатів до модернізації ймовірність першого домінуючого мінімального перетину (C1) становить практично весь сумарний результат значення втрати відведення тепла від РУ через 1-й контур в разі відмови систем підживлення ПГ. Це являється вкрай негативним явищем, оскільки поєднання тільки двох базових подій веде фактично до невиконання ФБ.

Після модернізації вдалося зменшити в два рази вплив першого домінуючого перетину на ФБ. Також вдалося добитися збалансованого профілю безпеки.

Крім того важливим є той факт, що після модернізації в ДП «Відведення тепла від РУ через 1-й контур в разі відмови систем підживлення ПГ» з'явилася додаткова аварійна послідовність з безпечним кінцевим станом РУ.

Таким чином використання МНУ110 для підживлення ПГ в умовах повного знеструмлення енергоблоку з втратою тепловідведення до кінцевого поглинача дозволяє уникнути важкого пошкодження АкЗ при забезпеченні подачі живильної води як на ранній, так і на пізній стадіях даної аварії.

**Результати оцінки ІАБ 1-го рівня внутрішніх ВПА для номінального рівня потужності**

В ході кількісної оцінки частоти пошкодження активної зони внутрішніх вихідних подій аварії (ВПА) для номінального рівня потужності до модифікації було відібрано 11 домінуючих мінімальних перетинів. З цих перетинів виділені найбільш значущі вкладники в сумарний результат. Їх значення представлено в таблиці нижче:

Таблиця 9 - Домінуючі мінімальні перетини до модифікації

#	Частота, 1/рік	Вклад перетину, %	Мінімальний перетин
C1	2.40E-7	26.6	POS-00-1,R-POS00
C2	8.19E-8	9.06	POS-00-1,C-QFN1N01-BST-Q-ABC,T9-POS00
C3	6.55E-8	7.25	POS-00-1,C-QFN1D0N-MDP-R-ABC,T9-POS00
C4	4.52E-8	5	POS-00-1,HEP1-TM-RL5N,T13-POS00

За результатами кількісної оцінки частоти пошкодження активної зони внутрішніх ВПА для номінального рівня потужності після модифікації було відібрано 10 домінуючих мінімальних перетинів. З цих перетинів виділені найбільш значущі вкладники в сумарний результат. Їх значення представлено в таблиці нижче:

Таблиця 10 - Домінантні мінімальні перетини після модифікації

#	Частота, 1/рік	Вклад перетину, %	Мінімальний перетин
C1	2.40E-7	33.3	POS-00-1,R-POS00
C2	4.52E-8	6.28	POS-00-1,HEP1-TM-RL5N,T13-POS00
C3	4.22E-8	5.87	POS-00-1,C-TQN3D01-MDP-R,S2-POS00

Сумарне значення результатів частоти пошкодження активної зони внутрішніх ВПА для номінального рівня потужності до та після модернізації наведені в таблиці нижче.

Таблиця 11

Сумарні значення результатів розрахунків ЧПАЗ внутрішніх ВПА для НРП

#	До модифікації	Після модифікації
ЧПАЗ внутрішніх ВПА для НРП	9.0400E-07	7.200E-07

#### **Аналіз отриманих результатів оцінки:**

Сумарне значення частоти пошкодження активної зони (ЧПАЗ) для внутрішніх ВПА при роботі енергоблоку на номінальному рівні потужності (НРП) до модернізації складає 9.0400E-07 1/рік, а після модернізації 7.200E-07 1/рік. Таким чином вказані модернізації зменшили цей показник на 1.8500E-07 1/рік (на 20,4 %).

#### **Висновки**

1. Проведення на енергоблоці №4 Рівненської АЕС модернізації алгоритму запуску каналів СБ по сигналу «Розривний захист» 2-го контуру та модернізації довготривалого підживлення БАЗОВ і ПГ в аварійних умовах призвело до зменшення ЧПАЗ для внутрішніх ВПА при роботі енергоблоку на номінальному рівні потужності на 20%.

2. Модернізації не вплинули на ймовірність домінантного мінімального перетину С1 (див. табл. 9, 10) - його значення залишилося тим же, однак внесок в ЧПАЗ внутрішніх ВПА для НРП виріс. Це пов'язано з тим, що інші значення домінантних мінімальних перетинів зменшились через проведення модернізацій.

3. Оскільки одним з головних завдань безпеки АЕС є зниження значення ЧПАЗ, то розглянуті вище модифікації є актуальними і ефективними та можуть бути застосовані для інших енергоблоків атомних станцій України.

#### **Перелік посилань**

1. Острейковский В.А., Швыряев Ю.В. Безопасность атомных станций. Вероятностный анализ. – М.:ФИЗМАТЛИТ, 2008. – 352 с.
2. Вероятностный анализ безопасности атомных станций (ВАБ): Учебное пособие /В. В. Бегун, О. В. Горбунов, І. М. Каденко и др. - К., 2000. - 568 с.
3. Комаров Ю.А. Атомные электрические станции: конспект лекций для студ. спец. 143 дневной формы обучения [Электронный ресурс] / Ю.А. Комаров. – Одесса : ОНПУ.
4. Ривненская АЭС. Энергоблок №4. Отчет по периодической переоценке безопасности. Фактор безопасности №6. Глава 2. Анализ безопасности энергоблока. Часть 2. Вероятностный анализ безопасности. База данных по модернизациям. 381306.203.013.БД.00.
5. Вышемирский М.П. Анализ подпитки парогенератора от мобильной насосной установки при полном обесточивании энергоблока с реакторной установкой ВВЭР-

- 1000/В-320 / М. П. Вышемирский, О. И. Жабин, С. А. Остапчук // Ядерна та радіаційна безпека. - 2016. - Вип. 4. - С. 25-31.
6. Дыбач, А.М. Методологические основы анализа и учета неопределённостей вероятностного анализа безопасности АЭС / А.М. Дыбач // Ядерная и радиационная безопасность. — 2014. — № 4(64). — С. 8—16.
  7. Розробка імовірнісної моделі енергоблока ВВЕР-1000/В-320 для внутрішніх вихідних подій при роботі енергоблока на номінальному рівні потужності для коду SAPHIRE 8: звіт про НДР (заключний) / Державне підприємство «Державний науково-технічний центр з ядерної та радіаційної безпеки». Київ, 2018. 53 с. № ДР 0118U003880.

Комаров Юрій Олексійович, komarov@onu.ua  
Комаров Юрий Алексеевич,  
Komarov Yuriy,  
Власюк Андрій Русланович,  
Власюк Андрей Русланович,  
Vlasyuk Andriy