

УДК 658.52.011

**В. О. ГРИГОРЕЦЬКИЙ****СТРУКТУРА І АЛГОРИТМ РОБОТИ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ДОПУСКОМ АВІАДИСПЕТЧЕРА ДО САМОСТІЙНОЇ РАБОТИ**

У статті запропоновані принципи побудови автоматизованої системи управління допуском авіадиспетчерів до самостійної роботи з обслуговування повітряного руху. Запропонований контур підготовки авіадиспетчерів до самостійної роботи з використанням інформаційних моделей діяльності та етапи автоматизованої діагностики авіадиспетчерів. Розроблена функціональна схема автоматизованої системи управління допуском авіадиспетчерів до самостійної роботи з управління повітряним рухом. Обґрунтовано концепцію формалізації і автоматизації процесів прийняття рішення про допуск авіадиспетчерів до самостійної роботи з точки зору забезпечення безпеки польотів.

**Ключові слова:** авіадиспетчер, управління повітряним рухом, тренажер, моделі діяльності.

**Вступ.** Останні десятиліття у світовій системі обслуговування повітряного руху (ОПР) характеризується процесом автоматизації основних та допоміжних функцій, що виконуються авіадиспетчерами, враховуючи як безпосереднє управління повітряним рухом (УПР), так і питання, пов'язані з навчанням, підготовкою і перепідготовкою авіафахівців. Проблема людського фактору при УПР є особливо актуальною. Процес УПР потребує застосування підвищених вимог до людей, що безпосередньо здійснюють радіолокаційний чи процедурний контроль за польотами повітряних суден. Оператор в системі УПР, яка відноситься до людино-машинних систем особливо складності, виступає як особлива ланка. Це пояснюється жорсткими вимогами до часу прийняття рішень та надійності операторів через високу швидкість процесів, що відбуваються в системі, та підвищений рівень небезпеки для життя людей. Тому безпека і ефективність повітряного руху суттєво залежать від підбору кандидатів, що найкраще зможуть справлятися з майбутньою роботою, а також від їх подальшої професійної підготовки в умовах авіаційного підприємства на протязі всього періоду діяльності.

Але допуск авіадиспетчерів до самостійної роботи після отримання освітнього рівня «спеціаліст» у навчальному закладі в даний момент є одним з найменш досліджених і автоматизованих. Дотепер не розглядали як єдиний процес, що вимагає комплексного врахування різних факторів, всю послідовність необхідних дій при стажуванні. Тому на даний момент вирішення з позицій системного підходу задачі автоматизації допуску авіадиспетчерів до самостійної роботи при введенні в дію на робочих місцях служби руху є досить актуальним питанням, що потребує свого термінового вирішення в умовах постійного ускладнення програмно-технічних засобів, що застосовуються при УПР. Правильно організований вибір кандидатів при прийомі на роботу на конкретне робоче місце дозволяє вже з самого початку відсівати осіб, що не відповідають вказаним вимогам і зберегти кошти та час, що необхідні для їх навчання та стажування. Організація ж самого процесу стажування на основі автоматизованого контролю стану інформаційних моделей особи людини-стажиста, що є претендентом для отримання допуску до самостійної роботи на конкретному робочому місці (далі – стажист), дозволить з індивідуальних позицій підходити до оцінки часу, необхідного для стажування, та об'єктивно оцінювати поточний рівень готовності стажиста до самостійної роботи.

**Принципи побудови автоматизованої системи управління допуском авіадиспетчерів до самостійної роботи з обслуговування повітряного руху.** Застосування узагальнених інформаційних моделей діяльності дозволяє представити процес підготовки авіадиспетчера до самостійної роботи у вигляді відкритого контуру, що включає (рис. 1):

- програмні модулі автоматизованої системи управління допуском авіадиспетчерів до самостійної роботи з УПР;

- авіадиспетчерів-стажистів;
- зовнішні впливи.

Сукупність вхідних впливів ( $\bar{E}(R, F)$ ) даного контуру є множиною факторів, які безпосередньо впливають на процес професійної підготовки авіадиспетчерів ( $F$  - цілі та стандарти професійної підготовки,  $\bar{R} = \{Q_T, Q_P\}$  - сукупність ресурсів професійної підготовки ( $Q_T$  - засоби теоретичної підготовки,  $Q_P$  - засоби практичної підготовки)).

Сукупність керуючих впливів ( $\bar{X}(U, U', U^*)$ ) автоматизованої системи управління допуском авіадиспетчерів до самостійної роботи з УПР на процес професійної підготовки складається з набору шаблонів вправ ( $U$ ), адаптованого набору вправ з урахуванням особливостей певного авіадиспетчера ( $U'$ ) та поточної вправи, що підготовлена для відображення на технічних засобах системи ( $U^*$ ).

Зворотній зв'язок ( $\bar{B}(Y, Y', Y^*)$ ) автоматизованої системи управління допуском авіадиспетчерів до самостійної роботи з УПР є сукупністю результатів професійної підготовки авіадиспетчерів ( $Y$  — сукупність дій авіадиспетчерів у ході виконання вправи,  $Y'$  - сукупність зафіксованих програмними модулями дій авіадиспетчерів у ході вправи,  $Y^*$  - аналіз та інтерпретація результатів діяльності авіадиспетчерів).

Зовнішні впливи ( $\bar{H}(h_1, h_2, \dots, h_p)$ ) на діяльність авіадиспетчерів у ході виконання вправ включають різнобічні фактори, такі як: умови професійної підготовки, стан здоров'я авіадиспетчера, рівень мотивації та інші.

Автоматизоване отримання кількісно-якісних результатів діяльності авіадиспетчерів передбачає виконання наступних процедур (рис. 2):

$$M(TO_1, \dots, TO_n) \rightarrow P(R_1)^{KT} \rightarrow P(R_2)^{JK} \Rightarrow Db(S)$$

© В. О. Григорєцький. 2015

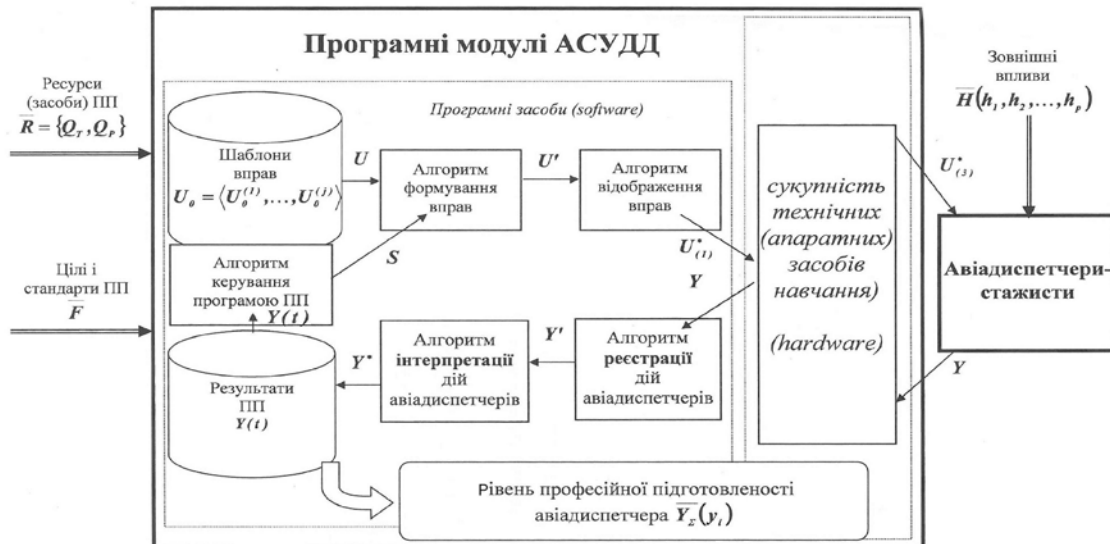


Рис. 1 – Контур підготовки авіадиспетчерів до самостійної роботи з використання інформаційних моделей діяльності

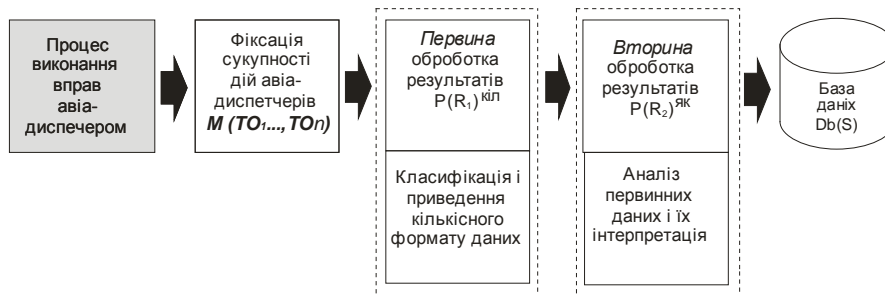


Рис. 2 – Етапи автоматизованої діагностики авіадиспетчерів

В результаті виконання алгоритму автоматизованої діагностики утворюється взаємопов'язана кількісно-якісна структура показників автоматизованої діагностики діяльності авіадиспетчера: кількісні показники (на нижньому, елементарному рівні), якісні показники (на найвищому рівні узагальнення результатів).

Одним зі шляхів вдосконалення системи професійної підготовки авіадиспетчерів і підвищення безпеки польотів є інтеграція всіх засобів і форм професійної підготовки у автоматизованих системах. Запропоновані принципи діагностики рівня професійної підготовленості авіадиспетчерів повинні бути реалізовані у комплексній автоматизованій системі управління допуском авіадиспетчерів до самостійної роботи з УПР, що охоплює сукупність процесів пізнавальної діяльності авіадиспетчерів.

Основною метою автоматизованої системи управління допуском авіадиспетчерів до самостійної роботи з УПР є підвищення надійності системи УПР за рахунок удосконалення процесів діагностики і керування рівнем професійної підготовленості авіадиспетчерів.

Автоматизована система управління допуском авіадиспетчерів до самостійної роботи з УПР є програмним комплексом з "відкритою" архітектурою, якій притаманний ряд позитивних властивостей:

- гнучке налагодження модулів;
- підключення і нарощування функцій;
- інформаційна і програмна сумісність;
- розширені можливості тестування і адміністрування системи.

Організація автоматизованої системи управління допуском авіадиспетчерів до самостійної роботи з УПР по модульному принципу має наступні переваги: логічна гнучкість, універсальність, точність, стабільність. Мірами ефективності (показниками якості функціонування) автоматизованої системи управління допуском авіадиспетчерів до самостійної роботи з УПР є:

- ступінь інтелектуальності аналізу результатів професійної підготовки;
- рівень адаптації вправ до індивідуальних характеристик авіадиспетчерів;
- можливість забезпечення модульності програмних і технічних засобів;
- можливість збору, обробки, аналізу і збереження статистичної інформації про результати підготовки;
- рівень забезпечення мобільності, налагодження і вдосконалення програмних модулів системи.

Функціональна схема автоматизованої системи управління допуском авіадиспетчерів до самостійної роботи з ОПР включає структуровані інформаційні потоки масиву вхідних даних ( $I_{BX}$ ), масиву внутрішніх даних ( $I_{BH}$ ) і масиву вихідних даних ( $I_{BIX}$ ).

У ході діагностики рівня професійної підготовленості циркуляція інформаційних потоків представляє собою односторонній рух даних в діагностичному середовищі (рис. 3): **масив вхідних даних** - прийом інформації ( $I_{BX 1}, I_{BX 2}$ )  $\Rightarrow$  **масив внутрішніх даних** - пошук ( $I_{BH 1}$ ), переробка ( $I_{BH 2}$ ), накопичення і збереження ( $I_{BH 3}$ ) інформації  $\Rightarrow$  **масив вихідних даних** - видача ( $I_{BIX 1}, I_{BIX 2}$ ) інформації.

Узагальнену модель автоматизованої системи управління допуском авіадиспетчерів до самостійної роботи з УПР (АСУДД –  $A_{Tren}^{(ST)}$ ) подамо у такому вигляді:

$$A_{Tren}^{(ST)} = \left\langle \sum_{j=1}^N L_j, \sum_{k=1}^N Y_k(t), P(I_A, I_C), \sum_{i=1}^N P(S_i), P(R_1(T), R_2(I)) \right\rangle$$

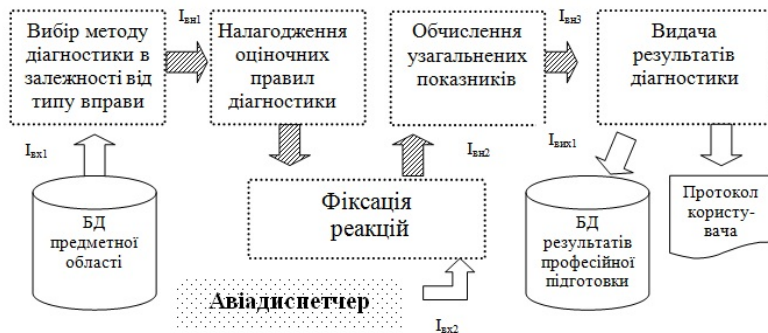


Рис. 3 – Функціональна схема автоматизованої системи управління допуском авіадиспетчерів до самостійної роботи з УПР

даній моделі наведені основні елементи реалізації автоматизованої системи управління допуском авіадиспетчерів до самостійної роботи з ОНР:

1.  $\sum_{j=1}^N L_j$  - сукупність із  $j$  узагальнених моделей

проблемних ситуацій  $j = (1, N)$ , що використовуються у якості базових компонентів при формуванні вправ.

2.  $\sum_{k=1}^N Y_k(t)$  - сукупність з  $k$  моделей авіадиспетчерів

$k \in (1, N)$ .  $Y_k(t)$  змінюються у часі ( $t$ ) протягом професійної підготовки і професійної діяльності.

3.  $P(I_A, I_C)$  - модель діяльності (алгоритм і критерії діагностики) інструктора.

4.  $\sum_{i=1}^N P(S_i)$  - індивідуальні  $i$ -ті стратегії професійної підготовки

( $S_i$ ), що представляють собою сукупність вправ, які формуються в залежності від  $Y_k(t)$  стандартів професійної підготовки.

5.  $P(R_1(T), R_2(I))$  - база даних ( $R_1(T)$  - первинні результати професійної підготовки (дії авіадиспетчерів, що зафіксовані у ході виконання вправи),  $R_2(I)$  - вторинні результати підготовки (після виконання процедур аналізу і інтерпретації  $R_1(T)$ )).

**Висновки.** В статті подано основні положення, що пов'язані з реалізацією запропонованих принципів, математичних і інформаційних моделей у вигляді алгоритмів роботи модулів автоматизованої системи управління допуском авіадиспетчера до самостійної роботи (АСУДД).

1. Автоматизоване отримання кількісно-якісних результатів діяльності авіадиспетчерів передбачає виконання процедур фіксації сукупності дій диспетчерів, первинної (кількісної) і вторинної (якісної) обробки результатів.

2. Математична формалізація керування професійною підготовкою за допомогою АСУДД може роз-

глядатися як задача дискретного управління багатокроковим процесом з заданим кінцевим станом (нормативний цільовий рівень професійної підготовленості) і набором припустимих впливів, таких, що вплив, що реалізується на  $i$ -му кроці професійної підготовки, переводить авіадиспетчера зі одного стану в інший.

3. Навчальні вправи формуються на основі проблемних професійних задач заданої предметної області, що характеризують загальні закономірності і способи дій авіадиспетчерів у типових ситуаціях з УПР.

4. Одержані в процесі проведення експериментів результати було використано також для розробки алгоритму і програмного забезпечення модуля адаптивного визначення навчального навантаження при стажуванні у службі руху.

**Список літератури:** 1. Основні принципи врахування людського фактора в системах організації повітряного руху (ATM) Doc 9758 [Текст]. – Монреаль, Канада, 2000. – 156 с. 2. Шибанов, Г. П. Кількісна оцінка діяльності людини в системах людина – техніка [Текст] / Г. П. Шибанов. – М.: Машинобудування, 1983. – 263 с. 3. Макаров, І. М. Теорія вибору та прийняття рішень [Текст] / І. М. Макаров, Т. М. Виноградська та ін. – М. Наука, 1982. – 3238 с. 4. Неділько, С. Н. Моделі професійної надійності диспетчера обслуговування повітряного руху [Текст]: тези докл. міжн. наук.-прак. конф. / С. Н. Неділько, В. О. Григорєвський // Сучасні інформаційні технології в управлінні і професійній підготовці операторів складних систем. – Кіровоград: Видавництво ДЛАУ, 2003. – С. 63–65. 5. Атанов, Г. А. Навчання та штучний інтелект [Текст] / Г. А. Атанов, І. Н. Пустиннікова. – Донецьк: Видавництво ДООУ, 2002. – 504 с. 6. Денисов, В. Г. Авіаційна інженерна психологія [Текст] / В. Г. Денисов, В. Ф. Оніщенко, А. В. Скрипеч. – М.: Машинобудування, 1983. – 232 с. 7. Макаров, Р. Н. Авіаційна педагогіка [Текст]: навч. пос. / Р. Н. Макаров, С. Н. Неділько, А. П. Бамбуркин, В. О. Григорєвський. – Москва – Кіровоград: Видавництво МАПЧАК-ДЛАУ, 2005. – 433 с. 8. Кофман, А. Вступ в теорію нечітких множен [Текст] / А. Кофман. – М.: Радіо і зв'язок, 1982. – 432 с. 9. Красовський, А. А. Математичне модулювання та комп'ютерні системи навчання і тренажу [Текст] / А. А. Красовський. – М.: ВВІА ім. Жуковського, 1989. – 255 с. 10. Гмурман, В. Е. Теорія вірогідності та математична статистика. Навчальний посібник для вузів [Текст] / В. Е. Гмурман. – М.: Висша школа, 2000. – 479 с.

**Bibliography (transliterated):** 1. Osnovni principii vrahuvannya lyudskogo faktora v sistemax organizacii povitryanogo ruhu (ATM) Doc 9758 – Monreal, Kanada, 2000, 156. 2. Shibanov, G. P. (1983). Kilkisna ocinka diyalnosti lyudini v sistemax lyudina – texnika. Moscow: Mashinobuduvannya, 263. 3. Makarov, I. M., Vinogradskaya, T. M. ta insh. (1982). Teoriya viboru ta priynnyattya rishen. Moscow: Nauka, 3238. 4. Nedilko, S. N., Grigoreckij, V. O. (2003). Modeli profesijnoi nadijnosti dispetchera obslugovuvannya povitryanogo ruhu. Tezi dokladiv mizhnarodnoi naukovo – praktichnoi konferencii « Suchasni informacijni tehnologii v upravlinni i profesijnij pidgotovci operatoriv skladnix sistem». Kirovograd: Vidavnicтво DLAU, 63-65. 5. Atanov, G. A., Pustinnikova, I. N. (2002). Navchannya ta htuchnij intelekt. – Doneck: Vidavnicтво DOU, 504. 6. Denisov, V. G., Onishhenko, V. F., Skripech, A. V. (1983). Aviacijna inzhenerna psixologiya. Moscow: Mashinobuduvannya, 232. 7. Makarov, R. N., Nedilko, S. N., Bamburkin, A. P., Grigoreckij, V. O. (2005). Aviacijna pedagogika: Navchalnij posibnik. Moskva – Kirovograd: Vidavnicтво MAPChAK-DLAU, 433. 8. Kofman, A. (1982). Vstup v teoriyu nechtikh mnozhen. Moscow: Radio i zv'yazok, 432. 9. Krasovskij, A. A. (1989). Matematichne modulyuvannya ta komp'yuterni sistemi navchannya i trenazha. Moscow: VVIA im. Zhukovskogo, 255. 10. Gmurman, V. E. (2000). Teoriya virogidnosti ta matematichna statistika. Navchalnij posibnik dlya vuziv. Moscow: Vissha shkola, 479.

Надійшла (received) 07.10.2015

## Відомості про авторів / Сведения об авторах / About the Authors

**Григорєцький Володимир Олексійович** – кандидат технічних наук, Харківський університет повітряних сил ім. І. Кожедуба; кафедра повітряної навігації та бойового управління авіацією льотного факультету; вул. Сумська 77/79, м. Харків, Україна, 61023; тел.: 050-323-30-21; e-mail: [HUPS1954@ukr.net](mailto:HUPS1954@ukr.net).

**Григорєцький Владимир Алексеевич** – кандидат технических наук, Харьковский университет воздушных сил им. И. Кожедуба; кафедра воздушной навигации и боевого управления авиацией летного факультета; ул. Сумская 77/79, м. Харьков, Украина, 61023; тел.: 050-323-30-21; e-mail: [HUPS1954@ukr.net](mailto:HUPS1954@ukr.net).

**Hryhorskyy Vladimir** – Ph.D., University of Kharkiv Air Force University. I. Kozhedub; Department of air navigation and command and control aircraft flight faculty; st. Sums 77/79, Kharkiv, Ukraine, 61023

УДК 656.212.5

**Т. Ю. КАЛАШНИКОВА, А. Й. КОСТЯК**

### УДОСКОНАЛЕННЯ РОБОТИ СОРТУВАЛЬНОЇ ГІРКИ ЯК ЛАНЦЮГА ПЕРЕВІЗНОГО ПРОЦЕСУ

Проаналізовано основні проблеми у роботі сортувальної гірки. Для скорочення тривалості затримок при виконанні операцій гіркового циклу запропоновано: збільшення швидкості заїзду та насуву гіркового локомотива; скорочення часу розпуску за рахунок спорудження спеціальної колії для вагонів, які не підлягають розпуску з гірки звичайним способом; скорочення тривалості осаджування составів на коліях сортувального парку за рахунок збільшення частки підтягувань вагонів з боку хвостової горловини сортувального парку; проведення додаткових занять з операторами гальмових позицій; збільшення кількості робітників.

**Ключові слова:** залізничний транспорт, сортувальна станція, сортувальна гірка, простий вагонів, логістичний підхід.

**Вступ.** Залізничний транспорт у загальній транспортній системі займає головне місце: працює безперервно протягом року і доби, здійснює масове перевезення різних вантажів всіх галузей народного господарства [1]. Провідна роль в успішному вирішенні завдання повного і своєчасного задоволення потреб промисловості і населення в перевезеннях на залізничному транспорті належить станціям, у тому числі і сортувальним [2, 3].

Враховуючи екологічну обстановку, що склалася, а також наслідки крупних аварій і катастроф на залізничному транспорті, можна сказати, що основною умовою при організації будь-якого технологічного процесу є забезпечення вимог безпеки. Зазначимо, що міра безпеки транспортних процесів напряму залежить від кваліфікації працівників і, в першу чергу, оперативного персоналу.

**Постановка проблеми у загальному вигляді.** Найважливішими показниками якості перевезення, з точки зору вантажовідправників, є вартість та швидкість доставки. Робота сортувальної станції у взаємодії з прилеглими дільницями безумовно впливає на обидві ці величини [46]. Таким чином, увага приділяється сортувальній гірці, як складовій перевізного процесу, з метою зменшення експлуатаційних витрат та простою вагонів. При цьому дуже важливим є впровадження нових логістичних підходів [7].

Найбільш актуальними проблемами на сортувальних станціях є підвищені енерговитрати на регулювання швидкості скочування відцепів на гальмових позиціях сортувальних гірок, «вікна» на коліях сортувального парку, пошкодження та бій вагонів, неправильний вибір принципів гальмування на сортувальних гірках, відсутність пристроїв для вимірювання швидкості розпуску составів, швидке зношування вагонних уповільнювачів [8].

На підставі статистичних спостережень проведено аналіз простою вагонів по станції Основа на протяжці п'яти років

Динаміку простою транзитних вагонів з переробкою представлено на рис. 1, простою вагонів без переробки- на рис. 2.

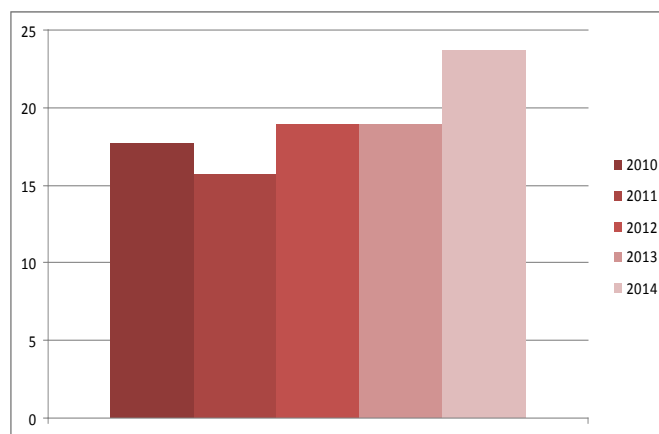


Рис. 1 – Простий транзитних вагонів з переробкою

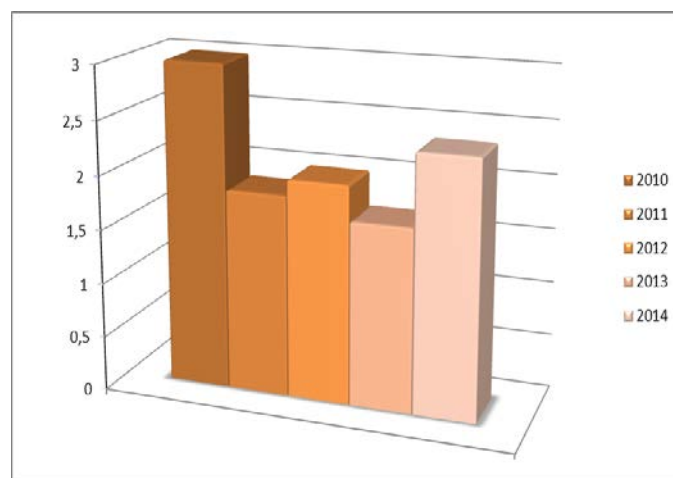


Рис. 2 – Простий вагонів без переробки