

УДК 621.002

## РОЗРОБКА АВТОМАТИЗОВАНОГО РОБОЧОГО МІСЦЯ ДИСПЕТЧЕРА ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАСПОРТУ НА ПРОМИСЛОВОМУ ПІДПРИЄМСТВІ

Заверкін А.В., Марченко Д.М., Кузьменко С.В., Чередниченко С.П.

## DEVELOPMENT OF THE AUTOMATED WORKPLACE OF THE DISPATCHER RAILWAY TRASPOT AT THE INDUSTRIAL ENTERPRISE

Zaverkin A., Marchenko D., Kuzmenko S., Cherednychenko S.

*Розглянуто роль транспорту на міжцехових перевезеннях. Проведено аналіз вантажопотоків залізничного транспорту на промислових підприємств. Надані рекомендації щодо організації маневрової роботи. Запропоновано варіанти вирішення завдань диспетчеризації. Розроблено питання автоматизації робочого місця диспетчера.*

**Ключові слова:** промислове підприємство, міжцехових перевезення, технологічний процес виробництва, залізничний транспорт, маневрова робота, залізнична станція, диспетчеризація, вантажопотік.

**Вступ.** Залізничний транспорт - це основна складова єдиного транспортного комплексу України. Його частина, в загальному обсязі вантажоперевезень, становить 88%, з них 80% це вантажі, перевезення яких здійснюються між промисловими підприємствами. Велика частина транспортних витрат цих підприємств йде на оплату оренди за користування зовнішньомережевих вагонами. Тому важливим завданням є скорочення часу обороту орендованих вагонів, який дозволить зменшити витрати і підвищити рентабельність виробництва.

Для вирішення цього завдання необхідно поліпшити управління експлуатаційними роботами на промисловому транспорті підприємств. Класичні методи інтенсивного управління були запропоновані порівняно давно і вже майже вичерпали себе, в результаті визначальною в них ролі людини. Наступним кроком є автоматизація управлінських шляхом впровадження в роботу різних автоматизованих комплексів і систем підтримки прийняття рішень. На сьогоднішній день вже існують системи відображення оперативної інформації в реальному часі ( «КАСКАД» Дніпровської фірми «Антрон»), системи автоматичної ідентифікації рухомого складу (радіочастотна «САИРС»), системи автоматичного

обліку операцій проведених з вагоном ( «КСЕОД »). Всі вони, в тій чи іншій мірі, вирішують досить вузьке коло завдань.

Більш обширною системою такого класу повинна стати система автоматизації оперативного планування обробки вагонопотоків що розробляється. На підприємстві найважливіші завдання оперативного планування, регулювання та оціночно-контролюючі функції виконує диспетчер. Тому, система, яка розробляється, буде системою автоматизованого робочого місця диспетчера, який дозволить підвищити ефективність його роботи.

**Результати досліджень.** Створення систем диспетчерського управління поїзної роботою, насамперед, спрямоване на вичерпне і спрощене отримання необхідної оперативної інформації з метою підвищення ефективності роботи диспетчерського апарату. У цьому полягає суть концентрації диспетчерського управління в єдиному центрі. Ще в 80-х роках ХХ століття були створені системи, які надавали диспетчеру інформацію в реальному часі, виводячи її на екрани моніторів. Це було досить великим досягненням, тому що дозволяло скоротити годинне відставання диспетчерів від реальних подій. Але вже і тоді було очевидно, що, крім інформації в реальному часі, диспетчеру важливо ще отримувати допомогу в плануванні майбутньої роботи і прийняття рішень.

Реалізувати цю вимогу можна лише здійснивши перехід диспетчерських центрів управління від інформаційно-довідкового режиму роботи до прогностичного (на основі моделювання перевізного процесу) і керуючому режиму роботи.

Потрібно зауважити, що створення диспетчерських систем управління транспортом дуже працездатний процес, тому на сьогоднішній день отримали розвиток лише деякі аналітичні завдання, такі як: визначення місця знаходження поїздів, локомотивів, вагонів та ін., Але немає ніякого значимого прогресу в створенні систем

планування і прийняття рішень. Дуже важливо визначити основні блоки такої системи і їх функції.

До складу системи автоматизованих робочих місць, як правило, входить не тільки спеціалізоване програмне забезпечення, але і програмне забезпечення загального призначення, зовнішні фізичні пристрої, тощо. Подальша робота була націлена саме на створення такого спеціалізованого програмного забезпечення, яке далі будемо називати АРМ СПО.

На основі аналізу викладеного матеріалу та вивчення предметної галузі в цілому була запропонована наступна первинна укрупнена схема диспетчерського управління залізничним транспортом (АРМ СПО), яка представлена на рис. 1.

Системи такого роду не складаються лише з програмного комплексу. Невід'ємною складовою є також різноманітні датчики і контролери, які призначені для автоматизації щодо простих дій виконуваних людиною.

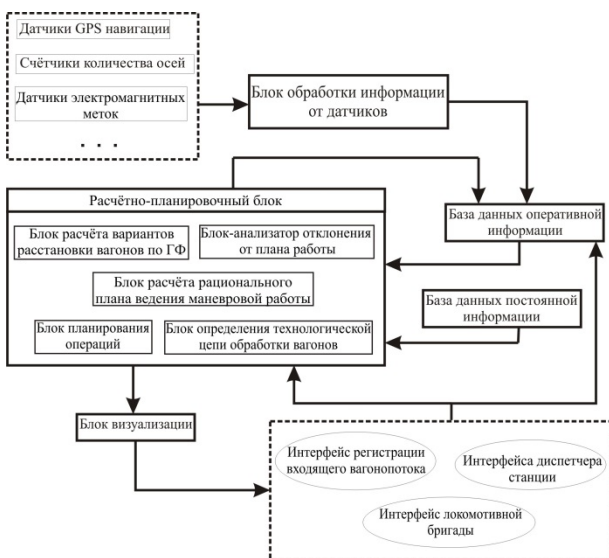


Рис. 1. Структурна схема АРМ СПО диспетчера залізничного транспорту

Інформація з датчиків передається на деякий блок обробки цієї інформації, де відбувається аналіз вхідної інформації, формування блоків необхідних для функціонування системи. Як правило, потім вихідна інформація реєструється в деякій базі даних. Базы даних є важливою частиною таких систем. Їх можна розділити на два типи: бази даних оперативно-нормативної і постійної інформації.

Головною частиною таких систем є розрахунково-плануючий блок. Він складається з багатьох модулів пов'язаних між собою. На даний момент цей блок складається з блоку розрахунку варіантів розстановки вагонів по ГФ, блоку розрахунку раціонального плану ведення маневрової роботи, блоку-аналізатору відхилення від плану роботи, системи обліку залізничних операцій і блоку планування операцій. Інформація

від розрахунково-плануючого блоку буде передаватися в базу даних оперативної інформації та на блок візуалізації. Блок візуалізації призначений для отображення поточної інформації для різних користувачів, таких як диспетчера станції, локомотивної бригади, та ін.

В системі присутні різноманітні інтерфейси користувачів. Найбільш об'ємним і функціональним є інтерфейс диспетчера залізничної станції. В його обов'язки входять поточне планування роботи, диспетчерська регуляція і оціночно-контролюючі операції. Розробляється система повинна максимально допомогти диспетчеру в його роботі. Серед інших інтересів слід виділити інтерфейс реєстрації вхідного вагонопотоку і інтерфейс локомотивної бригади.

Потрібно зауважити, що розроблена схема не є остаточною і планується її наступне розширення і деталізація, тому що відразу спроектувати систему такого рівня складності практично неможливо.

На цей час вирішені наступні завдання:

- створено БД оперативної інформації, яка необхідна для реєстрації та обліку транспортних операцій, визначення місцезнаходження вагонів, зайнятості вантажних фронтів і ін.;
- розроблено БД постійної інформації, необхідна для зберігання структури залізничних шляхів, їх характеристики, нормального положення стрілочних переводів, маршрутів руху та ін.;
- створено методику і розроблено програмне забезпечення (далі ПЗ) побудови оптимального плану ведення маневрової роботи, на певній маневровій зоні;
- створено ПО обліку залізничних операцій на підприємстві.

Далі детально розглянемо всі розроблені елементи.

При аналізі структури АРМ СПО було виявлено, що серед інших елементів системи важливе місце займають саме бази даних. Вони використовуються для збереження великої кількості інформації, необхідної для функціонування підприємства.

З одного боку, до такої інформації можна віднести дані обліку приймально-здавальних операцій (кількості перевезеного вантажу, типу вантажу, часу поставки і відправлення вантажу, тощо), дані, які описують внутрішню діяльність підприємства (перелік запланованих операцій, зайнятість вагонів в цих операціях, типів використовуваних вагонів, типів вантажу, тощо). І з іншого боку - необхідно також централізовано зберігати інформацію про структуру колійного розвитку, характеристиці шляхів, нормальне положення стрілочних переводів та ін. Необхідна інформація була розділена між двома базами даних. Одна з них призначена для зберігання відносно постійної, а друга - для оперативної інформації. Для створення баз даних використовувалася СУБД Firebird.

Для роботи функціональних блоків системи АРМ СПО (наприклад, блоку розрахунку плану ведення маневрової роботи) необхідною є інформація про структуру колійного розвитку підприємства, характеристиці шляхів, нормальному положенні залізничних стрілок, маршрутів руху, тощо. Спроекована окрема база даних, призначена для зберігання цієї інформації. Ці дані зазвичай заносяться в базу один раз, тому що зміна характеристик об'єктів, які вона описує, супроводжується великими фінансовими витратами, і проводиться досить рідко. ER-діаграма спроекованого бази даних зображена на рис. 2.

База даних оперативної інформації, перш за все, призначена для ведення контролю та обліку різноманітних транспортних операцій. Разом з цим вирішується питання обліку зайнятості вагонів на підприємстві, визначення місцезнаходження вагонів. При розробці врахована можливість закріплення кожної зареєстрованої операції за конкретним оператором. Необхідно передивитися можливість авторизації кожного робочого перед початком роботи з системою.



Рис. 2. ER-діаграма бази даних постійної інформації

Всі вимоги до оперативної бази даних були враховані під час її проєктування, ER-діаграма цієї бази зображена на рис. 3.

Важливою складовою перевізного процесу на залізничному транспорті є маневрова робота. За час обороту вантажний вагон піддається декільком переробкам на сортувальних, вантажних і дільничних станціях. Локомотивна бригада може ефективно розсортувати склад з 5-8 груп формування, але часто необхідно працювати з десятками груп в складі, вагони в якому перемішані як колода карт. Існуючі аналітичні методики дають лише приблизну оцінку часу необхідну на проведення роботи, але не дають план її ведення, внаслідок чого локомотивна бригада в складних випадках не вкладається у відведений термін, перевищуючи його в кілька разів. Тому на основі

вивчення та аналізу, що вживаються на практиці методик сортування вагонів була розроблена власна методика побудови оптимального плану ведення маневрової роботи.

У більшості випадків на промислових підприємствах при сортувальній роботі використовується методика витягування і осадження, яка виконується в одній з маневрових зон. Через обмежену кількість таких маневрових зон при веденні маневрової роботи можливі дві ситуації: кількість виділених під маневрову роботу шляхів більше або рівно кількості формованих груп, і коли кількість виділених шляхів менше кількості формованих груп.

Повний перебір варіантів неприйнятний в умовах оперативного планування і нормування оперативної роботи. Число перебираємих варіантів неймовірно швидко зростає з зростанням груп формування і доступних шляхів, а, отже, збільшується час пошуку оптимального варіанту. Тому було прийнято рішення про розробку алгоритмічних методів рішення.

У процесі роботи були створені три незалежних алгоритму пошуку плану ведення маневрової роботи методом витягування і осадження. По-перше, було проаналізовано і допрацьований метод комбінаторної сортування Е.М. Тишкина, за яким складено алгоритм і математична модель [4]. З'ясувалося, що цей метод має ряд жорстких обмежень, і не може бути застосований у всіх випадках. Тому, методом логічного тестування і аналізу, були розроблені ще 2 алгоритма ведення маневрової роботи. Кожен з алгоритмів призначений для одного з наступних типів завдань: коли груп формування більше ніж шляхів в маневровій зоні і, коли груп менше ніж шляхів. Сумісне застосування цих алгоритмів дозволяє покрити всі безліч завдань маневрової роботи.

Створена методика була реалізована в блоці побудови плану ведення маневрової роботи загальної системи АРМа.

При перевезенні вантажу необхідно чітко вести контроль і облік всіх операцій: кількості перевезеного вантажу, типу вантажу, часу поставки вантажу і ін. Важливим є облік зайнятості вагонів на підприємстві, тому що за кожну годину використання вагонів з підприємства знімають орендну плату. При відправленні вантажу також необхідно знати на яку станцію і скільки вантажу відправлено. Диспетчеру потрібно знати типи вантажів які перевозить підприємство, назва станцій-клієнтів, постійно тримати в пам'яті де і які вагони знаходяться, які операції виконують, і коли ці операції завершаться. Також йому необхідно знати яким типом вагонів і з яким вантажем можна призначати ту або іншу операцію. На диспетчері лежить дуже велика відповідальність і не кожен може працювати при такому навантаженні.

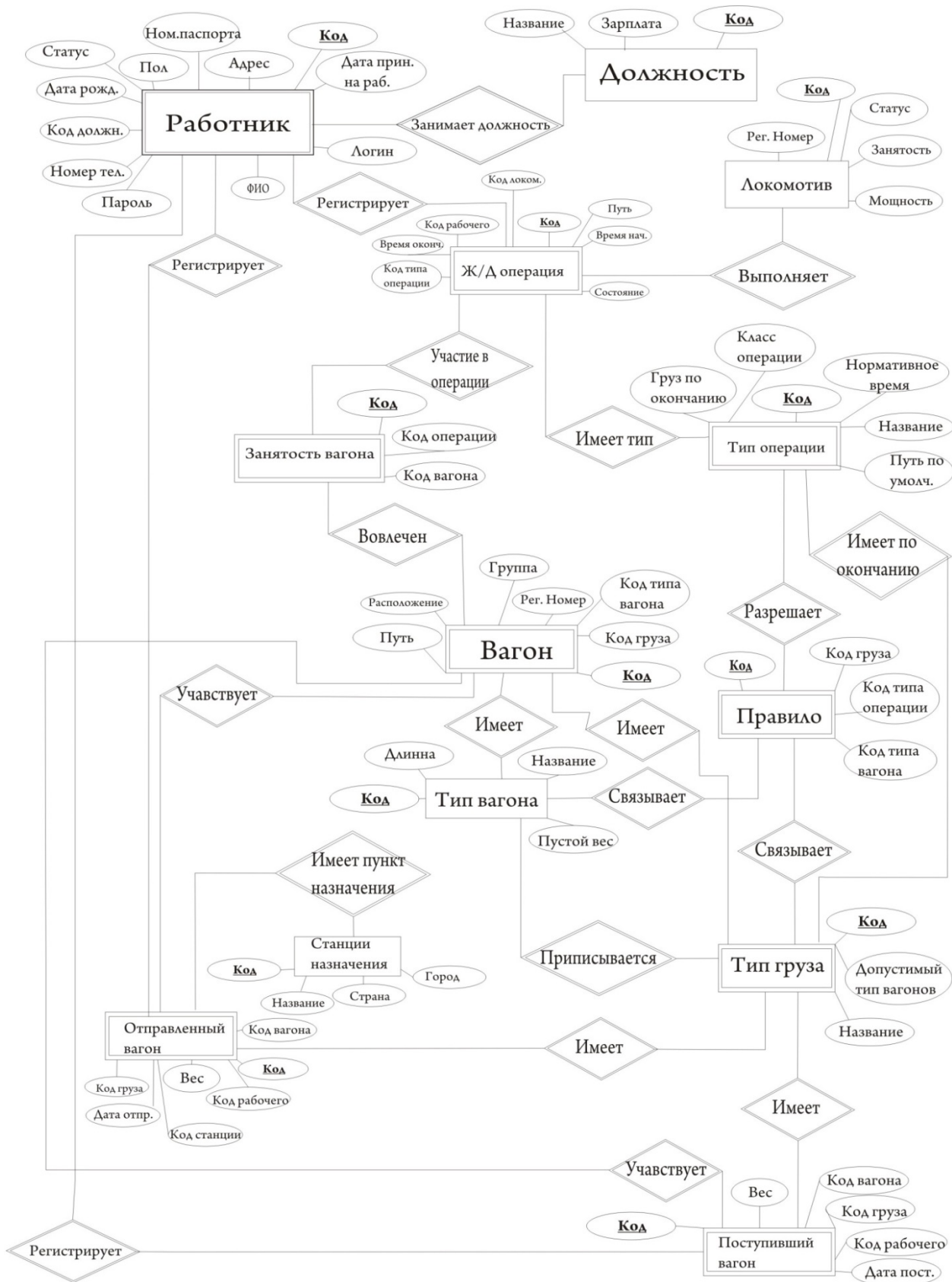


Рис. 3. ER-діаграма оперативної бази даних

Тому заради зменшення навантаження на диспетчера, а як наслідок заради зменшення помилок в роботі, ще одним блоком загальної системи АРМа розроблена інформаційна система обліку залізничних операцій на підприємстві, яка складається з БД і програми-клієнта для роботи з нею. З урахуванням використання цієї системи в реальних умовах вона повинна бути гнучкою і максимально зручною. З огляду на ці фактори в системі були передбачені можливості, які необхідні для ефективної роботи з об'єктами та суб'єктами залізничного підприємства, швидкого доступу і редагування параметрів залізничних операцій. В системі передбачена одночасна робота декількох диспетчерів.

У системі реалізований висновок інформації про діяльність у вигляді звітів на паперові носії інформації, яка допоможе прискорити роботу підприємства, отже, зробити її ефективною. Така система повинна полегшити роботу диспетчерів, перевести її на новий рівень, полегшити збір і зберігання даних, дозволяючи в зручній формі отримувати доступ до потрібної інформації. Клієнтська програма має зрозумілий користувачеві інтерфейс з елементами контролю коректності вхідних даних.

Для створення ПО використовувалася візуальне середовище програмування Borland C++ Builder 6.0.

Приклад головного вікна розробленої системи наведено на рис 4.

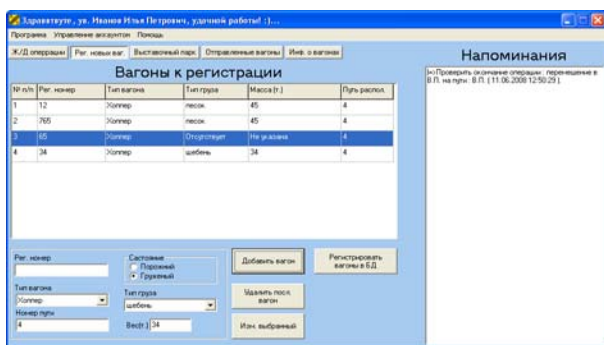


Рис. 4. Головне вікно системи обліку залізничних операцій

**Висновки.** Під час виконання даної роботи була проаналізована предметна область, проведена робота по формалізації діяльності залізничного транспорту на підприємстві, запропонована функціональна структурна схема системи диспетчерського управління. Створена власна методика побудови плану ведення маневрової роботи (ППВМР) методом витягування і осадження, а також інформаційна система обліку залізничних операцій на підприємстві в якій були враховані всі потреби користувачів, розроблені структури даних, які відповідають необхідним вимогам. В результаті ми отримали максимально наближену до реальності модель, яка може використовуватися на реальному підприємстві.

За розробленою методикою ППВМР, в рамках створення спеціального програмного забезпечення системи автоматизованого робочого місця диспетчера, був розроблений окремий блок побудови плану ведення маневрової роботи. Крім системи автоматизованого робочого місця диспетчера, цей блок може окремо використовуватися при створенні програм освітнього характеру для кафедр залізничного транспорту.

Використання цього блоку надає можливість користувачеві, наприклад диспетчеру або локомотивної бригади, отримати план раціональної тактики ведення маневрової роботи.

Блок побудови плану ведення маневрової роботи, ПО обліку залізничних операцій на підприємстві і БД є лише окремими частинами глобальної системи АРМа диспетчера.

### Література

1. Акулиничев В.М. и др. Математические методы в эксплуатации железных дорог: Учебное пособие для вузов ж.д. трансп. –М.: Транспорт, 1981–223 с.
2. Гончаров Н.Е., Казанцев В.П. Маневровая работа на железнодорожном транспорте М.: Транспорт. 1978. - 183 с.
3. Овчаренко А.А, Короп Г.В. оптимизация маневровой работы на пром. транспорте// Прогрессивные технологии в науке, образовании и экономике: сборник студенческих научных работ.-2008.-с. 85-91.
4. Тишкин Е.М. Метод комбинаторной сортировки вагонов – основа интенсивной технологии местной работы //Вестник ВНИИЖТ. - 1987. - № 2

### References

1. Akulinichev V.M. i dr. Matematicheskie metody v ekspluatatsii zheleznyih dorog: Uchebnoe posobie dlya vuzov zh.d. transp. –M.: Transport, 1981–223 s.
2. Goncharov N.E., Kazantsev V.P. Manevrovaya rabota na zheleznodorozhnom transporte M.: Transport. 1978. - 183 s.
3. Ovcharenko A.A, Korop G.V. optimizatsiya manevrovoy raboty na prom. transporte// Progressivnyie tehnologii v nauke, obrazovanii i ekonomike: sbornik studencheskih nauchnyih rabot.-2008.-s. 85-91.
4. Tishkin E.M. Metod kombinatornoj sortirovki vagonov – osnova in-tensivnoy tehnologii mestnoy raboty //Vestnik VNIIZhT. - 1987. - # 2

**Заверкин А.В., Марченко Д.Н., Кузьменко С.В., Чердынченко С.П. Разработка автоматизированного рабочего места диспетчера железнодорожного транспорта на промышленном предприятии.**

*Рассмотрена роль транспорта на межцеховых перевозках. Проведен анализ грузопотоков железнодорожного транспорта на промышленных предприятиях. Даны рекомендации по организации маневровой работы. Предложены варианты решения задач диспетчеризации. Разработаны вопросы автоматизации рабочего места диспетчера.*

**Ключевые слова:** промышленное предприятие, межцеховые перевозки, технологический процесс

*производства, железнодорожный транспорт, маневровая работа, железнодорожная станция, диспетчеризация, грузопоток.*

**Zaverkin A., Marchenko D., Kuzmenko S., Cherednychenko S. Development of the automated workplace of the dispatcher railway transport at the industrial enterprise.**

*The role of transport in interdepartmental transport is considered. The analysis of cargo traffic of a railway transport on industrial enterprise is carried out. Recommendations on the organization of shunting work are given. Options for solving dispatching tasks are proposed. The questions of automation of the workplace of the dispatcher are developed.*

**Keywords:** *industrial enterprise, inter-shop transportation, technological production process, railway transport, shunting work, railroad station, dispatching, cargo flow.*

**Заверкин А.В.** – к.т.н., доцент кафедри «ЗАТ і ПТМ», СНУ ім. В. Даля, м. Северодонецьк, Україна.

**Марченко Д.М.** – д.т.н., проф., перший проректор СНУ ім. В. Даля, м. Северодонецьк, Україна.

**Кузьменко С.В.** – к.т.н., доцент, директор навчально-наукового інституту транспорту і логістики, м. Северодонецьк, Україна.

**Чередниченко С.П.** – к.т.н., доцент кафедри «ЗАТ і ПТМ», СНУ ім. В. Даля, м. Северодонецьк, Україна.

*Рецензент:* д.т.н., проф. **Горбунов М.І.**

Стаття подана 15.04.2018.