

Міністерство освіти і науки України

Українська державна академія залізничного транспорту

На правах рукопису

ГРЕБЕНЮК ВІКТОРІЯ ЮРІЇВНА

УДК 656.2:681.586.782

**УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДІВ ТА ЗАСОБІВ КОНТРОЛЮ
РУХОМИХ ОДИНИЦЬ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ**

05.22.20 – експлуатація та ремонт засобів транспорту

Дисертація на здобуття вченого ступеня

кандидата технічних наук

Науковий керівник:

Блиндюк Василь Степанович,

д.т.н., доцент

Харків - 2014

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ	4
ВСТУП	5
РОЗДІЛ 1 Стан та перспективи розвитку методів та засобів контролю рухомих об'єктів залізничного транспорту	11
1.1 Аналіз існуючих засобів контролю рухомих одиниць залізничного транспорту	11
1.2 Характеристика основних колійних датчиків контролю рухомих об'єктів залізничного транспорту	14
1.3 Аналіз впливу електромагнітних факторів на роботу колійних перетворювачів	26
1.4 Способи захисту колійних датчиків від впливу заважаючих факторів	31
Висновки по розділу 1	33
РОЗДІЛ 2 Дослідження індуктивно-дротових перетворювачів контролю рухомих одиниць залізничного транспорту	35
2.1 Теоретичні основи функціонування колійних датчиків	35
2.2 Дослідження вимірювального каналу секції індуктивного шлейфа в умовах завад	41
2.3 Принципи побудови індуктивно-дротового датчика контролю рухомих об'єктів залізничного транспорту	49
2.4 Реалізація індуктивно-дротового датчика контролю рухомих одиниць залізничного транспорту	52
Висновки по розділу 2	57
РОЗДІЛ 3 Імітаційне моделювання процесів роботи індуктивно-дротових перетворювачів	59
3.1 Розроблення імітаційної моделі функціонування індуктивно-дротового датчика	59
3.2 Дослідження функціонування індуктивно-дротового датчика на основі лінійної одношарової нейромережі	65

3.3 Моделювання процесів роботи індуктивно-дротового датчика з використанням багат шарової нейромережі з прямою передачею сигналу	71
3.4 Перевірка адекватності функціонування імітаційної моделі індуктивно-дротового датчика	78
Висновки по розділу 3	82
РОЗДІЛ 4 Реалізація пристроїв контролю об'єктів залізничного транспорту на базі індуктивно-дротових перетворювачів	84
4.1 Дослідження впливу зовнішніх факторів на роботу індуктивно-дротових датчиків	84
4.2 Адекватність функціонування моделей, що імітують процеси роботи індуктивно-дротового датчика в різних умовах	92
4.3 Розроблення пристрою контролю проходження відепа на основі застосування індуктивно-дротового датчика	97
4.4 Техніко-економічне обґрунтування ефективності розробки та впровадження заводо захищених методів контролю рухомих одиниць залізничного транспорту	103
Висновки по розділу 4	116
ВИСНОВКИ	117
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	119
Додаток А Аналіз завод, що впливають на колійні датчики	134
Додаток Б Додаткові дані щодо результатів моделювання засобів контролю рухомих одиниць	136
Додаток В Акт впровадження результатів дисертаційної роботи на залізниці	138
Додаток Г Акт впровадження результатів дисертаційної роботи в навчальному процесі	140
Додаток Д Оцінка результативності впровадження проекту	142

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

- АБ - автоматичне блокування
- АЛСН - автоматична локомотивна сигналізація неперервного типу
- АЛСТ - автоматична локомотивна сигналізація точкового типу
- АПС - автоматична переїзна сигналізація
- АРС - система автоматичного регулювання швидкості
- АКДП - автоматичне керування рухом поїздів
- ГАЦ - гіркова автоматична централізація
- ГОС - генератор опорного сигналу
- ДІСО - інтелектуальні датчики рахунку осей
- ДТ - дросель-трансформатор
- ДЦ - диспетчерська сигналізація
- ІДД - індуктивно-дротовий датчик
- КД - колійні датчики
- КДРО - колійні датчики рахунку осей
- КРУГ - гіркові контрольно-реєструючі пристрої
- НАБ - напівавтоматичне блокування
- НМ - нейронні мережі
- ОП - операційний підсилювач
- ПВНАБ - пристрій виявлення нагрітих букс
- РТД - радіотехнічні датчики
- РК - рейкові кола
- СЗАТ - системи залізничної автоматики і телемеханіки
- ТКД - точкові колійні датчики
- ФЕП - фотоелектричний пристрій
- ЕРС - електрорушійна сила
- ЕСРО - електронна система рахунку осей
- ЕЦ - електрична централізація

ВСТУП

Актуальність теми. Нові світові тенденції потребують від галузі залізничного транспорту активного розвитку, модернізації технологій, зростання інтенсивності та якості перевезень. Ключовими завданнями залізничного транспорту є забезпечення безпеки руху поїздів, збільшення пропускнуєї спроможності перегонів і станцій, поліпшення якості обслуговування пасажирів, а також підвищення ефективності перевізного процесу. Вирішенню цих завдань сприяють системи залізничної автоматики й телемеханіки (ЗАТ), які призначені для регулювання руху поїздів.

Для підвищення безпеки руху поїздів і автоматизації процесу керування рухом рухомого складу необхідно своєчасне отримання достовірної інформації про стан колійних ділянок. У межах перегонів і станцій, в основному, датчиком інформації служать рейкові кола (РК) і точкові колійні датчики (ТКД). В умовах високого ступеня виробітку технічного ресурсу апаратури ЗАТ, морального і фізичного старіння станційного й перегінного обладнання в цілому і різних типів датчиків зокрема, виникає необхідність модернізації існуючих колійних датчиків (КД) або створення нових покращених технічних засобів.

На сьогодні застосування КД контролю рухомих об'єктів залізничного транспорту стає все більш перспективним завдяки різноманіттю виконуваних функцій. Однак датчики зазнають впливу дестабілізуючих факторів, що мають негативну дію на їх функціональну безпеку. До надійної роботи КД ставляться підвищені вимоги при впливі на них імпульсних та гармонічних завад від тягового струму, блукаючих струмів, унаслідок зміни кліматичних умов та завад іншого характеру. Ці завади можуть призвести до небезпечних збоїв у роботі КД, а також до відмов і несправностей апаратури, до аварійності й травматизму обслуговуючого персоналу. Таким чином, виникає потреба в підвищенні достовірності результатів

виявлення транспортних засобів на контрольній колійній ділянці під впливом завад, що є актуальним науково-прикладним завданням.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота виконувалася відповідно до Комплексної програми оновлення залізничного рухомого складу України на 2008-2020 роки (затверджена Наказом Міністерства транспорту та зв'язку України від 14 жовтня 2008 р. № 1259), Державної цільової програми реформування залізничного транспорту на 2010-2019 роки (Постанова Кабінету Міністрів України № 1390 від 16.12.2009 р.), Стратегії розвитку залізничного транспорту на період до 2020 року, яку схвалено розпорядженням Кабінету Міністрів України від 16 грудня 2009 р. №1555-р.

Автор брав участь як виконавець у науково-дослідній роботі «Дослідження і розробка методів автоматизованого управління рухомим складом залізничного транспорту» (номер держреєстрації 0111U002240).

Мета і задачі дослідження. Метою цієї дисертаційної роботи є вирішення науково-прикладного завдання підвищення достовірності виявлення рухомих транспортних одиниць на колійних ділянках шляхом формування завадозахищених методів їх контролю й удосконалення шлейфових датчиків.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі основні задачі наукових досліджень:

- провести комплексний аналіз наукових підходів відомих засобів виявлення рухомих одиниць на залізниці та визначити шляхи їх удосконалення;
- розробити завадозахищений метод виявлення рухомих одиниць, що дозволить підвищити достовірність їх контролю на колійній ділянці залізничного транспорту;
- розробити індуктивно-дротовий датчик (ІДД) контролю рухомих об'єктів залізничного транспорту, що дасть змогу удосконалити процес визначення рухомих одиниць у межах певної ділянки колії;

- розробити імітаційну та нейромережні моделі функціонування датчика і виконати моделювання процесів його роботи в різних умовах, зокрема під дією імпульсних та гармонічних завад: від тягового струму, блукаючих струмів, унаслідок зміни кліматичних умов, що дасть змогу врахувати вплив дестабілізуючих факторів на роботу датчика;

- розробити нейро-нечітку модель ІДД, що дозволить оцінити ефективність його роботи в умовах завад;

- розробити метод реєстрації відчепа на основі застосування синтезованого ІДД, що дасть змогу враховувати експлуатаційні особливості функціонування рухомих одиниць;

- провести техніко-економічне обґрунтування впровадження завадостійких методів контролю рухомих одиниць залізничного транспорту.

Об'єкт дослідження – процес контролю транспортних одиниць на колійній ділянці.

Предмет дослідження – методи та засоби виявлення рухомих одиниць на колійній ділянці залізничного транспорту в умовах завад.

Методи дослідження. В основі розроблення й реалізації індуктивно-дротового перетворювача лежать теоретичні основи електротехніки і теорія аналізу та синтезу комбінаційних схем і пристроїв; дослідження фізичних процесів, які відбуваються в індуктивних шлейфах, базуються на теорії електричних кіл; моделювання процесу контролю стану колійної ділянки за допомогою індуктивно-дротового датчика – на теорії імітаційного моделювання, нечіткої логіки й нейромережних технологій. При перевірці адекватності розроблених моделей використано апарат математичної статистики.

Наукова новизна одержаних результатів полягає у вирішенні науково-прикладного завдання з підвищення достовірності виявлення рухомих одиниць

залізничного транспорту на контрольній колійній ділянці шляхом збільшення завадостійкості шлейфових датчиків.

Вперше:

- розроблено завадозахищений метод виявлення рухомих одиниць залізничного транспорту, що дозволило підвищити достовірність їх контролю на колійній ділянці;

- розроблено ІДД контролю рухомих об'єктів залізничного транспорту, що дало змогу удосконалити процес визначення рухомих одиниць у межах певної ділянки колії;

- розроблено імітаційну та нейромережні моделі функціонування індуктивно-дротового перетворювача, що дало змогу врахувати вплив дестабілізуючих факторів на роботу датчика.

Удосконалено:

- нейро-нечітку модель ІДД, що дозволило оцінити ефективність його роботи в умовах завад.

Знайшов подальший розвиток:

- метод реєстрації відчепа на основі застосування синтезованого ІДД, що дало змогу врахувати вплив експлуатаційних особливостей функціонування рухомих одиниць.

Практичне значення одержаних результатів. Розроблений комплекс моделей дає можливість підвищити якість контролю стану певної колійної ділянки. Розроблено засоби, які забезпечують можливості підвищення достовірності виявлення рухомих одиниць в умовах завад, а саме: розроблено ІДД контролю наявності транспортних засобів у межах контрольної ділянки колії і пристрій контролю проходження відчепа на основі застосування індуктивно-дротових перетворювачів, який може бути використаний для реєстрації відчепа на

стрілочній ділянці колії сортувальної гірки, а також для контролю вільності та зайнятості ділянок колії підгіркового парку.

Результати окремих розділів роботи використовуються у навчальному процесі на кафедрі автоматики та комп'ютерного телекерування рухом поїздів та Інституту перепідготовки та підвищення кваліфікації кадрів Української державної академії залізничного транспорту (УкрДАЗТ) при підготовці начальників, заступників начальників, головних інженерів служб сигналізації та зв'язку, начальників дистанцій сигналізації та зв'язку та ін. Результати дисертаційної роботи впроваджені в 2013-2014 роках на переїздах та сортувальних станціях ДП «Південна залізниця», а саме: рекомендації з удосконалення методів та засобів контролю зайнятості певної колійної ділянки індуктивно-дротовим датчиком з урахуванням впливу зовнішніх факторів. Практичне впровадження результатів роботи підтверджується відповідними актами впровадження, які наведені в додатках до роботи.

Упровадження вищевказаних розробок дає змогу з підвищеною достовірністю визначити наявність або відсутність транспортних засобів на контрольній ділянці колії, що забезпечує більш ефективне регулювання рухом поїздів та виконання маневрових робіт.

Особистий внесок здобувача. Усі основні результати теоретичних і експериментальних досліджень, наведених у дисертаційній роботі, отримані особисто автором або за його безпосередньої участі. У публікаціях, які відбивають основні положення дисертації, і які написані у співавторстві, здобувачеві належать: [75] - проведено аналіз електричних факторів, що впливають на роботу колійних перетворювачів, [88] - досліджено зміну індуктивності котушки при вільності колії та за наявності над котушкою феромагнітної маси рухомої одиниці, [100] - проведено синтез технічних засобів, що дало змогу розробити ІДД, [117] - побудовано і навчено багат шарову нейромережу з прямою передачею сигналу, [126] - розроблено імітаційну модель функціонування колійного датчика на базі нейромережних технологій, [108] -

запропоновано застосування одношарової лінійної нейромережі для виконання завдання контролю рухомих об'єктів на колійній ділянці, [121] - доведено адекватність розробленої моделі контролю стану колійної ділянки. Роботи [85], [99, 102], [127,135], [140] написані одноосібно.

Дослідження, що висвітлені в усіх наукових працях, проводились в УкрДАЗТ.

Апробація результатів дисертації. Основні положення і результати дисертаційної роботи доповідалися, обговорювалися і схвалені на науково-технічних конференціях:

1. На 25, 26 Міжнародних конференціях «Перспективные компьютерные, управляющие и телекоммуникационные системы для железнодорожного транспорта Украины» // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. – 2012, 2013. – м. Алушта.

2. На 74, 75, 76 Міжнародних науково-технічних конференціях кафедр академії, інженерно-технічних працівників залізниць, підприємств і організацій України та інших країн. – Харків: УкрДАЗТ, 2012, 2013, 2014.

Дисертацію в повному обсязі розглянуто та схвалено на розширеному засіданні кафедри електротехніки та електричних машин Українського державного університету залізничного транспорту.

Публікації. Відповідно до теми дисертації опубліковано 22 наукові праці, з яких 12 статей (з них 5 без співавторів), що опубліковані у фахових виданнях затверджених Міністерством освіти і науки України (4 статті включені до міжнародних наукометричних баз) 2 патенти на винахід, 2 патенти на корисну модель, 1 додаткова стаття, 5 праць апробаційного характеру.

Структура та обсяг дисертації. Дисертаційна робота містить вступ, 4 розділи, висновки, список використаних джерел та додатки. Повний обсяг роботи становить 144 сторінки, обсяг основного тексту складає 118 сторінок друкованого

тексту, 47 ілюстрацій, 19 таблиць, список використаних джерел інформації складається з 140 найменувань і 5 додатків.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Кірма Г.М. Інтеграція залізничного транспорту України у європейську транспортну систему [Текст]: монографія / Г.М. Кірма. – Дніпропетровськ: Вид-во Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна, 2004. – 248 с.
2. Сороко В.И. Автоматика, телемеханика, связь и вычислительная техника на железных дорогах России [Текст]: Энциклопедия: в 2 т. Т. 1./ В.И. Сороко, В.М. Кайнов, Г.Д. Казиев. – М.: НПФ «Планета», 2006. — 736 с.
3. Бухгольц В.П. Путевые датчики контроля подвижного состава на рельсовом транспорте [Текст] / В.П. Бухгольц, Г.А. Красовский, А.Э. Штанке. – М.: Транспорт, 1976. – 96 с.
4. Варбанець М.Г. Системи залізничної автоматики і телемеханіки [Текст]: навч. посібник / М.Г. Варбанець. – Харків: УкрДАЗТ, 2008. – 190 с.
5. Балабанов И.В. ДЦ «Сетунь». Системы счета осей на участках с ПАБ [Текст] / И.В. Балабанов // Автоматика, связь, информатика. – 2008. – № 4. – С. 14–15.
6. Кривда М.А. Технология счета осей. Применение в системах ЖАТ [Текст] / М.А. Кривда // Автоматика, связь, информатика. – 2007. – № 8. – С. 10–11.
7. Швалов Д.В. Системы диагностики подвижного состава [Текст]: учеб. для техникумов и колледжей ж.-д. транспорта / Д.В. Швалов. – М.: Маршрут, 2005. – 268 с.
8. Тильк И.Г. Система контроля участков пути методом счета осей ЭССО [Электронный ресурс] / И.Г. Тильк, В.В. Ляной, М.А. Кривда // Железные дороги мира. – 2006. – № 11. – С. 65–6. – Режим доступа: <http://www.zdmira.com/arhiv/2006/zdm-2006-no-11#ТОС--8>. – Загл. с экрана.

9. Тильк И.Г. Новые устройства автоматики и телемеханики железнодорожного транспорта [Текст] / И.Г. Тильк. – Екатеринбург: УрГУПС, 2010. – 168 с.

10. Hornemann K. Signal und Draht. 2005. № 9, p. 14-20. АЛСН на городской железной дороге Мюнхена [Электронный ресурс] // Железные дороги мира. – 2006. – № 2. – С. 42–48. – Режим доступа: <http://www.zdmira.com/arhiv/2006/zdm-2006-no-2#ТОС--6>. – Загл. с экрана.

11. Bruhwiler A. Signal und Draht / A. Bruhwiler, H. Schluneger. 2005. № 3, p. 12-16. Компактная АЛС на основе системы ETCS [Электронный ресурс] // Железные дороги мира. – 2006. – № 7. – С. 67–71. – Режим доступа: <http://www.zdmira.com/arhiv/2006/zdm-2006-no-07#ТОС--9>. – Загл. с экрана.

12. Nordmann J. Signal und Draht. 2004. № 9, p. 41-46. Устройства АЛС на электровозах серии 185 [Электронный ресурс] // Железные дороги мира. – 2005. – № 2. – С. 53–61. – Режим доступа: <http://www.zdmira.com/arhiv/2005/zdm-2005-no-02#ТОС-185>. – Загл. с экрана.

13. Emery D. Enhanced ETCS L2/L3 control system [Text] / D. Emery // Advanced train control systems. – Southampton: WIT Press, 2010. – P. 113-122.

14. ETCS and GSM-R open the way for seamless cross-border rail traffic // Panorama UIC. – 2004. – № 22. – P. 6-7.

15. Ptok B. Signal und Draht. 2005. № 10, p. 16-21; материалы DBAG. Реализация системы ETCS уровня 2 на пилотной линии в Германии [Электронный ресурс] // Железные дороги мира. – 2005. – № 2. – С. 59–63. – Режим доступа: <http://www.zdmira.com/arhiv/2005/zdm-2005-no-02#ТОС-185>. – Загл. с экрана.

16. Бойник А.Б. Системы интервального регулирования движения поездов на перегонах [Текст]: учеб. пособие / А.Б. Бойник, С.В. Кошевой, С.В. Панченко, В.А. Сотник. – Харьков: УкрГАЗТ, 2005. – 256 с.

17. Тильк И.Г. Перспективы развития систем ИРДП [Текст] / И.Г. Тильк, В.В. Ляной // Автоматика, связь, информатика. – 2007. – № 8. – С. 7–9.
18. Щиголев С.А. Проблемы создания систем интервального регулирования поездов безрельсовых цепей [Текст] / С.А. Щиголев // Устройства и системы механизации и автоматизации железных дорог: – сб. науч. тр. - М.: Транспорт, 1988. – С. 17–23.
19. Jansen D.N. The impact of GSM-R on railway capacity [Text] / D.N. Jansen, S.G. Klages, E. Wendler // Advanced train control systems. – Southampton: WIT Press, 2010. – P. 143-153.
20. Theeg G. European train protection systems compared [Text] / G. Theeg, V. Vincze // Signal + Draht. – 2007/ - №7/8. – P. 113-120.
21. Попов П.А. Подсистема евробализов. Техническое описание [Текст] /П.А. Попов, А.С. Ададулов // Автоматика, связь, информатика. – 2010. – № 9. – С. 14–15.
22. Соболев Ю.В. Путьевые преобразователи автоматизированных систем управления железнодорожного транспорта [Текст] / Ю.В. Соболев. – Харьков: ХФИ «Транспорт Украины», 1999. – 200 с.
23. Фрайден Дж. Современные датчики[Текст]: Справочник / Дж. Фрайден – М.: Техносфера, 2005. – 592 с.
24. Воронин В.А. Рельсовые цепи на метрополитене [Текст] / В.А. Воронин, А.П. Евпятьева, Н.В. Куксов. – М.: Транспорт, 2001. – 76 с.
25. Write R.W. A sensor classification scheme in microsensors [Text] / R.W. Write // IEEE Press, New York. – 1991. – p. 3-5.
26. Келим Ю.М. Электромеханические и магнитные элементы систем автоматики [Текст]: учеб. пособие для средн. проф. учеб. заведений / Ю. М. Келим. – 2-е изд., исправл. и доп. – М.: Высш. шк., 2004. – 352 с.

27. Шелухин В.И. Датчики измерения и контроля устройств железнодорожного транспорта [Текст] / В.И. Шелухин. – М.: Транспорт, 1990. – 119 с.

28. Теег Г. Системы автоматики и телемеханики на железнодорожных дорогах мира [Текст]: учеб. пособие для вузов ж.-д. транспорта / пер. с англ.; под ред. Г. Теега, С. Власенко. – М.: Интекст, 2010. – 496 с.

29. Кириленко А.Г. Электрические рельсовые цепи [Текст]: учеб. пособие / А.Г. Кириленко, Н.А. Пельменева. – Хабаровск: ДВГУПС, 2006. – 94 с.

30. Шелухин В.И. Автоматизация и механизация сортировочных горок [Текст]: учеб. для техникумов и колледжей ж.-д. транспорта / В.И. Шелухин. – М.: Маршрут, 2005. – 240 с.

31. Шелухин В.И. Комплексированная защита горочных стрелок от несанкционированного перевода [Текст] / В.И. Шелухин, А.Г. Савицкий // Автоматика, связь, информатика. – 2002. – № 10. – С. 4 – 6.

32. Галкин О.В. Информационно-эксплуатационные показатели датчиков для счета осей [Текст] / О.В. Галкин, Г.Ф. Насонов // Автоматика, связь, информатика. – 2002. – № 2. – С. 33–35.

33. Кириленко А.Г. Счетчики осей в системах железнодорожной автоматики и телемеханики [Текст]: учеб. пособие / А.Г. Кириленко, А.В. Груша. – Хабаровск: Изд-во ДВГУПС, 2003. – 75 с.

34. Шелухин В.И. Датчик для контроля свободности стрелочных участков сортировочных горок [Текст] / В.И. Шелухин, М.Ю. Акинин, А.Г. Савицкий // Автоматика, связь, информатика. – 2009. – № 5. – С. 12–18.

35. Устройство повышения качества контроля подвижного состава [Текст]: пат. 2373093 Рос. Федерации: МПК В 61 К 9/04, В 61 L 1/16/ Лукьянов А.В., Пашков Н.Н., Комков А.З., Солдатенков Е.Г., Перелыгин В.Н.; заявитель и патентообладатель Государственное образовательное учреждение высшего

профессионального образования ИрГУПС. – № 2007144809/11; заявл. 03.12.2007; опубл. 10.06.2009, Бюл. № 32. – 11 с.

36. Татиевский С.А. Технические характеристика датчиков счета осей [Текст] / С.А. Татиевский // Автоматика, связь, информатика. – 2003. - № 1. – С. 36–39.

37. Датчик счета колес [Текст]: пат. 2089424 Рос. Федерации: МПК В 61 L 1/16/ Галкин О.В., Ничипоренко А.Н., Овчинников Ю.Б., Хоменков А.Н.; заявитель и патентообладатель Управление Октябрьской железной дороги. – № 94016287/11; заявл. 20.04.1994; опубл. 10.09.1997. – 7 с.

38. Галкин О.В. Многофункциональный датчик счета осей [Текст] / О.В. Галкин, А.Н. Шабалин, Г.Ф. Насонов // Автоматика, связь, информатика. – 2004. – № 11. – С. 6–9.

39. Щиголев С.А. Путевой датчик ДПЭП системы УКПСО [Текст] / С.А. Щиголев, В.А. Шевцов, Г.В. Хохряков, Б.С. Сергеев // Автоматика, связь, информатика. – 2001. – № 3. – С. 9–11.

40. Щиголев С.А. Станционная аппаратура системы УКП СО/ С.А. Щиголев, В.А. Шевцов, Б.С. Сергеев //Автоматика, связь, информатика.– 2000.– № 11.– С. 10–14.

41. Щиголев С.А. Аппаратура счетных пунктов системы УКП СО / С.А. Щиголев, В.А. Шевцов, Б.С. Сергеев // Автоматика, связь и информатика.– 1999. – №12 – С. 11–14.

42. Волович Г.И. Схемотехника аналоговых и аналогово-цифровых электронных устройств [Текст] / Г.И. Волович. – М.: Издательский дом «Додэка-XXI», 2005. – 528 с.

43. Ивахненко Д.Л. Обработка сигналов датчиков счета осей для сортировочной горки [Текст] / Д.Л. Ивахненко, И.И. Бадьян // Автоматика, связь, информатика. – 2006. – № 8. – С. 6–8.

44. Шелухин В.И. Нормативная длина горочного стрелочного участка и зоны обнаружения [Текст] / В.И. Шелухин, А.Г. Савицкий, М.Ю. Акинин, И.Н. Перов // Автоматика, связь, информатика. – 2007. – № 2. – С. 28–32.

45. Шелухин В.И. Нормативная длина горочного стрелочного участка и зоны обнаружения [Текст] / В.И. Шелухин, А.Г. Савицкий, М.Ю. Акинин, И.Н. Перов // Автоматика, связь, информатика. – 2007. – № 4. – С. 30–32.

46. Сагайтис В.С. Устройства механизированных и автоматизированных сортировочных горок [Текст]: справочник. – 2-е изд., перераб. и доп. / В.С. Сагайтис, В.Н. Соколов. – М.: Транспорт, 1988. – 208 с.

47. Крамаренко Е.Р. Системы сбора информации на железнодорожном транспорте [Текст]: курс лекций / Е.Р. Крамаренко. – Хабаровск: ДВГУПС, 2005. – 145 с.

48. Савицкий А.Г. Сход на горке станции Орехово-Зуево [Текст] / А.Г. Савицкий, В.И. Шелухин // Автоматика, связь, информатика. – 2006. – № 5. – С. 33–35.

49. Ульянов В.М. Индуктивные датчики в системах железнодорожной автоматики [Текст] / В.М. Ульянов, А.М. Дудниченко, К.Альтехаге // Автоматика, связь, информатика. – 2007. – № 2. – С. 13–16.

50. Перов И.Н. Индуктивный шлейф как чувствительный элемент индуктивно-проводного датчика [Текст] / И.Н. Перов, М.Ю. Акинин // Автоматика, связь, информатика. – 2005. – № 2. – С. 12 – 14.

51. Индуктивно-проводной датчик [Текст]: пат. 2339530 Рос. Федерации: МПК В 61 L 1/08 / Ноздрин К.А., Габдулхаев А.Б., Никитин А.Н., Демин Л.А.; заявитель и патентообладатель ОАО «Ижевский радиозавод». – № 2006132935/11; заявл. 13.09.2006; опубл. 27.11.2008, Бюл. №33. – 9 с.

52. Карюкин С.Е. Индуктивно-проводной датчик [Текст] / С.Е. Карюкин // Автоматика, связь, информатика. – 1998. – № 8. – С. 10–12.

53. Hilger G. Elektrische Bahnen. 2006. № 4, p. 171-176. Датчики частоты вращения для подвижного состава [Электронный ресурс] // Железные дороги мира. – 2007. – № 5. – Режим доступа: <http://www.zdmira.com/arhiv/2007-god/zdm-2007-no-05#ТОС--6>. – Загл. с экрана.
54. Rail line sensing and safety system [Text]: pat. 246126 US: МПК АВ 61L 102FI / Richard C. Carlson, Peter Strezev, Kurt A. Gunther, Marc W. Cygnus; Applicant Richard C. Carlson, Peter Strezev, Kurt A. Gunther, Marc W. Cygnus. – № 20120138752; published 07.06.2012.
55. Векслер М.С. Системы диагностики подвижного состава [Текст]: тексты лекций. Ч. 1 / М.С. Векслер. – Челябинск: ЧИПС, 2005. – 116 с.
56. Benes E. Sensors based on piezoelectric resonators [Text] / E. Benes, M. Groshi, W. Burger, M. Schmid // Sensors Actuators. – 1995. - № 48. – p. 5-21.
57. Кравцов Ю.А. Оценка воздействия асимметрии на работу РЦ [Текст] / Ю.А. Кравцов, Ю.И. Зенкович, В.С. Сафро и др. // Автоматика, связь, информатика. – 2007. – №7. – С. 30–32.
58. Tuttas Ch. Elektrische Bahnen [Text] / Ch. Tuttas // 2001, - № 6/7, - S. 262-267.
59. U. Henning et al. Elektrische Bahnen. 2001. № 6/7, p. 284 – 291. Исследование электрической совместимости [Электронный ресурс] // Железные дороги мира. – 2002. – № 4. – Режим доступа: <http://www.css-rzd.ru/zdm/04-2002/01212-1.htm> - Загл. с экрана.
60. Мащенко П.Е. Тяговый ток в рельсовой цепи: зависимости и влияния [Текст] / П.Е. Мащенко // Мир транспорта. – 2009. – №4. – С. 44–49.
61. Шаманов В.И. Асимметрия тяговых токов под катушками АЛС [Текст] / В.И. Шаманов, Ю.А. Трофимов // Автоматика, связь, информатика. – 2008. – № 11. – С. 37–39.

62. Кравченко К.В. Защита систем ЖАТ от грозových и коммутационных перенапряжений [Текст] // Автоматика, связь, информатика. – 2011. – №4. – С. 25–28.

63. Милехин Д.А. Защита от грозových и коммутационных перенапряжений [Текст] / Д.А. Милехин, Н.А. Кияткин // Автоматика, связь, информатика. – 2012. – № 1. – С. 5–6.

64. Разгонов С.А. Підвищення надійності роботи рейкових ланцюгів в умовах впливу перешкод тягового струму та нестабільності напруги в мережі живлення [Текст]: дис... канд. техн. наук / С.А. Разгонов. – Харьков, 2011. – 178 с.

65. Menuet J. Revue Générale des Chemins de Fer. 2001. № 4, p. 9 – 14. Система борьбы с обледенением проводов контактной сети [Электронный ресурс] // Железные дороги мира. – 2002. – № 11. – Режим доступа: <http://www.css-rzd.ru/zdm/11-2002/02117.htm>. - Загл. с экрана.

66. Чекулаев В.Е. Бесперебойная работа контактной сети при гололеде [Текст] / В.Е. Чекулаев // Локомотив. – 2007. – № 1. – С.58–60.

67. Попов Д.А. Комплексный подход к проблемам защиты [Текст] / Д.А. Попов // Автоматика, связь, информатика. – 2011. – № 4. – С. 32–36.

68. Кравцов Ю.А. Системы железнодорожной автоматики и телемеханики [Текст]: учеб. для вузов / Ю.А. Кравцов, В.Л. Нестеров, Г.Ф. Лекута и др.; под общ. ред. Ю.А. Кравцова. – М.: Транспорт, 1996. – 400 с.

69. Аркатов В.С. Рельсовые цепи. Анализ работы и техническое обслуживание [Текст] / В.С. Аркатов, Ю.А. Кравцов, Б.М. Степенский. – М.: Транспорт, 1990. – 295 с.

70. Serdyuk T. Distribution of harmonics of return traction current on feeder zone and evaluation of its influence on the work of rail circuits [Text] / T. Serdyuk, V. Gavriluk //18th International Wroclaw Symposium and Exhibition on Electromagnetic Compatibility EMC 2006. – Wroclaw. – 2006. – P. 467-470.

71. Бадер М.П. Электромагнитная совместимость [Текст]: учеб. для вузов ж. –д. транспорта / М.П. Бадер. – М.: УМК МПС, 2002. – 638 с.
72. Марквардт К.Г. Электроснабжение электрифицированных железных дорог [Текст] / К.Г. Марквардт. –4-е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1982. – 528 с.
73. Аркатов В.С. Рельсовые цепи магистральных железных дорог [Текст]: Справочник / В.С. Аркатов, Ю.В. Аркатов, С.В. Казеев, Ю.В. Ободовский. –3-е изд., перераб. и доп. – М.: ООО Миссия-М, 2006. – 496 с.
74. Котельников А.В. Блуждающие токи электрифицированного транспорта [Текст] / А.В. Котельников. – М.: Транспорт, 1986. – 279 с.
75. Бабаев М.М. Анализ влияния электромагнитных факторов на работу рельсовых цепей [Текст] / М.М. Бабаев, В.Ю. Гребенюк // Зб. наук. праць ДонІЗТ. – 2011. – Вип. 28. – С. 75–82.
76. Кравцов Ю.А. Работа рельсовых цепей в условиях гололедообразования на контактном проводе [Текст] / Ю.А. Кравцов, Е.А. Воблый, Е.А. Гоман и др // Автоматика, связь, информатика. – 2004. – № 5. – С. 17–19.
77. Зингер М.Б. Защита устройств ЖАТ от перенапряжений [Текст] / М.Б. Зингер // Автоматика, связь, информатика. – 2009. – № 7. – С. 30–34.
78. Зингер М.Б. Возможности совершенствования защиты устройств от перенапряжений [Текст] / М.Б. Зингер // Автоматика, связь, информатика. – 2010. – № 3. – С. 34–37.
79. Кузнецов М. Входные цепи устройств РЗА. Проблемы защиты от мощных импульсных перенапряжений [Текст] / М. Кузнецов, Д. Кунгуров, М. Матвеев, В. Тарасов // Новости электротехники. – 2006. – № 6 (42). – С. 2–6.
80. Калиниченко А.Я. Совершенствование системы защиты железнодорожной автоматики от грозовых и коммутационных перенапряжений

[Текст] / А.Я. Калиниченко, А.И. Каменев, В.И. Талалаев, Г.А. Новиков // Автоматика, связь, информатика. – 2004. – № 4. – С. 2–5.

81. Калиниченко А.Я. Комплексная система защиты технических средств железнодорожной автоматики от грозовых и коммутационных перенапряжений [Текст] / А.Я. Калиниченко, Е.Н. Розенберг, С.А. Сухоруков и др. // Автоматика, связь, информатика. – 2002. – № 5. – С. 12–15.

82. Щека В.І. Організація захисту рейкових кіл від електромагнітних завад з боку контактної мережі [Текст] / В.І. Щека // Електромагнітна сумісність та безпека на залізничному транспорті: наук.-практ. журнал ДНУЗТ. – 2011. – Вип. 1. – С. 84–90.

83. Федоров Н.Е. Современные системы автоблокировки с тональными рельсовыми цепями [Текст]: учеб. пособие / Н.Е. Федоров. – Самара: СамГАПС. – 2004. – 132 с.

84. Костроминов А.М. Об электромагнитной совместимости рельсовых цепей с перспективным электроподвижным составом [Текст] / А.М. Костроминов // Автоматика, телемеханика, связь. – 1989. – № 6. – С. 33–34.

85. Гребенюк В.Ю. Анализ современных путевых датчиков контроля подвижных объектов железнодорожного транспорта [Текст] / В.Ю. Гребенюк // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. – 2012. – № 3. – С. 70–75.

86. Гребенюк В.Ю. Моделювання електромагнітних датчиків [Текст] / В.Ю. Гребенюк // Перспективные компьютерные, управляющие и телекоммуникационные системы для железных дорог Украины: 25-я междунар. конф., 24 – 29 сент. 2012 г.: тезисы докл. – Алушта, 2012. – С. 111–112.

87. Гребенюк В.Ю. Аналіз впливу дестабілізуючих факторів на роботу індуктивно-дротових датчиків систем залізничної автоматики [Текст] / В.Ю. Гребенюк // 74-а Міжнар. наук.-технічна конф. УкрДАЗТ. - Збірник

наукових праць УкрДАЗТ: тези доповідей. – Харків: УкрДАЗТ, 2012. – Вип. 129. – С. 203.

88. Бабаєв М.М. Аналіз впливу феромагнітної маси рухомої одиниці на індуктивні датчики систем залізничної автоматики [Текст] / М.М. Бабаєв, М.Г. Давиденко, В.Ю. Гребенюк // Зб. наук. праць УкрДАЗТ. – Харків: УкрДАЗТ, 2012. – Вип. № 129. – С. 117–123.

89. Бессонов Л.А. Теоретические основы электротехники. Электромагнитное поле [Текст] / Л.А. Бессонов. – М.: Высш. шк., 1978. – 232 с.

90. Инкин А.И. Электромагнитные поля и параметры электрических машин [Текст] / А.И. Инкин. – Новосибирск: ООО «Издательство ЮКЭА», 2002. – 464 с.

91. Бессонов Л.А. Теоретические основы электротехники. Электрические цепи [Текст] / Л.А. Бессонов. – М.: Гардарики, 2000. – 638 с.

92. Гусев В.Г. Электроника [Текст]: учеб. пособие для приборостроит. спец. вузов. / В.Г. Гусев, Ю.М. Гусев. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1991. – 622 с.

93. Шахгильдян В.В. Системы фазовой автоподстройки частоты [Текст] / В.В. Шахгильдян, А.А. Ляховкин. – М.: Связь, 1972. – 448 с.

94. Марченко А.Л. Основы электроники [Текст]: учеб. пособие для вузов / А.Л. Марченко. – М.: ДМК Пресс, 2008. – 296 с.

95. Індуктивно-дротовий датчик для виявлення транспортного засобу в межах певної ділянки шляху [Текст]: пат. 101096 України: МПК В 61 L 1/00, / Бабаєв М.М., Блиндюк В.С., Ананьєва О.М., Гребенюк В.Ю.; власник Українська державна академія залізничного транспорту. – № а 201111355; заявл. 26.09.2011; опубл. 25.02.2013, Бюл. №4. – 5 с.

96. Індуктивно-дротовий датчик для виявлення транспортного засобу в межах певної ділянки шляху [Текст]: пат. 69618 України: МПК В 61 L 1/00, /

Бабаєв М.М., Блиндюк В.С., Ананьєва О.М., Гребенюк В.Ю.; власник Українська державна академія залізничного транспорту. – № и 201111537; заявл. 29.09.2011; опубл. 10.05.2012, Бюл. №9. – 4 с.

97. Щука А.А. Электроника [Текст]: учеб. пособие / А.А. Щука; под ред. А.С. Сигова. – СПб.: БХВ – Петербург, 2005. – 800 с.

98. Лаврентьев Б.Ф. Схемотехника электронных средств [Текст]: учебное пособие для студентов вузов / Б.Ф. Лаврентьев. – М.: Издательский центр «Академия», 2010. – 336 с.

99. Гребенюк В.Ю. Применение путевых датчиков контроля подвижных объектов на железнодорожном транспорте [Текст] / В.Ю. Гребенюк // Українські залізниці. – 2013. – №5. – С. 56–61.

100. Бабаєв М.М. Индуктивно-проводной датчик контроля подвижных объектов железнодорожного транспорта [Текст] / М.М. Бабаєв, В.С. Блиндюк, В.Ю. Гребенюк // Зб. наук. праць. – Донецьк: ДонІЗТ, 2012. – Вип. 32. – С. 91–99.

101. Zhang J. Simulink models for track circuit in railway signaling system [Text] / J. Zhang // IRSE Australasia Technical Meeting in Yeppoon: technical papers. – 1997.

102. Гребенюк В.Ю. Моделирование процессов работы индуктивно-проводного датчика [Текст] / В.Ю. Гребенюк // Зб. наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2012. – Вип. 134. – С. 162–173.

103. Hunt K.J. Neural Networks for Control System - A Survey [Text] / K.J. Hunt, D. Sbarbaro, R. Zbikowski, P.J. Gawthrop // Automatica. – 1992. - Vol. 28. - P. 1083-1112.

104. Гребенюк В.Ю. Моделювання процесів роботи індуктивно-дротового датчика за допомогою нейронних мереж [Текст] / В.Ю. Гребенюк // 75 – а Міжнар. наук.-техн. Конф. УкрДАЗТ. – Збірник наукових праць УкрДАЗТ: тези доповідей. – Харків: УкрДАЗТ, 2013. – Вип. 136. – С. 290.

105. Хайкин С. Нейронные сети. Полный курс [Текст] –/ Пер. с англ. 2-е изд. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2006. – 1104 с.

106. Каллан Р. Основные концепции нейронных сетей [Текст] / Пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2001. – 288 с.

107. Denoeux J. Initializing back propagation networks with prototypes [Text] / J. Denoex, R. Lengalle // Neural Networks. – 1993. - Vol. 6. - P. 351-363.

108. Бабаев М.М. Разработка модели функционирования индуктивно-проводного датчика с помощью нейросетевых технологий [Текст] / М.М. Бабаев, В.Ю. Гребенюк // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. – 2014. - № 1. – С. 59-63.

109. Rumelhart D. E. Learning representations by back-propagating errors [Text] / D.E. Rumelhart, G. E. Hinton, R. J. Williams // Nature. – 1986. - Vol. 323. - P. 533-536.

110. Touretzky D.S. What is hidden in the hidden layers [Text] // D.S. Touretzky, D.A. Pomerleau / Byte, 1989. – Vol. 14. – P. 227-233.

111. Kramer A.H. Efficient parallel learning algorithms for neural networks [Text] // A.H. Kramer, A. Sangiovanni-Vincentelli / Advances in neural Information Processing Systems, San Mateo, CA: Morgan Kaufman, 1989. – Vol.1. – P. 40-48.

112. Rumelhart D. E. Learning internal representations by error propagation [Text] / D. E. Rumelhart, G. E. Hinton, R. J. Williams, J. L. McClelland. – Cambridge: MA: The M.I.T. Press, 1986. – 362 p.

113. Charalambous C. Conjugate gradient algorithm for efficient training of artificial neural networks [Text] / C. Charalambous // IEEE Proceedings. - 1992. - Vol. 139, № 3. - P. 301-310.

114. Powell M. J. D. Restart procedures for the conjugate gradient method [Text] / M. J.D. Powell // Mathematical Programming. – 1977. - Vol. 12. – P. 241–254.

115. Levenberg K. A. Method for the Solution of Certain Problems in Last Squares [Text] / K.A. Levenberg // Quarterly of Applied Mathematics.– USA:Brown University, 1944.– Vol. 2.– P. 164—168.

116. Hagan M. T. Training feedforward networks with the Marquardt algorithm [Text] / M.T. Hagan, M. Menhaj // IEEE Transactions on Neural Networks, – 1994. - Vol. 5, № 6. – P. 989–993.

117. Бабаев М.М. Нейросетевая модель функционирования индуктивно-проводного датчика с использованием сети с прямой передачей сигнала и обратным распространением ошибки [Текст] / М.М. Бабаев, В.Ю. Гребенюк // Зб. наук. праць. – Донецьк: ДонІЗТ, 2014. – Вип. 38. – С. 5–13.

118. Marquardt D. W. Generalized inverses, ridge regression, biased linear estimation, and nonlinear estimation [Text] / D.W. Marquardt // Technometrics. - 1996. - Vol. 12, № 3. - P. 605-607.

119. Efron B. Least angle regression [Text] / B. Efron, T. Hastie, I. Johnstone, R. Tibshirani // The Annals of Statistics. - 2004. - Vol. 32, № 3. - P. 407 - 499.

120. Ван дер Вандер Б.Л. Математическая статистика [Текст]: пер. с нем. Л.Н. Большого / под ред. Н.В. Смирнова. – М.: Издательство иностранной литературы, 1960. – 435 с.

121. Бабаев М.М. Проверка модели контроля состояния путевого участка на адекватность [Текст] / М.М. Бабаев, В.Ю. Гребенюк // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. – 2013. – № 2. – С. 91–96.

122. Jang J.-S. R. ANFIS: Adaptive-Network-Based Fuzzy Inference System [Text] / J.-S. R. Jang // IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics. – 1993. – Vol. 23, № 3. – P. 665–684.

123. Efe M.O. A Novel Optimization Procedure for Training of Fuzzy Inference Systems By Combining Variable Structure Systems Technique and Levenberg-

Marquardt Algorithm [Text] / M.O. Efe ,O. Kaynak // Fuzzy Sets and Systems. –2001. – Vol. 122, № 1. – P. 149–161.

124. Рутковская Д. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы [Текст] / Пер. с польского И.Д. Рудинский. – М.: Горячая линия - Телеком, 2006. – 452 с.

125. Гребенюк В.Ю. Дослідження роботи індуктивно-дротового датчика за допомогою нейромережевого моделювання [Текст] / В.Ю. Гребенюк // Внедрение перспективных микропроцессорных систем железнодорожной автоматики и средств телекоммуникаций на базе цифровизации: 26-я Междунар. Научн.-практ. конф., 23 – 28 сент., 2013 г.: тезисы докл. – Алушта, 2013. – С. 106.

126. Бабаев М.М. Разработка модели контроля состояния путевого участка с помощью индуктивно-проводного датчика на базе нейросетевых технологий [Текст] / М.М. Бабаев, В.Ю. Гребенюк // Зб. наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2013. – Вип. 135. – С. 159–167.

127. Гребенюк В.Ю. Нейро-нечеткое моделирование процессов работы индуктивно-проводного датчика [Текст] / В.Ю. Гребенюк // Зб. наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2013. – Вип. 136. – С. 241–247.

128. Hastie T. Forward stagewise regression and the monotone lasso [Text] / T. Hastie, J. Taylor, R. Tibshirani, G. Walther // Electronic Journal of Statistics. - 2007. - Vol. 1. - № 1. - P. 1-29.

129. Устройство контроля проследования железнодорожного подвижного состава [Текст]: пат. 2248898 Рос. Федерации: МПК В 61 L 1/00, 1/16 / Самодуров В.И., Желобин В.Б., Кухаренко Т.В.; заявители и патентообладатели Самодуров В.И., Желобин В.Б., Кухаренко Т.В. – № 99103708/63; заявл. 22.02.1999; опубл. 27.03.2005, Бюл. №9. – 9 с.

130. Устройство контроля проследования отцепы [Текст]: пат. Рос. Федерации: 2337032. МПК В 61 L 1/08 / Самодуров В.И., Лебедев И.В.; заявители и

патентообладатели Самодуров В.И., Лебедев И.В. – № 2005106631/11; заявл. 09.03.2005; опубл. 27.10.2008, Бюл. № 30. – 13 с.

131. Пристрій контролю проходження відчепа [Текст]: пат. 75537 України МПК В 61 L 1/00 / Бабаєв М.М., Блиндюк В.С., Чепцов М.М., Давиденко М.Г., Ананьєва О.М., Гребенюк В.Ю.; власник Українська державна академія залізничного транспорту. - № u 201204385; заявл. 09.04.2012; опубл. 10.12.2012, Бюл. №23. – 5 с.

132. Пристрій для контролю проходження відчепа [Текст]: пат. 102472 України МПК В 61 L 1/00 / Бабаєв М.М., Блиндюк В.С., Чепцов М.М., Давиденко М.Г., Ананьєва О.М., Гребенюк В.Ю.; власник Українська державна академія залізничного транспорту. – № а 201204243; заявл. 25.09.2012; опубл. 10.07.2013, Бюл. №13. – 5 с.

133. Гребенюк В.Ю. Обґрунтування доцільності розробки та впровадження індуктивно-дротового датчика на залізничному транспорті [Текст] / В.Ю. Гребенюк // 76-та Міжнар. наук.-техн. конф. УкрДАЗТ. - Збірник наукових праць УкрДАЗТ: тези доповідей. – Харків: УкрДАЗТ, 2014. – Вип. 143. – С. 232–233.

134. Беклешов В.К. Техничко-економическое обоснование дипломних проектов [Текст]: учеб. пособие / В.К. Беклешов. – М.: Высш. шк., 1991. – 178 с.

135. Гребенюк В.Ю. Ефективність розроблення та впровадження інноваційного продукту залізничного транспорту. Ч.1 [Текст] / В.Ю. Гребенюк // Зб. наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2014. – Вип. 143. – С. 155–160.

136. Про затвердження типового положення з планування, обліку і калькулювання собівартості науково-дослідних та дослідно-конструкторських робіт: постанова Кабінету Міністрів України від 10.07.2002 р. № 946 із змінами і доп. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/830-96-п>.

137. Дикань В.Л. Аналіз і розробка інвестиційних проектів [Текст]: консп. лекцій з дисципліни «Проектний аналіз» / В.Л. Дикань, Н.В. Якименко. – Харків: УкрДАЗТ, 2008. – 40 с.

138. Назаренко І.Л. Економіка і організація інноваційної діяльності на залізничному транспорті [Текст]: навч. посібник/ І.Л. Назаренко, Ю.М. Уткіна / під ред. В.Л. Диканя. – Харків, 2011. – 222 с.

139. Сич Є.М. Системи зв'язку залізничного транспорту: розвиток та ефективність [Текст] / Є.М. Сич, В.М. Кислий. – К.: Логос, 2007. – 572 с.

140. Гребенюк В.Ю. Ефективність розробки та впровадження інноваційного продукту залізничного транспорту. Ч.2 [Текст] / В.Ю. Гребенюк // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. – 2014. - № 3. – С. 49–54.

