



ТРАНСПОРТ ШЁЛҚОВОГО ПУТИ

№ 1 / 2020



Транспорт Шёлкового Пути

Выпуск 1 / 2020

СОДЕРЖАНИЕ

стр.

1. Х. Хасилов, Х. Омонов, Б. Рустамов, А. Адилов:
Освоение месторождения титаномагнетитовых руд «Тебинбулак».....2
2. Х. Хасилов, Х. Омонов, Х. Абдуллаев, А. Очилдиев, Ш. Нормуродов:
Перспективы угольной промышленности Узбекистана10
3. Г. Бублик, А. Абдуганиев:
**Железные дороги Узбекистана в условиях Евразийского
экономического союза.....17**
4. А. Халиков, О. Ураков:
**Анализ функционирования существующих сетей оперативно-
технологической связи АО «Узбекистан темир йуллари» и его
усовершенствование.....24**
5. Т. Ханкелов, Н. Мухамедова, Н. Аслонов, М. Илхомова:
Устройство для сортировки твёрдых бытовых отходов.....33
6. Т. Нурмухамедов:
**Автоматизированное управление процессом формирования
вагонопотоков на железнодорожном транспорте43**
7. Р. Мамажанов:
Прогнозирование остаточного ресурса железобетонных мостов.....47

DEVELOPMENT OF THE DEPOSIT OF TITANOMAGNETITE ORE "TEBINBULAK"

Khusnutdin KHASILOV, Chairman of the Board of "Uzbekistan Railways" JSC
Khaitibai OMONOV*, Deputy Chairman of the Board of JSC "Uzbekistan Railways" JSC
7, T. Shevchenko st., Tashkent, 100006, Uzbekistan
Tel.*: (+998 71) 238-87-47
E-mail*: info@uzrailway.uz

Botir RUSTAMOV*, Head of the Directorate for the Construction of a Mining and Metallurgical Complex on the Basis of the Tebinbulak Field
Azizbek ADILOV, Deputy Head of the Directorate for the Construction of the Mining and Metallurgical Complex on the Basis of the Tebinbulak Field
4, Amir Temur st., Tashkent, 100060, Uzbekistan
Tel.*: (+998 71) 236-49-80
E-mail*: tgmk@uzrailway.uz

Abstract. The presence of vanadium increases the value of iron ore deposits. On the territory of the Republic of Uzbekistan there is a large deposit of titanomagnetite ores Tebinbulak. The development of the deposit by the forces of "Uzbekistan Railways" JSC with the development of advanced technologies for the extraction and processing of ores will give an impetus to the creation of a new industry and will increase the export potential of the republic's economy, primarily from the sale of vanadium products, which have great demand in foreign markets and high added value, reduce imports of quality steel, will serve to create a large number of jobs, the receipt of tax deductions and payments to the central and local budgets, the development of related servicing (including railways) industries.

Key words. Ore, vanadium component, intrusive rock, steel alloying, reserves estimation, social and economic results.

"ТЕБИНБУЛАК" ТИТАНОМАГНЕТИТ ҚАЗИЛМАСИНИ ЎЗЛАШТИРИШ

Хуснутдин ҲАСИЛОВ, «Ўзбекистон темир йўллари» АЖ бошқаруви раиси
Ҳайитбай ОМОНОВ*, «Ўзбекистон темир йўллари» АЖ бошқаруви раисининг ўринбосари
100006, Ўзбекистон, Тошкент, Т. Шевченко кўчаси, 7
Тел.*: (+998 71) 238-87-47
E-mail*: info@uzrailway.uz

Ботир РУСТАМОВ*, Тебинбулоқ кони негизида кон-металлургия комбинати қурилиши Дирекциясининг бошлиғи
Азизбек АДИЛОВ, Тебинбулоқ кони негизида кон-металлургия комбинати қурилиши Дирекцияси бошлиғининг ўринбосари
100060, Ўзбекистон, Тошкент, Амир Темур кўчаси, 4
Тел.*: (+998 71) 236-49-80
E-mail*: tgmk@uzrailway.uz

Аннотация. Ванадийнинг мавжудлиги темир жавҳари конларининг қийматини оширади. Ўзбекистон Республикаси ҳудудида "Тебинбулоқ" титаномагнетит рудаларининг йирик кони мавжуд. "Ўзбекистон темир йўллари" АЖ кучлари томонидан руда қазиб олиш ва қайта ишлашнинг илғор технологияларини ривожлантириш билан коннинг ишга туширилиши янги саноатнинг ривожланишига туртки беради ва республика иқтисодиётининг экспорт салоҳиятини, биринчи навбатда, ташқи бозорларда катта талабга эга ва юқори қўшимча қийматга эга бўлган ванадий маҳсулотларини сотишдан келиб чиқади, сифатли пўлат импортини камайтиради, кўп иш ўринларини яратади, солиқ имтиёзлари ва марказий ва маҳаллий бюджетларга тўловларни амалга оширади, ўзаро боғланган хизмат кўрсатиш (шу жумладан темир йўл) соҳаларини ривожлантиришга хизмат қилади.

Калит сўзлар. Руда, ванадий компонент, интрузив жинс, пўлат қотишмаси, захираларни аниқлаш, ижтимоий ва иқтисодий натижалар.

**ОСВОЕНИЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ТИТАНОМАГНЕТИТОВЫХ РУД
«ТЕБИНБУЛАК»**

Хуснутдин ҲАСИЛОВ, Председатель правления АО «Узбекистон темир йуллари»
Хайитбай ОМОНОВ*, Заместитель председателя правления АО «Узбекистон темир йуллари»
100060, Узбекистан, Ташкент, ул. Т. Шевченко, 7
Тел.*: (+998 71) 238-87-47
E-mail*: info@uzrailway.uz

Ботир РУСТАМОВ*, Начальник дирекции по строительству горно-металлургического комплекса на базе месторождения Тебинбулак
Азизбек АДИЛОВ, Заместитель начальника дирекции по строительству горно-металлургического комплекса на базе месторождения Тебинбулак
 100060, Узбекистан, Ташкент, ул. Амира Темура, 4
 Тел. *: (+998 71) 236-49-80
 E-mail*: tgmk@uzrailway.uz

Аннотация. Наличие ванадия повышает ценность месторождений рудных ископаемых железа. На территории Республики Узбекистан имеется крупное месторождение титаномагнетитовых руд «Тебинбулак. Освоение месторождения силами АО «Узбекистан темир йуллари» с освоением передовых технологий добычи и переработки руд даст толчок к созданию новой отрасли, позволит повысить экспортный потенциал экономики республики, в первую очередь, от реализации ванадиевых продуктов, имеющих большой спрос на внешних рынках и высокую добавленную стоимость, сократит импорт качественной стали, послужит созданию большого количества рабочих мест, поступлению налоговых отчислений и платежей в центральные и местные бюджеты, развитию смежных обслуживающих (в т.ч. железнодорожной) отраслей.

Ключевые слова. Руда, ванадиевый компонент, интрузивная порода, легирование стали, оценка запасов, социальные и экономические результаты.

1. ВВЕДЕНИЕ

Содержание и соотношение титана, ванадия и железа в титаномагнетитовых рудах значительно варьируются: руды могут быть существенно титановыми или существенно железными. Промышленную ценность месторождений повышает наличие ванадия, который во многих случаях относится к основным компонентам руды.

Из-за расхождения природы руд разные страны используют различные стратегии для разработки этих ресурсов.

Залежи практически есть на каждом континенте (Европейские государства, Страны Азии, Россия, Африка, Южная и Северная Америка, Новая Зеландия и т.д.). Мировые прогнозные ресурсы железной руды достигают примерно 600 млрд т, а разведанные запасы – 260 млрд т, мировые подтвержденные запасы железной руды составляют 212,7 млрд т. [1].

На территории Республики Узбекистан имеется крупное месторождение титаномагнетитовых руд «Тебинбулак».

Согласно Постановлению Президента Республики Узбекистан от 12 января 2018 года № ПП-3473 «Об организации работ по реализации инвестиционного проекта «Строительство горно-металлургического комплекса на базе месторождения Тебинбулак» АО «Узбекистон темир йуллари» приступила к реализации инвестиционного проекта по комплексному освоению месторождения титаномагнетитовых руд «Тебинбулак».

2. РАСПРОСТРАНЕНИЕ ВАНАДИЙСОДЕРЖАЩИХ ТИТАНОМАГНЕТИТОВЫХ РУД В МИРЕ

Ванадийсодержащие титаномагнетитовые руды образуются в основной и ультраосновной интрузивной породе, которой свойственно повышенное содержание ванадия и титана. За рубежом с этим промышленным типом руд связано 6,5% подтвержденных запасов железных руд, около 60% запасов TiO_2 и более 90% запасов V_2O_5 . Страны, обладающие крупнейшими запасами таких руд, – Китай, Россия, Канада, Норвегия, ЮАР, США, Финляндия и Бразилия. Их месторождения также обнаружены в Австралии, Индии и прибрежных странах Африки. Ниже приведены характеристики крупных месторождений титаномагнетитовых руд мира [2].

Таблица 1

Характеристика крупнейших в мире месторождений титаномагнетитовых руд

Наименование месторождений	Содержание в %			
	Fe общ	Fe_2O_3 расчетный	TiO_2	V_2O_5
Бушвельдский массив (ЮАР)	53-57	75,8-81,8	13	1,4-1,9
Аллард-Лейк (Канада)	40	57,2	34	0,3
Сент-Урбин (Канада)	40	57,2	48	0,1-0,3
Паньчжихуань (КНР)	32	45,8	10	0,32
Чэнджэнь (КНР)	35,8	51,2	8,9	0,37
Тахароа (Новая Зеландия)	22	31,5	4,3	0,14
Барамби (Австралия)	26	37,2	10,0-15,0	0,7
Тахавус (США)	34	48,6	19	0,45
Отанмяки и Муста-Вааре (Финляндия)	22	31,5	8,3	0,33
Гусевогорское (Россия)	16,5	23,6	1,25	0,14
Собственно-Качканарское (Россия)	16,6	23,7	1,3	0,14

Продолжение таблицы 1

Суроямское (Россия)	13,9	19,9	1,26	0,16
Подлысанское (Россия)	24,7	35,3	8,0	0,10
Медведевское (Россия)	14,7	21,0	7,0	0,04-0,26
Гремяха-Вырмес (Россия)	35	50,1	10-13	0,3
Большой Сейим (Россия)	17,9	25,6	8-14	0,1
Кручининское (Россия)	15-18	21,4 - 25,7	8,4	до 0,01
Чинейское (Россия)	33,5	47,9	6,5	0,52
Ручарское (Россия)	16,8	24,0	2,5	0,09

Китай обладает богатым резервом ванадийсодержащих титаномагнетитов, которые распределены на обширной территории. Объем их резервов и добычи занимают третье место среди железных руд в Китае. Существуют достоверные запасы в 6,19 млрд. т. Крупнейшим месторождением является район Панчжихуань-Сичанг.

Использование титаномагнетитовых руд как железорудного сырья можно считать решенной промышленностью задачей. В Уральском регионе они являются ведущим типом руд. Важным условием их использования является обязательное обогащение руд с целью получения высокожелезистого ($Fe_{\text{общ}} - 55-65\%$) титаномагнетитового концентрата.

Перспективы потребления ванадия в мире исчисляется более 85% и используется для легирования стали, который добавляется к стали в основном в виде феррованадия и нитрида ванадия. Остальные 15% используются в сфере цветных металлов, электронной, химической промышленности и т.д.

В связи с этим разработка месторождений данного типа руд считается экономически востребованной.

Важное значение в отрасли черной металлургии имеют запасы железной руды, в том числе титаномагнетитовые. В последние годы во всем мире резко возрос интерес к месторождениям титаномагнетитовых руд, которые являются стратегическим минеральным сырьем любой страны.

3. ХАРАКТЕРИСТИКА МЕСТОРОЖДЕНИЯ «ТЕБИНБУЛАК»

3.1. Физико-географическое описание

Месторождение «Тебинбулак» расположено приблизительно в 740 км северо-западнее Ташкента. Этот регион является частью Центрально-азиатского степного региона с наклонными равнинами. Оно расположено на северо-западной оконечности гор Султан-Увайс в Караузякском районе Республики Каракалпакстан (рис. 1).

Ближайшим административным центром является город Нукус, шестой по величине город Узбекистана, являющийся столицей автономной Республики Каракалпакстан. Население Нукуса превышает 300 000 человек. Город расположен в 75 км северо-западнее от месторождения «Тебинбулак».

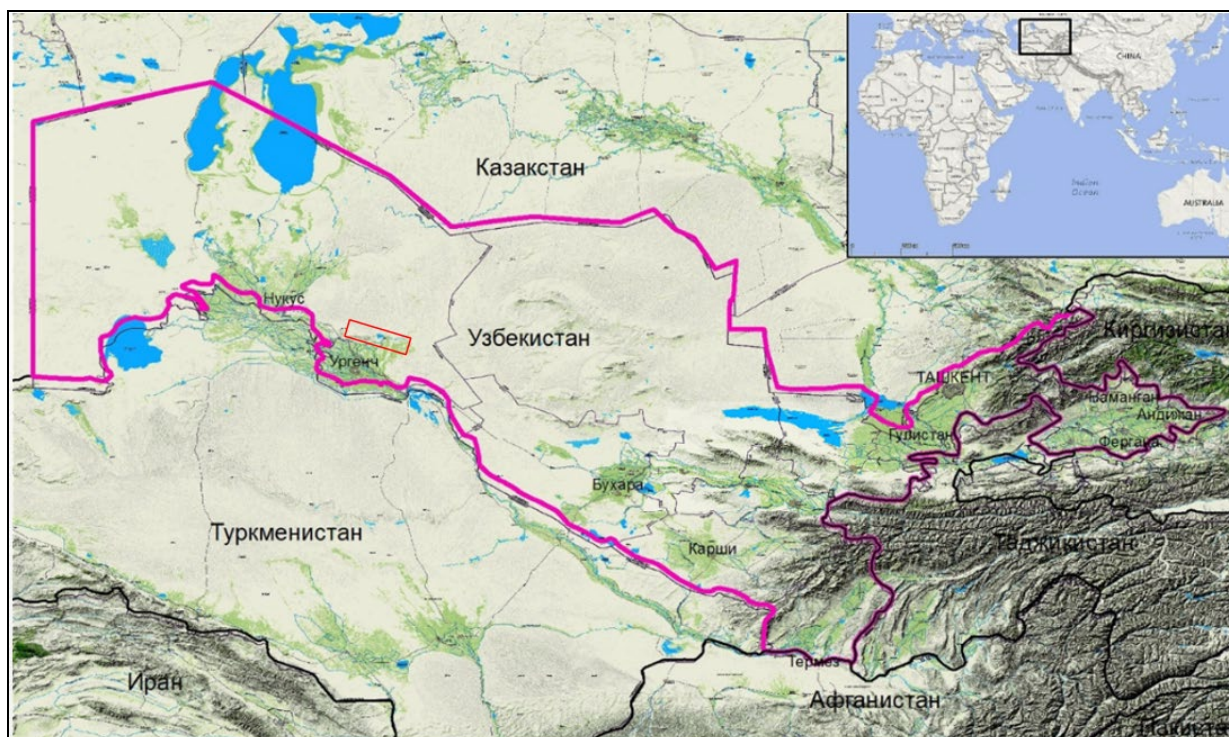


Рис. 1. Расположение месторождения «Тебинбулак» (красный круг).

Источник: Картографический отдел ООН.

3.2. Геологическое описание

Месторождение было открыто в 30-х годах XX века и впервые описано в отчете 1939 года. С этого времени Тебинбулак изучался в несколько этапов с использованием скважинно-алмазного бурения.

Геологическими особенностями месторождения «Тебинбулак» являются:

- интрузия имеет цилиндрическую форму, то есть лополитическую;
- литология представлена дунитами, клинопироксенитами и габбро, тогда как последние, по-видимому, интрузивные;

- все ультрамафические и мафические породы интродуцированы более молодыми дайками, главным образом по составу сиенитами.

Концентрация ванадиевых титаномагнетитов из более непрерывных линзообразных включений и плоских залежей расположена в западной части, а восточная часть имеет более тонкие, и неминерализованные утолщенные ответвления.

Тип месторождения по химическому составу схож с месторождением титаномагнетитов Качканарской группы.

В системе классификации ГКЗ, принимаемой на постсоветском пространстве, количество и качество минералов оцениваются только по геологическим критериям и эти оценки при рассмотрении модифицирующих факторов (без поправки на разубоживание и потери), называются одним термином - «ресурсы». Поэтому, чтобы избежать двусмысленности и путаницы в отношении используемых терминов, предлагается использовать следующую терминологию:

Запасы по категории А, В, С₁, С₂ являются количеством и качеством минералов, оцененных только по геологическим критериям. Ресурсы категорий «А, В, С₁, С₂» соответствуют Минеральным Ресурсам, определяющимся по системе «CRIRSCO» ввиду аналогичных требований Российской системы классификации и шаблона CRIRSCO [4].

Титаномагнетит, в основном, размещен в клинопироксените, реже в габбро. Концентрации титаномагнетита значительно варьируют от массивных до рассеянных.

Начиная с 30-х годов, было проведено несколько разведочных стадий, каждая из которых улучшала геологическую информацию о Тебинбулакском интрузиве и связанную с ней железо-ванадиевую титаномагнетитовую минерализацию. В 1996 году обобщены геологические данные, основанные на бурении и геофизических исследований.



Рис. 2. Титаномагнетитовая порода (пироксениты)

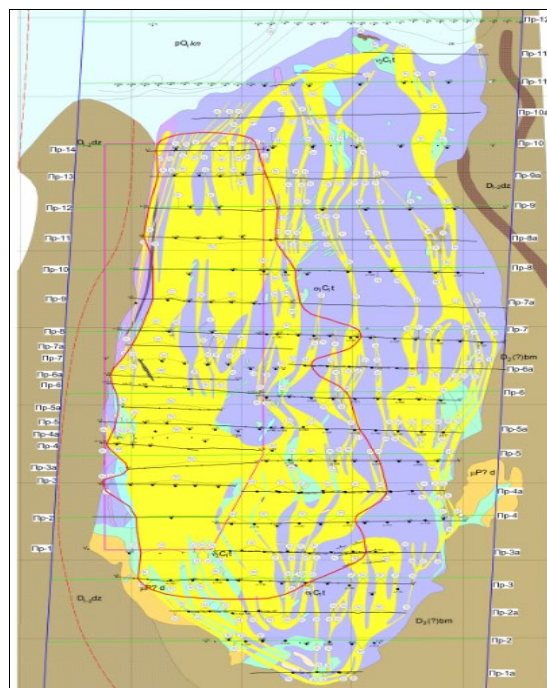


Рис. 3. Геологическая карта

Кроме бурения минерализация также была исследована обширным бороздовым опробованием вразрез интрузивного тела. Валовая проба образцов отбиралась из кратерных ям в направлении центра интрузива (рис. 4).

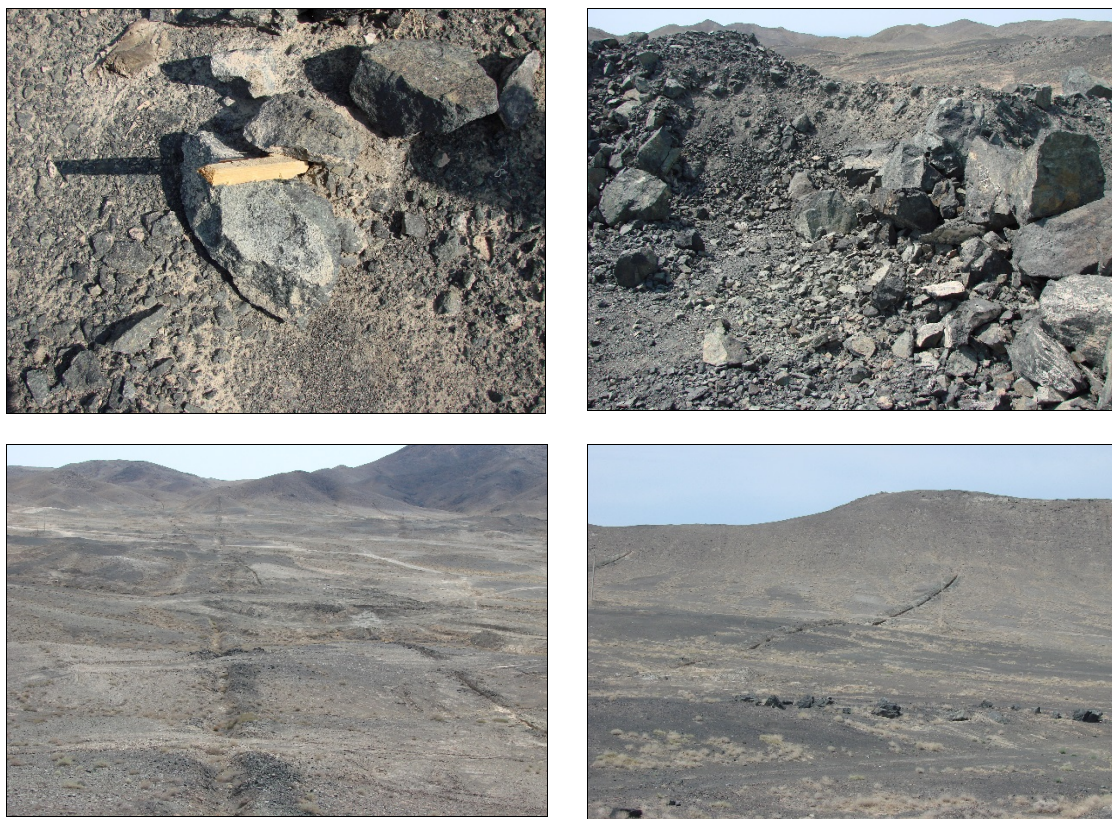


Рис. 4. Примеры работы: слева сверху: место бурения DDH-001 (2012); справа сверху: один из участков выборочной проверки 2014; самая нижняя точка горных разработок: бороздовое опробование

3.3. Оценка запасов месторождения «Тебинбулак»

На протяжении последних 6-7 лет Государственный комитет по геологии и минеральным ресурсам Республики Узбекистан проводит работы по детальной оценке месторождения «Тебинбулак». Пробурено большое количество колонковых скважин со средней глубиной 350 м, а также изучены химические и физико-механические свойства руды.

В 2017 году в ГКЗ на утверждение представлены материалы по оценке ресурсов-запасов месторождения Тебинбулак (табл. 2).

Таблица 2.

Материалы по оценке ресурсов-запасов месторождения Тебинбулак

Категория	Метод ГКЗ ¹⁾			Micromine ²⁾			JORC (2012) ⁵⁾
	млн. т	Fe ₂ O ₃ (%)	Fe ⁴⁾ _{общ} (%)	млн.т	Fe ₂ O ₃ %	Fe ⁴⁾ _{общ} (%)	
B	242	19,5 ³⁾	13,7	269	20,3	14,2	Измеренные (M)
C ₁	1268	18,5	12,9	1248	19,0	13,3	Указанные (I)
ВСЕГО	1510	19,2	13,4	1517	19,2	13,4	M+I

Примечание: ¹⁾ Секционный метод; ²⁾ 3D-Блок модели; ³⁾ Значения округлены; ⁴⁾ Fe_{общ} пересчитано с использованием коэффициента 0,69944; ⁵⁾ основаны на: Федеральное государственное учреждение «Государственная комиссия по запасам полезных ископаемых» (ФГУ «ГКЗ») Объединенного Комитета по международным стандартам отчетности о запасах (CRIRSCO) (2010).

Эта оценка ресурсов не является первой и частично основана на предыдущих оценках, которые были сделаны в 1996 и 2015 годах. Все они следуют рекомендациям ГКЗ. Более ранние оценки прошлых лет подробно не рассматривались.

Основой для процессов переработки руд, принятых в ТЭО кондициях 2017 года послужили результаты работ, проведенных АО «Узметкомбинат» совместно с компанией Outotec (Финляндия) в рамках разработки ПТЭО проекта. В 2014 году проба руды, объемом 5,0 тонн была направлена в исследовательский центр компании «Outotec» для детального изучения свойств исходной руды, разработки схемы обогащения и производственного процесса. Это был образец богатой руды с содержанием 18,9% Fe_{общ} и связанного железа титаномагнетитом - 61,8%.

4. ВОЗМОЖНОСТЬ ОБОГАЩЕНИЯ РУДЫ МЕСТОРОЖДЕНИЯ «ТЕБИНБУЛАК»

Для подтверждения результатов возможности обогащения руд, в 2018 году АО «Узбекистон темир йуллари» повторно направило в компанию Outotec два образца проб (с содержанием железа 13,35 % и 11,6%), сформированные из дробленных керновых, с содержанием связанного железа титаномагнетитом 45,0 %. Результаты выполненных работ по обогащению 2014 и 2018 гг. представлены в табл. 3.

Таблица 3

Результаты выполненных работ по обогащению 2014 и 2018 гг.

Номер образцов	Вес (кг)	Fe _{общ} (%)	TiO ₂ (%)	V ₂ O ₅ (%)	Доля магнетита (% Satmangan)	Результат обогащения (концентрат)
Проба, 2014 г.	4800	18,9	1,92	0,18	16,2	Fe _{общ} - 66,4 %
Проба 1, 2018 г.	4077	13,35	1,60	0,12	8,3	Fe _{общ} - 66,5 %
Проба 2, 2018 г.	2036	11,60	1,53	0,11	5,6	Fe _{общ} - 67,4 %

Результаты лабораторных исследований, проведенных на пробах 1 и 2 (2018г.), показывают, что качество обогащения сравнимо с результатом 2014 г., и подтверждают высокую обогатимость руд месторождения «Тебинбулак». Процесс обогащения, как и прежде, состоит из этапов многоступенчатого дробления и измельчения с помощи сухого и мокрого магнитного разделения.

Из-за низкого содержания железа и магнетита в образцах 2018 г., достижение массового извлечения является низким. Из-за более низкого содержания магнетита и жильных минералов в пробах 2018г. применен процесс более мелкого дробления и измельчения для обеспечения максимального выхода железа в концентрат, что ранее не предусматривалось при испытаниях проб 2014 г.

4.1. Организационно-технологические и научно-исследовательские меры по освоению месторождения «Тебинбулак»

С целью качественного исполнения поставленных задач по освоению месторождения «Тебинбулак», АО «Узбекистон темир йуллари» совместно с привлеченными независимыми консультантами в лице компаний Horst Wiesinger Consulting (Австрия) и DMT-Group (Германия) выполняет следующие работы:

- оценка ресурсов с дальнейшим утверждением экономических целесообразных извлекаемых запасов месторождения согласно международному стандарту JORC (Австрало-азиатский кодекс отчетности);
- проведение комплекса научно-исследовательских работ по обогащению, восстановлению и дальнейшей переработке в металлургических переделах руд месторождения с определением эффективной технологической схемы;
- определение технологии извлечения ванадия, который является ценным материалом в различных отраслях и имеет высокую добавленную стоимость;
- разработка банковского технико-экономического обоснования проекта с определением основных параметров, в том числе рентабельности, срока окупаемости и экономической эффективности.

По горной части, разработана эффективная технология отработки месторождения (разработка карьера) с определением объемов добычи руды и вскрыши, основного и вспомогательного оборудования, а также рассчитаны экономические аспекты, в том числе капитальные затраты, операционные расходы и себестоимость добычи руды. Технология предусматривает предварительное разрыхление скальных пород при помощи буровзрывных работ с цикличной добычей с использованием электрических экскаваторов и карьерных самосвалов. Годовой объем добычи составляет до 25 млн. тонн.

По обогатительной части, проведены исследования и опытно-промышленные испытания на представительных пробах руды, отобранных под руководством компетентного лица, в исследовательской лаборатории SGA (Германия). Согласно результатам проведенных испытаний и исследований, определены технологические схемы получения концентрата с содержанием железа 67,0 % и обожженных окатышей с прочностью более 255 Н/окатыш. По результатам разработаны технологические регламенты на строительство обогатительной фабрики производительностью до 1,8 млн. тонн в год и фабрики по производству обожженных окатышей. Определены капитальные и операционные расходы, а также себестоимость производства концентрата и обожженных окатышей.

По металлургическому комплексу, в исследовательских центрах Леобенского горного университета (Австрия) произведены опытно-промышленные испытания по восстановимости обожженных окатышей, выплавке с получением чугуна и стали с отделением ванадия в шлак. По результатам определена инновационная технология восстановления железа – процесс Energiron/HYL-III с получением высококачественных металлизированных окатышей. Получаемое металлизированное сырье предусматривается перерабатывать в сталеплавильном комплексе, с применением электродуговых, кислородно-конвертерных печей, установок внепечной обработки и непрерывной разливки стали. В данном комплексе предусматривается применение дуплекс процесса с целью извлечения ванадия в шлак. Производительность комплекса будет составлять 1,1 млн. тонн непрерывнолитых заготовок и более 32,0 тыс. тонн ванадиевого шлака.

Также предусматривается строительство прокатного комплекса по выпуску готовой стальной продукции в объеме 1 млн. тонн в год, в том числе 800 тыс. тонн арматуры повышенной прочности (классов А-500, А-600,

А-800, арматура из легированной стали), 100 тыс. тонн катанной проволоки диаметром Ø 5,5 - 20 мм и 100 тыс. тонн периодических профилей из легированной стали (швеллер, полоса, т – образный профиль, уголок, квадрат и т.д.). Рассчитаны предварительные капитальные вложения на строительство прокатного цеха.

4.2. Банковское технико-экономическое обоснование проекта освоения месторождения «Тебинбулак»

По банковскому технико-экономическому обоснованию проекта, разрабатывается финансово-экономическая модель проекта с определением основных параметров, в том числе капитальных вложений, рентабельности, срока окупаемости, маркетинговых аспектов и т.д.

Работы по утверждению запасов в соответствии с Кодексом JORC.

Оценка ресурсов и утверждение запасов в соответствии с международным кодексом JORC в Узбекистане осуществляется впервые.

Первым этапом компетентным лицом (геологом) компании DMT-Group проанализирована работа на соответствие с Кодексом JORC, проделанная до настоящего времени Госкомгеологии, в том числе методика и проведение геологических работ, их результаты, а также материалы, представленные в ГКЗ. По результатам анализа, со стороны компетентного лица была дана положительная оценка, но при этом выданы рекомендации на необходимость выполнения дополнительных работ и мероприятий.

Вторым этапом:

– разработана обновленная геологическая 3D модель месторождения «Тебинбулак» с применением современных программных обеспечений. По результатам определены общие ресурсы месторождения в объеме 1,23 млрд. тонн, в том числе экономически целесообразных к отработке в объеме 850,0 млн. тонн со средним содержанием железа 13,0 %, оксидов ванадия 0,16 %;

– изучены химические и физико-механические свойства руды в международно-аккредитованных лабораториях, в том числе в исследовательском центре университета Бохума (Германия), лаборатории компании ALS (Ирландия), исследовательском центре Studiengesellschaft für Eisenerzaufbereitung (SGA, Германия);

– под руководством компетентного лица по JORC (зарубежного специалиста) проведены исследования по определению содержания магнитной части железа в исходной руде (магнетит) с применением анализатора Satmapan на всех имеющихся геологических образцах проб, в количестве 31 400 штук;

– произведены каротажные исследования (оптический и акустический) на глубинных скважинах с применением специализированного оборудования под руководством компетентного лица.

По результатам вышеуказанных работ определены основные параметры месторождения согласно требований кодекса JORC представленные в табл. 4 (рис. 5).

При этом, промышленный объем ориентировочно составляет 850 млн. тонн при длине карьера - 3 км, ширине - 1,2 км, глубине - 350 м. Срок разработки карьера при добыче 25,0 млн. т руды в год составляет не менее 35 лет.

Таблица 4

Основные параметры месторождения «Тебинбулак»

Класс запаса JORC 2012 год	Масса (млн.т)	Плотность (т/м³)	Средняя величина магнетита (%)	Средняя величина общего содержания железа (%)
Измеренный	1019.0	3.1	6.8	12.7
Предполагаемый	32.0	3.1	6.5	11.6
Измеренный и предполагаемый	1051.0	3.1	6.8	12.7
Прогнозный	0.5	3.1	5.9	9.0

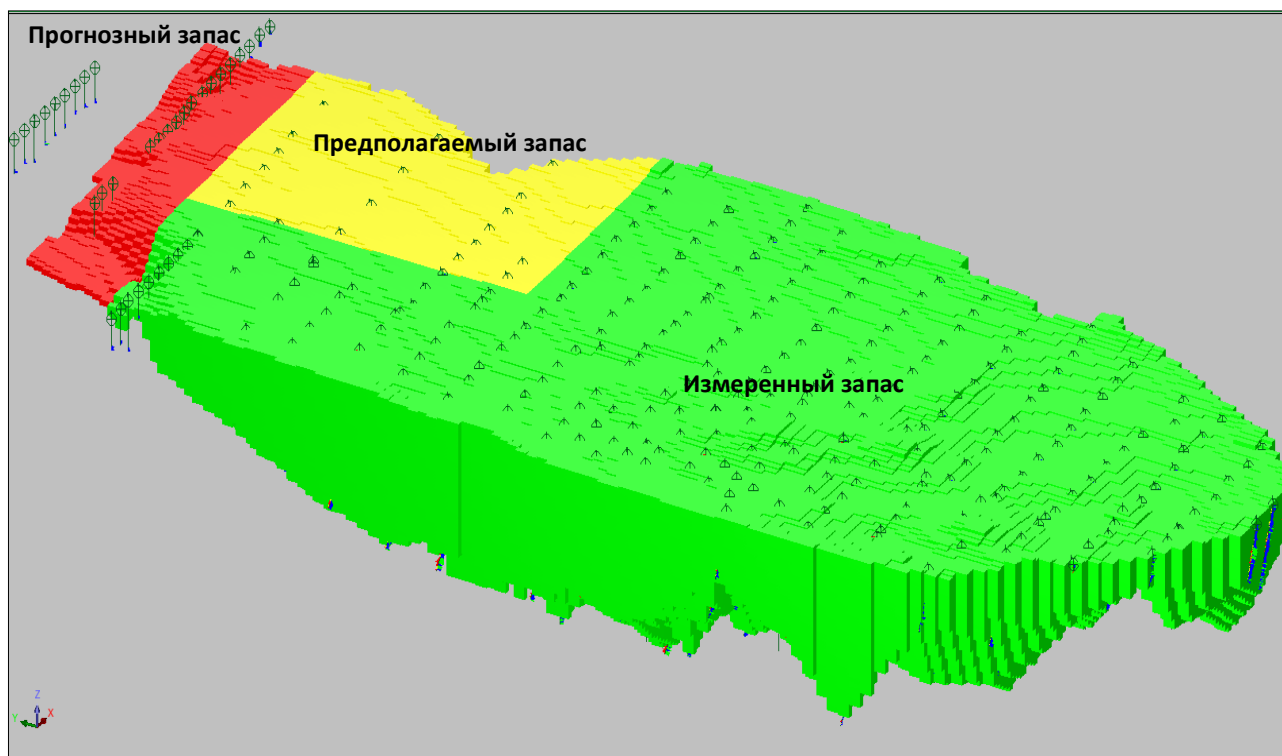


Рис. 5. Классификация запасов кодексу JORC редакция 2012 год.

5. ВЫВОДЫ

1. Комплексное освоение месторождения «Тебинбулак» является стратегически важным проектом для Республики Узбекистан. Ввод горно-металлургического комплекса даст толчок к созданию новой отрасли с освоением передовых технологий добычи и переработки руд.

2. С экономической точки зрения, проект будет способствовать сокращению импорта стальной продукции в республику и повышению экспортного потенциала в первую очередь от реализации ванадиевых продуктов, имеющих большой спрос на внешних рынках и высокую добавленную стоимость.

3. С социальной точки зрения, он будет способствовать экономическому укреплению и росту Республики Каракалпакстан путем создания большого количества рабочих мест, налоговых отчислений и платежей в центральные и местные бюджеты, развитию смежных обслуживающих отраслей.

6. ЛИТЕРАТУРА

1. Промышленный портал. [In Russian: Industrial Portal]. Available at: <https://promzn.ru>.
2. Мозгоев, А. М. Мировая экономика и международные экономические отношения: Учебник / Мозгоев А.М. - Москва: ИЦ РИОР, НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 228 с. [In Russian: Mozgoev, A.M. *World economy and international economic relations*: Textbook / Mozgoev A.M. - Moscow: RIOR Publ., INFRA-M Publ.]. Available at: https://studref.com/629482/ekonomika/toplivno_energeticheskiy_kompleks_mirovoy_ekonomiki#962.
3. Австралийско-Азиатский кодекс для подтверждения результатов разведки запасов полезных ископаемых и рудных запасов (2012 год) – Объединенный комитет по запасам руды. Издание JORC Code 2012. 44 с. [In Russian: (2012) *Australian-Asian Code for Confirming the Results of Exploration of Mineral Reserves and Ore Reserves* - Joint Committee on Ore Reserves. JORC Code Edition].
4. Российское Федеральное государственное учреждение «Государственная комиссия по запасам полезных ископаемых» (ФГУ ГКЗ) Комитета по международным стандартам отчетности минеральных запасов (CRIRSCO) (2010 г.): Руководство по согласованию стандартов отчетности российских минералов и шаблона CRIRSCO. 112 с. [In Russian: Russian Federal State Institution State Commission for Mineral Reserves (FGK GKZ). Committee on International Standards for Reporting Mineral Reserves (CRIRSCO). (2010) *Guidelines for Harmonizing Reporting Standards for Russian Minerals and the CRIRSCO Template*].

PROSPECTS FOR THE COAL INDUSTRY OF UZBEKISTAN

Khusnutdin KHASILOV, Chairman of the Board of "Uzbekistan Railways" JSC
Khaiitbai OMONOV*, Deputy Chairman of the Board of JSC "Uzbekistan Railways" JSC
7, T. Shevchenko st., Tashkent, 100006, Uzbekistan
Tel.*: (+998 71) 238-87-47
E-mail*: info@uzrailway.uz

Khamza ABDULLAEV, Acting General Director of "Shargunkumir" JSC,
50, A. Ikromov st., Sariosiyo District, Surkhandarya Region, Shargun, Uzbekistan
Tel.: (+998 99) 377-22-01
E-mail: shargunkomir@railway.uz

Anvar OCHILDIEV, Director of "Boysunkumir" LLC,
Shamsiddin NORMURODOV*, Head of Investment Projects Implementation Department of "Boysunkumir" LLC
Surkhandarya Region, Baisun, 190414, Uzbekistan
Tel.*: (+998 99) 670-01-70

Abstract. The coal industry is currently unprofitable. However, thanks to proven reserves, coal already in 2030 may become the main resource of fuel energy instead of oil and gas. Uzbekistan has significant proven coal reserves. The innovative development of the coal industry is directly related to the need to improve mining safety, the introduction of new coal processing technologies, and the vertical integration of the coal industry into the industry. For this, it is necessary to develop effective mechanisms of state regulation, a system of economic measures conducive to the active movement of investments, to ensure harmonization of the state's fuel and energy balance structure and outstripping growth in coal consumption mainly for export.

Keywords. Fuel and energy complex, proven coal reserves, consumption, prospects

ЎЗБЕКИСТОН КЎМИР САНОАТИНИНГ ИСТИҚБОЛЛАРИ

Хуснутдин ҲАСИЛОВ, «Ўзбекистон темир йўллари» АЖ бошқаруви раиси
Ҳайитбай ОМОНОВ*, «Ўзбекистон темир йўллари» АЖ бошқаруви раисининг ўринбосари
100006, Ўзбекистон, Тошкент, Т. Шевченко кўчаси, 7
Тел.*: (+998 71) 238-87-47
E-mail*: info@uzrailway.uz

Ҳамза АБДУЛЛАЕВ, «Шарғункўмир» АЖ бош директори в.б.
Ўзбекистон, Сурхондарё вилояти, Сариосиё тумани, Шарғун шаҳри, А.Икромов кўч., 50
Тел.: (+998 99) 377 22 01
E-mail: shargunkomir@railway.uz

Анвар ОЧИЛДИЕВ, «Бойсункумир» МЧЖ директори,
Шамсиддин НОРМУРОДОВ*, «Бойсункумир» МЧЖ Инвестицион лойиҳаларни амалга ошириш бўлими бошлиғи
190414, Ўзбекистон, Сурхондарё вилояти, Бойсун
Тел.*: (+998 99) 670-01-70

Аннотация. Ҳозирги вақтда кўмир саноати ўзини оқламайди. Бироқ дунё миқёсида тасдиқланган захиралари туфайли 2030 йилга келиб кўмир нефт ва газ ўрнига ёқилғи энергиясининг асосий манбаига айланиши мумкин. Ўзбекистонда ҳам кўмирнинг тасдиқланган захиралари катта. Кўмир саноатининг инновацион ривожланиши тўғридан-тўғри қазиб олиш хавфсизлигини ошириш, кўмирни қайта ишлашнинг янги технологияларини жорий этиш ва кўмир саноатини саноатга вертикал равишда интеграциялаш зарурати билан бевосита боғлиқдир. Бунинг учун давлат томонидан тартибга солишнинг самарали механизмларини, инвестицияларнинг фаол ҳаракатланишига ёрдам берадиган иқтисодий чора-тадбирлар тизимини ишлаб чиқиш, давлатнинг ёқилғи-энергетика баланси таркибини уйғунлаштиришни таъминлаш ва асосан экспорт учун кўмир истеъмол қилиш суръатларининг ўсишини таъминлаш зарур.

Калит сўзлар. Ёқилғи-энергетика комплекси, тасдиқланган кўмир захиралари, истеъмол, истиқболлар

ПЕРСПЕКТИВЫ УГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ УЗБЕКИСТАНА

Хуснутдин ХАСИЛОВ, Председатель правления АО «Узбекистон темир йуллари»
Хайитбай ОМОНОВ*, Заместитель председателя правления АО «Узбекистон темир йуллари»
 100060, Узбекистан, Ташкент, ул. Т. Шевченко, 7
 Тел.*: (+998 71) 238-87-47
 E-mail*: info@uzrailway.uz

Хамза АБДУЛЛАЕВ, И.о. Генерального директора АО «Шаргунькумир»
 Узбекистан, Сурхандарьинская обл., Сариасийский район, г. Шаргунь, ул. А.Икромова, 50
 Тел.: (+998 99) 377-22-01
 E-mail: shargunkomir@railway.uz

Анвар ОЧИЛДИЕВ, Директор ООО «Бойсункумир»
Шамсиддин НОРМУРОДОВ*, Начальник отдела по реализации инвестиционных проектов
 ООО «Бойсункумир»
 190414, Узбекистан, Сурхандарьинская область, Байсун
 Тел.*: (+998 99) 670-01-70

Аннотация. Угольная промышленность в настоящее время убыточна. Однако в мире благодаря разведанным запасам уголь уже в 2030 году может стать основным ресурсом топливной энергетики вместо нефти и газа. Узбекистан располагает значительными разведанными запасами угля. Инновационное развитие угольной промышленности напрямую связано с необходимостью повышения безопасности добычи, внедрением новых технологий переработки угля, обеспечением вертикальной интеграции угольной отрасли в промышленность. Для этого требуется разработать эффективные механизмы государственного регулирования, систему экономических мер, способствующих активному движению инвестиций, обеспечить гармонизацию структуры топливно-энергетического баланса государства и опережающий рост потребления угля в основном на экспорт.

Ключевые слова. Топливо-энергетический комплекс, разведанные запасы угля, потребление, перспективы

1. ВВЕДЕНИЕ

Мировой топливо-энергетический комплекс занимает исключительно важное место в международной экономике. Достаточно отметить, что совокупная чистая доля энергетической продукции в структуре мирового ВВП в настоящее время в среднем оценивается в 10-12%, или примерно в 1,8 тыс. долл. в год в расчете на душу населения. При этом темпы роста энергетического потребления начиная с 80-х годов практически полностью совпали с аналогичными показателями прироста мирового ВВП. В этой связи доступность к энергоресурсам и эффективность их использования являются стратегической основой национальной безопасности любой страны [1].

2. СОСТОЯНИЕ ДОБЫЧИ УГЛЯ В МИРЕ

2.1. Крупнейшие месторождения угля

В составе первой десятки по разведанным запасам угля экономически развитые страны находятся примерно на одном уровне с развивающимися странами. Такое положение сохраняется благодаря большой доли США в мировых запасах угля. США принадлежит четыре из двенадцати крупнейших месторождений угля: Иллинойский, Аппалачский, Альберта, Паудер-Ривер. Среди них выделяются Россия, Китай и др., занимающие соответственно второе и третье место. В России также, как и в США находятся четыре крупнейших месторождения: Иркутский, Кузнецкий, Донецкий, Канско-Ачинский (табл. 1). В Китае нет крупных бассейнов, но есть большое количество мелких месторождений [1].

Таблица 1

Крупнейшие угольные бассейны мира
 (по данным Информационно-аналитического центра «МИНЕРАЛ» [1])

Месторождение, бассейн	Начальные запасы, млрд. т	Стоимость, млрд. US\$ цена (25-38 дол. / т)
Иллинойский (США)	100,0	3840,6
Аппалачский (США)	93,4	3588,6
Иркутский (Россия)	77,0	2957,4
Кузнецкий (Россия)	57,6	2213,5
Витбанк (ЮАР)	51,1	1963,5
Донецкий (Украина, Россия)	48,3	1855,5
Канско-Ачинский (Россия)	80,2	1712,8
Рурский (Германия)	36,5	1403,4
Альберта (Канада, США)	46,6	1392,0

Продолжение таблицы 1

Дамодарский (Индия)	31,1	1192,9
Паудер-Ривер (США)	50,9	1120,4
Нижнерейнский (Германия)	50,0	1067,9

Очевидно, что в этих условиях развитие мировой энергетики, его динамика и конъюнктура в значительной мере зависит от степени освоения человечеством геологических топливно-энергетических ресурсов (табл. 2).

2.2. Прогноз добычи угля

Таблица 2

Прогноз мирового потребления угля на период до 2035 г., млн т
(по данным Информационно-аналитического центра «МИНЕРАЛ» [1])

Регионы мира	2010	2015	2020	2025	2030	2035
Всего	5788,8	6209,8	6865,7	7289,9	7714,3	8130,7
Северная Америка	1121,3	1175,7	1239,2	1302,7	1366,2	1429,7
Западная Европа	457,2	436,4	409,1	388,1	368,1	340,1
Развитые страны Азии	264,0	268,5	272,2	276,7	280,4	284,1
Восточная Европа	686,8	632,3	564,3	504,3	444,3	384,3
Развивающиеся страны	3259,6	3696,8	4380,9	4818,1	5255,3	5692,5

2.3. Проблемы угольной промышленности.

В угольной промышленности мира можно выделить 3 основных проблемы.

1. Убыточность угольной промышленности.

Начиная с середины 90-х годов, на мировом рынке угля цены имели четко выраженную тенденцию снижения, вследствие общего удешевления стоимости энергоносителей и уменьшения роли угля в энергобалансах ведущих стран-потребителей.

Угольная промышленность во всем мире сама по себе является убыточной и дотационной сферой, для ее стабильного существования необходимы денежные вливания со стороны государства. Таким образом, снижение цен на уголь еще более снизило рентабельность добычи и производства угля, кроме того, уголь значительно уступает природному газу и нефти по затратным и экологическим показателям его использования (табл. 3).

Таблица 3

Сравнительная таблица теплотворной способности первичных энергоресурсов
(по данным Информационно-аналитического центра «МИНЕРАЛ» [1])

Энергоресурсы	Теплота сгорания 1 кг топлива (тыс. Ккал)	Тепловой коэффициент
Нефть	10,5	1,5
Газ	10,4	1,5
Каменный уголь	7,0	1,0
Бурый уголь	3,0	0,4
Торф	3,4	0,5
Горючие сланцы	2,1	0,3

2. Травматизм на предприятиях.

Как следствие, в связи с недостаточной поддержкой угольной промышленности со стороны государств некоторых стран, следовательно резкому уменьшению выделяемых средств на охрану труда, увеличился рост травматизма на предприятиях. Самыми неблагополучными странами в этом плане являются Китай и Россия, ежегодно при добыче угля гибнут сотни, а то и тысячи людей.

3. Экологические проблемы.

Одной из серьезных проблем также является наносимый природе вред при добывании и переработке угля. Во-первых, это высвобождение в атмосферу метана при разработке месторождений. Во-вторых, для получения, например, коксующегося угля его необходимо нагревать до определенной температуры. Как следствие, в атмосферу выбрасывается большое количество углекислого газа и некоторых других соединений, пагубно влияющих на атмосферу Земли, и способствующих возникновению парникового эффекта [1].

3. ПЕРСПЕКТИВЫ УГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Несмотря на все существующие проблемы, угольная промышленность в современном мире сохранила роль важнейшей базисной отрасли экономики. Значение угля как одного из основных типов энергоносителей на рубеже третьего тысячелетия обуславливается действием следующих ведущих рыночных факторов:

а) энергетика остается самой приоритетной отраслью экономики. Потребители заинтересованы в безусловном сохранении стабильности энергетической базы и разнообразии альтернативных источников энергетического сырья.

б) стабильная и обширная ресурсная база. Показатель обеспеченности текущего уровня потребления готовыми к эксплуатации запасами угля - один из наиболее высоких среди всех полезных ископаемых.

в) возможность для экспортеров угля работать на различных рынках сбыта. Для большинства зарубежных экспортеров уголь является основой собственной энергетики. Кроме того, географическое положение Австралии, Колумбии, ЮАР, Индонезии, США таково, что при современных средствах морского транспорта они в состоянии практически с одинаковыми издержками отгружать уголь на оба ведущих потребляющих рынка - в Европу или в Восточную Азию. Поэтому в случае проблем со сбытом продукции на одном из этих рынков экспортеры всегда могут переключить отгрузки на второй потребляющий рынок или в национальное потребление (ограничив в энергобалансе долю обычно импортируемых мазута или нефти) [2].

г) дешевизна угля по сравнению со стоимостью прямых заменителей, стабильность цен угля. Стабильность и прогнозируемость цен угля обеспечивает для потребителей удобство планирования затрат. В то же время, единица теплотворной способности топлива при использовании угля обходится потребителю в среднем в 1,5 раза дешевле, чем при применении мазута.

Согласно прогнозу "Energy Information Administration" (Министерство энергетики США) потребление первичных энергоносителей в мире к 2020 г. возрастет по сравнению с нынешним уровнем на 65%. Ископаемые виды топлива останутся основными источниками энергии и будут обеспечивать до 80% мирового энергопотребления [3].

На перспективу до 2025 год международные эксперты не ожидают существенного снижения роли угля как одного из важнейших энергоносителей. Более того, за счет весьма вероятного сокращения темпов роста потребления нефти и нефтепродуктов и пересмотра отношения к развитию атомной энергетики во многих странах может иметь место некоторый рост его доли в структуре энергопотребления.

Ведущими потребителями угля в Азии и мире по-прежнему останутся Китай и Индия. До 2021 года на долю Китая и Индии будет приходиться 33% прироста мирового энергопотребления и 90% увеличения использования угля в мире. Эксперты Министерства Энергетики США считают, что уголь в Китае и Индии останется конкурентоспособным по сравнению с другими видами топлива благодаря низким издержкам добычи и тарифам на его транспортировку.

В Канаде увеличение потребления угля связывают с намечаемым выводом из эксплуатации после 2010 года значительной части мощностей АЭС, которые будут заменяться угольными ТЭС. В Японии намечено ввести до 2021 года не менее 10 ГВт мощностей угольных станций нового поколения. Ожидается также заметный прирост потребления в Бразилии и Южной Корее [4, 5].

В последние годы добыча твердого топлива в Узбекистане немного возросла. Однако развивается угольная промышленность страны, несмотря на действующие программы по ее реанимации, и в наше время довольно-медленно.

Существует всего два вида добываемого угля: бурый и каменный.

Последний имеет большую энергетическую ценность. Однако запасов каменного угля в Узбекистане, как и во всем мире, не слишком много. На долю бурого приходится не менее 75%.

Основные потребители угля предприятия топливно-энергетического комплекса, металлургической отрасли, цементные заводы.

Бурый уголь используется по большей мере для населения в котельных, парниках, а также применяют в качестве топлива на теплоэлектроцентралях. Потребителями каменного угля являются по большей части цементные заводы и металлургические предприятия.

4. МЕСТОРОЖДЕНИЯ УГЛЯ В УЗБЕКИСТАНЕ И ЕГО ЗАПАСЫ

Крупнейшим месторождением бурых углей в Центральной Азии является Ангренское, открытое еще до второй мировой войны. Эксплуатация месторождения началась в 1940 годах и продолжается до сих пор. Ангренское месторождение бурых углей находится на территории Ташкентской области Республики Узбекистан и расположено на расстоянии 110 км к юго-востоку от г. Ташкента в средней части долины р. Ахангаран. На западе граница угленосных отложений находится между селами Карабау и Дукент, на востоке по меридиану села Турк, с севера и юга границами месторождения являются тектонические нарушения (надвиги), проходящие вдоль Чаткальского и Кураминского хребтов, ограничивающих Ангренскую депрессию. Длина месторождения по оси долины составляет около 12,0 км, ширина от 4 до 8 км. Площадь месторождения составляет около 70 км².

По четырём месторождениям (Ангрен, Шаргунь, Байсун и Кугитанг) были проведены полноценные лабораторные анализы в Пекинском исследовательском филиале по углехимии и получены новые данные (табл. 4).

Таблица 4

Характеристика основных параметров угля месторождения Ангрен

Наименования качества	Воздушный сухой	Сухой	Сухой, без золы	Полученные
Массовая доля общей влаги, %	-	-	-	29,20
Анализируемая влага, %	11,49	-	-	-
Зольность, %	24,78	28,0	-	19,82
Летучие вещества, %	22,23	25,12	34,89	17,78
Фиксированный углерод, %	41,49	46,88	65,11	33,19
Высшая теплота сгорания, ккал/кг	4196	4740	-	3356
Низшая теплота сгорания, ккал/кг	4019	4612	-	3105
Общая сера, %	1,06	1,20	1,67	0,85
Углерод, %	47,18	53,30	74,03	37,74
Водород, %	2,31	2,61	3,63	1,85
Азот, %	0,56	0,63	0,88	0,45
Кислород, %	12,62	14,26	19,81	10,10
Хлор, %	-	0,013	-	-
Размолоспособности по Хардгроу	150	-	-	-

В Узбекистане к каменноугольным месторождениям относятся: Шаргунское, где ведётся добыча шахтным способом, Байсунское, Кугитанское и более 30 угленосных перспективных площадей таких как Санджар, Сурхантауская (Нилу, Гуруд, Панама, Фангарт и Хауз, Дии-Боло, Курганча, Дии-Малек, Дии-Бадам, Ниеговат, Зевар и др.).

На этих площадях угленакопление приурочено к отложениям нижней-средней юры.

Выходы юрских отложений находятся в высокогорных, труднодоступных районах с абсолютными отметками 2000-3000 м и относительными превышениями 200-600 м.

Благодаря значительным превышениям в рельефе все угольные месторождения могут быть вскрыты штольнями.

Наиболее изученным является эксплуатируемое месторождение Шаргунь, расположенное в 32 км к северу от ж/д ст. Сарыассия. На месторождении выделяются участки: Шахта Шаргунь, Руган-Рихта, Восточный, Западный.

Угольный пласт имеет переменную мощность от 1,25 до 13,4 м, выклинивается к востоку от участка Янгаклык (табл. 5).

Байсунское месторождение расположена в западной и юго-западной частях хребта Байсунтау, приурочена к северо-западному крылу Кетмень-Чаптынской горст-антиклинали, площадь до 460 км² (с учетом экстраполяции угольного пласта до глубины 1800 м).

В пределах площади Байсунского месторождения, состоит: Южный, Центральный, Восточный участки, с разведанными запасами угля.

На Байсунском месторождении выявлено 22 пласта каменного угля, из которых промышленное значение имеет один мощностью 0,71-3,55 м (ср. 1,53 м) (табл. 6).

Таблица 5

Характеристика основных параметров угля месторождения Шаргунь

Наименования качества	Воздушный сухой	Сухой	Сухой, без золы	Полученные
Массовая доля общей влаги, %	-	-	-	3,70
Анализируемая влага, %	273	-	-	-
Зольность, %	9,86	10,14	-	9,76
Летучие вещества, %	17,90	18,40	20,48	17,72
Фиксированный углерод, %	69,51	71,46	79,52	68,82
Высшая теплота сгорания, ккал/кг	7102	7301	-	7031
Низшая теплота сгорания, ккал/кг	6920	7129	-	6845
Общая сера, %	0,20	0,23	0,21	0,20
Углерод, %	76,75	78,90	87,80	75,98
Водород, %	3,39	3,49	3,88	3,36
Азот, %	0,53	0,55	0,61	0,53
Кислород, %	6,53	6,71	7,47	6,46
Хлор, %	-	0,096	-	-
Размолоспособности по Хардгроу	68	-	-	-

Таблица 6

Характеристика основных параметров угля месторождения Бойсун

Наименования качества	Воздушный сухой	Сухой	Сухой, без золы	Полученные
Массовая доля общей влаги, %	-	-	-	3,20
Анализируемая влага, %	1,7	-	-	-
Зольность, %	2,04	2,08	-	2,01
Летучие вещества, %	14,22	14,47	14,78	14,01
Фиксированный углерод, %	82,03	83,45	85,22	80,78
Высшая теплота сгорания, ккал/кг	8237	8379	-	8048
Низшая теплота сгорания, ккал/кг	8196	7916	-	7663
Общая сера, %	0,40	0,41	0,42	0,40
Углерод, %	88,17	89,69	91,60	86,82
Водород, %	3,65	3,71	3,79	3,59
Азот, %	0,80	0,81	0,83	0,78
Кислород, %	3,24	3,30	3,37	3,19
Хлор, %	-	0,036	-	-
Размолоспособности по Хардгроу	75	-	-	-

Кугитангское месторождение расположено в Шерабадском районе, в 50 км к западу от г. Шерабад и в 35 км к северу от железнодорожной станции Болдир, на высотах 2000-2500м, на территории Сурханского государственного заповедника.

Угленосные юрские отложения окаймляют с севера и юга палеозойский массив одноименного названия, на западе ограничивается госграницей с Туркменистаном, на востоке – предполагаемой линией изоглубины залегания угольных пластов 1800 м. Протяженность площади с севера на юг 54 км, общая площадь – 654 км².

В пределах месторождения развиты от 19 до 24 угольных пластов и прослоев угля, залегающих моноклинально, с углами падения 12-36 на запад (в сторону туркменской территории). Рабочим является пласт № 4, мощностью от 0,58 до 1,17 м (средняя мощность 0,75 м), прослеженный на расстояние 18 км (табл. 7).

Таблица 7

Характеристика основных параметров угля месторождения Кугитанг

Наименования качества	Воздушный сухой	Сухой	Сухой, без золи	Полученные
Массовая доля общей влаги, %	-	-	-	6,50
Анализируемая влага, %	3,80	-	-	-
Зольность, %	5,59	5,81	-	5,43
Летучие вещества, %	11,99	12,46	13,23	11,65
Фиксированный углерод, %	78,62	81,73	86,77	76,42
Высшая теплота сгорания, ккал/кг	7412	7705	-	7204
Низшая теплота сгорания, ккал/кг	7247	7555	-	6845
Общая сера, %	0,56	0,58	0,62	0,54
Углерод, %	81,70	84,93	90,17	79,41
Водород, %	2,92	3,04	3,23	2,84
Азот, %	1,09	1,13	1,20	1,06
Кислород, %	4,34	4,51	4,79	4,22
Хлор, %	-	0,097	-	-
Размолоспособности по Хардгроу	72	-	-	-

В перспективе развитие угольной промышленности в Узбекистане предприятиями, занимающимися разработкой пластов твердого топлива, могут быть действительно очень прибыльными. Интенсивное развитие угольной промышленности может быть обеспечено только путем дальнейшего совершенствования технологий добычи и снижения издержек производства. К настоящему времени приоритетными направлениями в этой сфере топливно-энергетического комплекса являются: масштабная модернизация производства; вовлечение в отработку наиболее перспективных запасов; разработка антикризисных мер; снижение затрат на техническое перевооружение уже имеющихся малоперспективных шахт и разрезов. Характеристики и подсчет запасов угля, достойных внимания перспективных месторождений в Узбекистане имеется не мало. Кроме того, добываемое в Узбекистане твердое топливо в большинстве случаев отличается хорошим качеством, а поэтому ценится на мировом рынке.

Угли пригодны для использования в качестве высококалорийного энергетического топлива (табл. 8).

Таблица 8

Таблица попутных элементов

Элементы	<i>Шаргунь</i>	<i>Бойсун</i>	<i>Кугитанг</i>	<i>Ангрен</i>
SiO ₂ %	49,12	27,75	54,82	55,94
Al ₂ O ₃ %	33,80	13,10	23,48	21,35
Fe ₂ O ₃ %	8,8	43,97	3,74	6,86
TiO ₂ %	1,85	0,23	0,70	0,70
CaO %	2,52	5,26	5,25	6,28
MgO %	0,42	2,18	2,70	2,06
K ₂ O %	1,82	0,15	4,45	1,34
Na ₂ O %	0,16	0,14	0,65	0,79
SO ₃ %	1,07	3,93	2,36	2,83
P ₂ O ₅ %	0,31	1,53	0,05	0,10
MnO %	0,03	0,66	0,03	0,21
Сумма, %	99,90	98,90	98,46	98,46

5. ВЫВОДЫ

1. Угольная промышленность, являясь одной из важнейших отраслей экономики и топливно-энергетического комплекса, вместе с тем остается убыточной и требует вложения больших финансовых средств для ее развития. Цены на уголь не может подняться в связи с прямой ценовой зависимостью от его основных конкурентов в выработке энергии – нефти и природного газа.

2. В ближайшие 15 лет серьезных изменений в угольной промышленности, видимо, наблюдаться не будет, а на долговременную перспективу прогнозировать сложно, однако, можно предположить, что если запасы нефти будут продолжать уменьшаться и не будет найдено новых месторождений или других альтернативных видов топлива, то уже к 2030-му году уголь может стать основным источником топливной энергии вместо нефти и газа запасы, т.к. запасы угля значительно больше.

3. Рост прибыли угледобывающих компаний Узбекистана должен быть связан с началом разработки действительно перспективных и выгодных шахт.

4. Основной задачей инновационного развития угольной промышленности в Узбекистане являются: повышение безопасности добычи; внедрение новых технологий по переработке угля; вертикальная интеграция угольной отрасли промышленности.

5. Определяя политику и перспективы развития угольной промышленности, нужно сформировать эффективный механизм государственного регулирования, а также разработать систему экономических мер, способствующих активному движению инвестиций.

6. Должен быть принят комплекс организационных и законодательных мер, направленных на гармонизацию структуры топливно-энергетического баланса государства и обеспечивающих опережающий рост потребления угля в основном на экспорт.

6. СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Информационно-аналитический центр «МИНЕРАЛ» [Электронный ресурс] [In Russian: (2012): Information and Analytical Center "MINERAL"]. Available at: http://www.mineral.ru/infoblock/misc/greatest_dep.html – дата доступа: 01.03.2012.
2. Назарбаев Е.Ж. Современное состояние и тенденции развития мирового топливно-энергетического комплекса/ Журнал «Analytic». [In Russian: Nazarbayev, E.Zh. Current State and Development Trends of the World Fuel and Energy Complex / *Analytic Magazine*]. Available at: <http://www.kisi.kz>.
3. Чедвик Дж., «Мировая угольная промышленность.» Перевод статьи - Гребенщиков В.П. Журнал уголь. № 12, 2002. [In Russian: Chadwick, J., The World Coal Industry (2002) Translation of the Article – Grebenshchikov, V.P. / *Coal Magazine*].
4. Web-ресурс: «Использование энергии». Zaporozhia Nuclear Power Plant. Available at: <http://nnp.zp.ua>.
5. «Угольная промышленность: проблемы и перспективы» BusinessMan.ru: [In Russian: *Coal Industry: Problems and Prospects*]. Available at: <https://businessman.ru/new-ugolnaya-promyshlennost-problemy-i-perspektivy>.

RAILWAYS OF UZBEKISTAN IN THE EAEU

Grigorii BUBLIK, Candidate of Economic sciences, Associate Professor,
Abdumannop ABDUGANIEV, Teacher
Tashkent Institute of Railway Engineers
1, Adilkhozhaev st., Tashkent, 100167, Uzbekistan
Tel. +998 (71) 299-06-40

Abstract. This article discusses various approaches to the issue of the possible entry of the Republic of Uzbekistan into the Eurasian Economic Union, with an assessment of the benefits, positive and negative consequences. It is often noted that positive factors will open new prospects for activation and expansion of collaborations, also it will facilitate the procedures in mutual trade and significant increase in the flow of country's foreign trade can be achieved. Final decision of entering of Uzbekistan to EAEU must be on the basis of following of all the main principles of foreign policy-the priority is given to national and state interests. This matter must be implemented taking into consideration of country's citizens interests and their opinion. The integration of Uzbekistan to the world economy increases the role of railway transport in solving the problem of reducing transport and logistics costs and increasing the competitiveness of Uzbek goods in the world sed to use ground technology in the transportation process of railway transport land fill technology. The essence of the new technology, the requirements for the development of a train schedule, the definition of rationed boundaries of ground changes in the railway transport management system, are revealed in this article. Moreover, main advantages of a new model of organizing the transportation process are indicated.

Keywords. Transport and logistics costs, transit potential, economic integration, transportation process, regional management

ЎЗБЕКИСТОН ТЕМИР ЙЎЛЛАРИ- ЕВРООСИЕ ИҚТИСОДИЙ ИТТИФОҚ ШАРОИТИДА

Григорий БУБЛИК, и.ф.н., доцент
Абдуманноп АБДУГАНИЕВ, ўқитувчи
Тошкент темир йўл мухандислари институти
100167, Ўзбекистон, Тошкент, Одилхўжев кўч.,1
Тел.+998(71) 299-06-40

Аннотация. Мақолада Ўзбекистон Республикасининг Евросие иқтисодий иттифоқи (ЕОИИ) кириши масаласига оид турли хил ёндашувлар кўриб чиқилиб, унинг фойдалари, ижобий ва салбий оқибатлари баҳоланади. Ижобий омиллар қаторида кўпинча янги истикболлар мавжудлиги қайд этилган. Хорижий давлатлар билан ҳамкорликни фаоллаштириш ва кенгайтириш, ўзаро савдода соддалаштирилган тартиб ва мамлакатнинг ташқи савдо айланмасида сезиларли ўсишга эришиш мумкинлиги кўрсатилган. Ўзбекистон Республикасининг Евросие иқтисодий ҳамжамиятига кириши тўғрисидаги якуний қарор, Ўзбекистон давлати манфаатларининг асосий принципига мувофиқлиги таъминлаши кераклиги таъкидланди. Бу масалада биринчи навбатда ташқи сиёсат, миллий манфаатларнинг устуворлиги инобатга олинди. Ўзбекистоннинг Жаҳон иқтисодиётига интеграциялашуви темир йўл транспортининг транспорт ва логистика харажатларини камайтириш ва жаҳон бозорида ўзбек товарларининг рақобатбардошлигини оширишдаги рўлини оширади. Шу муносабат билан темир йўл транспортида ташиш жараёни ташкил этишда полигон технологияларидан фойдаланиш таклиф этилади. Янги технологиянинг моҳияти очиб берилди, поездлар ҳаракатини ривожлантиришга қўйиладиган талаблар, полигонларнинг рационал чегараларини аниқлаш, темир йўл транспортининг алоҳида хўжаликларини бошқариш тизимидаги ўзгаришлар, шунингдек ташиш жараёни янги модулининг асосий афзалликлари кўрсатилган.

Калит сўзлар. Транспорт ва логистика харажатлари, транзит салоҳияти, иқтисодий интеграция, ташиш жараёни, полигон технологиялари.

ЖЕЛЕЗНЫЕ ДОРОГИ УЗБЕКИСТАНА В УСЛОВИЯХ ЕВРОАЗИАТСКОГО ЭКОНОМИЧЕСКОГО СОЮЗА (ЕАЭС)

Григорий БУБЛИК, к.э.н., доцент,
Абдуманноп АБДУГАНИЕВ, преподаватель
Ташкентский институт инженеров железнодорожного транспорта. Узбекистан
100167, Узбекистан, Ташкент, ул. Адилходжаева, 1
Тел. +998 (71) 299-06-40

Аннотация. В статье рассматриваются различные подходы к вопросу возможного вхождения Республики Узбекистан в Евразийский экономический союз, с оценкой выгоды, позитивных и отрицательных последствий. В числе положительных факторов наиболее часто отмечают то, что открываются новые перспективы активизации и расширения сотрудничества с зарубежными странами, упрощаются процедуры во взаимной торговле и можно добиться значительного увеличения внешнеторгового оборота страны. Особо подчеркивается, что окончательное решение о вхождении Республики Узбекистан в ЕАЭС должно обеспечить соблюдение главного принципа внешней политики – приоритет национально-государственных интересов Узбекистана. В этом вопросе необходимо исходить прежде всего из интересов народа страны, опираясь на его мнение. Интеграция Узбекистана в мировую экономику повышает роль железнодорожного транспорта в решении задачи снижения транспортных и логистических издержек и повышения конкурентоспособности узбекских товаров на мировом рынке. В этой связи предлагается использовать в организации перевозочного процесса на железнодорожном транспорте полигонные технологии. Раскрывается суть новой технологии, требования к разработке графика движения поездов, определению рациональных границ полигонов, изменению системы управления отдельными хозяйствами железнодорожного транспорта, а также указывается основные преимущества новой модели организации перевозочного процесса.

Ключевые слова. Транспортно-логистические издержки, транзитный потенциал, экономическая интеграция, перевозочный процесс, полигонные технологии.

1. ВВЕДЕНИЕ

В мире процесс экономической интеграции находится в постоянном развитии. Примером тому являются страны СНГ. Узбекистан находится на пути вступления в Евразийский союз.

В Послании Олий Мажлису Президент Республики Шавкат Мирзиёев особо подчеркнул необходимость расширения экономической интеграции, отметив, что сегодня 80 процентов наших внешнеторговых грузов перевозятся транзитом через Россию, Казахстан и Кыргызстан. При этом 50 процентов экспорта готовой продукции, а по некоторым позициям – свыше 80 процентов приходится на долю этих стран [1].

Учитывая, в частности это обстоятельство, в настоящее время изучается вопрос налаживания взаимодействия Узбекистана с Евразийским экономическим союзом.

2. ВСТУПЛЕНИЕ УЗБЕКИСТАНА В ЕАЭС

В средствах массовой печати активно обсуждается эта проблема с разных позиций: какие выгоды, позитивные и отрицательные последствия. В частности, отмечается, что при вступлении в ЕАЭС экономика Узбекистана могла бы получить многие плюсы [2-4, 19]:

- новые рынки сбыта, что повысит потенциал экспорта узбекской продукции за счет снижения транспортных издержек, оптимизации нетарифных барьеров и возможного участия в госзакупках стран – членов ЕАЭС;
- новые возможности в транспортно-логистической сфере, что приведет к возможному росту железнодорожных перевозок в экспортно-импортном сообщении на 10-15 процентов и снижению доли транспортной составляющей в конечной стоимости экспортируемых и импортируемых товаров;
- ожидается взаимное укрепление экономики Узбекистана с другими странами ЕАЭС;
- будут решены ряд проблем в области трудовой миграции Узбекистана, повышение конкурентоспособности трудовых мигрантов республики и их социальная защита, решаются многие вопросы в сфере образования и др.

Наряду с этим в обязательном порядке необходимо учитывать также возможные негативные факторы от вступления в ЕАЭС, в первую очередь, слабость отдельных отраслей экономики Узбекистана и их предприятий, а, следовательно, смогут ли они быть конкурентоспособными на общем пространстве ЕАЭС.

Активизация проработки вопросов участия Узбекистана в экономических интеграционных объединениях также исходит из необходимости создания условий, при которых будут реализованы приоритетные направления развития Республики Узбекистан в 2017-2021 годах. В частности, речь идет о либерализации и об укреплении экспортной деятельности, диверсификации структуры и географии экспорта, расширения и мобилизации экспортного потенциала отраслей экономики и территорий. В этой связи автор [3] делает вывод, что экономическая интеграция, в том числе с ЕАЭС помимо модернизации инфраструктуры и согласования тарифов, позволит Узбекистану:

- устранить нетарифные барьеры в торговле, включая упрощенные процедуры пересечения границы;
- более эффективно реализовать национальные инвестиционные программы;
- повысить привлекательность Узбекистана для высококвалифицированных специалистов через упрощение мобильности, взаимное признание профессиональных и академических квалификаций;
- преодолеть региональный дефицит кадров и помочь работникам переехать в места с самым высоким потенциалом создания рабочих мест;
- воспользоваться возможностями, открывающимися в связи с цифровой революцией.

Однозначно экономическая интеграция может быть ключом не только к росту экономики, но и более высокому уровню жизни, к чему и стремится Узбекистан.

Академик АН Узбекистана Н. Алимбеков отмечает: принимая во внимание конкретные результаты и огромные перспективы взаимовыгодного узбекско-российского сотрудничества, реализация идеи вступления Узбекистана в ЕАЭС создает благоприятные возможности для улучшения условий жизнедеятельности населения и решения насущных социально-экономических проблем региона [4].

По мнению депутата Олий Мажлиса Э. Холбутаева, полноценное участие Республики в Евразийском экономическом союзе даст возможность снизить стоимость транспортировки грузов Узбекистана на 30 процентов, привлечь новые транзитные потоки, позволит увеличить общий объем транзита грузов в два раза [5].

Важно также подчеркнуть, что в Декларации о стратегическом экономическом сотрудничестве государств-участников Содружества независимых государств, принятой на саммите СНГ в столице Туркменистана 11 октября 2019 года, подчеркивается, что одним из самых приоритетных направлений деятельности государств-участников СНГ, являются [6]:

- развитие взаимодействия в области транспорта – одного из важнейших элементов мировой экономики, в том числе развитие и повышение конкурентоспособности международных транспортных коридоров, проходящих через территории государств-участников СНГ;
- создание разветвленной и безопасной международной транспортной инфраструктуры с учетом интересов всех стран региона и при участии международных организаций;
- реализация крупных международных и региональных проектов в сфере транспорта и инфраструктуры, направленных на развитие межрегиональных связей на пространстве СНГ и реализацию транзитного потенциала Содружества, позволяющих вывести экономическое и торговое сотрудничество между государствами-участниками СНГ и третьими странами на качественно новый уровень, придать мощный импульс межрегиональным связям на долгосрочную перспективу, заложить фундамент архитектуры нового геоэкономического пространства на Евразийском континенте.

При всех, в основном положительных оценках возможного вступления Узбекистана в Евразийский экономический союз, Узбекистан примет решение только после глубокого анализа возможных «минусов» и «плюсов», «за» или «против» вступления или невступления в ЕАЭС. Только по итогам такой серьезной и основательной работы, сопровождаемой предельной открытостью, можно будет прийти к выработке оптимального для страны решения по вопросу вступления в ЕАЭС.

При этом окончательное решение должно обеспечить соблюдение главного принципа внешней политики – приоритет национально-государственных интересов Узбекистана. И как подчеркнул Президент страны, выступая 24 января 2020 года с Посланием к Олий Мажлису, «безусловно, в этом серьезном вопросе мы будем исходить прежде всего из интересов нашего народа, опираясь на его мнение» [1].

Представляет также интерес подход к рассматриваемой проблеме первого заместителя директора Института стратегических и межрегиональных исследований при Президенте Республики Узбекистан А. Ньматова. Выступая в печати [19], автор статьи, как и другие участники дискуссии, отмечает, прежде всего, ряд положительных ключевых факторов в пользу вступления Узбекистана в ЕАЭС:

- открываются новые возможности в расширении экспортного потенциала. Это тем более важно, что в ближайшие годы ожидается значительный рост объема ВВП, который может увеличиться до 100 миллиардов долларов. что, в свою очередь, вызовет поиски новых рынков сбыта товаров республики;
- тесное взаимодействие с ЕАЭС будет способствовать повышению инвестиционной привлекательности Узбекистана и приток в значительно больших размерах инвестиций в экономику нашей страны;
- использование транспортно-коммуникационных систем ЕАЭС обеспечит кратчайшие маршруты между Европой и Азией, выход к рынкам и морским путям Ближнего и Среднего Востока, Китая, России и стран Европы. В результате расходы при транзите грузов через железнодорожные пути стран ЕАЭС могут быть сокращены на 220 миллионов долларов и тем самым будет повышена конкурентоспособность товаров Узбекистана на мировом рынке. Одновременно за счет упрощения таможенных процедур, формирования прозрачных тарифов и открытия новых маршрутов транзитный потенциал Узбекистана можно увеличить более чем в 2 раза по сравнению с нынешним объемом;
- налаживание более тесного сотрудничества Узбекистана с ЕАЭС, участниками которого достигнута договоренность о создании к началу 2025года единого энергетического рынка, позволит обеспечить растущие потребности в топливно-энергетических ресурсах по внутренним ценам ЕАЭС;
- будет также обеспечена социальная и правовая поддержка трудовых мигрантов Республики Узбекистан.

В качестве возможных минусов и издержек от вступления Узбекистана в ЕАЭС автор называет вероятность жесткой конкуренции с крупными компаниями стран ЕАЭС в ряде отраслей экономики Узбекистана, наличие нерешенных вопросов в области разных технических и тарифных барьеров в сфере торговли и др.

Новым подходом в выступлении А. Ньматова является его предложение о целесообразности изучения возможности участия Узбекистана в ЕАЭС в качестве наблюдателя. Это, по мнению автора, не ограничивает экономический суверенитет нашей страны и не предполагает передачу суверенных полномочий наднациональным органам ЕАЭС. И кроме того, это позволит всесторонне изучить положение дел внутри данного союза и принять решение в отношении ЕАЭС после тщательного анализа всех возможных последствий присоединения страны к этой структуре.

Статус наблюдателя, по словам автора, анализируемой статьи, позволит также:

- адаптировать национальную экономику к требованиям и правилам на пространстве ЕАЭС;

- стимулировать национальных производителей;
- обеспечить отстаивание национальных интересов.

Все перечисленное выше в свою очередь обеспечит открытый, гласный и прозрачный процесс рассмотрения вопроса о возможном вступлении Республики Узбекистан в ЕАЭС в соответствии со стратегическими и национальными интересами страны [19].

Однако независимо от исхода решения вопроса о вступлении Республики Узбекистан в Евразийский экономический союз, процесс интеграции страны в мировую экономику приобретает все большие масштабы, что в свою очередь повышает роль железнодорожного транспорта в решении задачи снижения транспортно-логистических издержек на основе, в первую очередь, оптимизации перевозочного процесса, это, наряду с совершенствованием тарифной политики, будет также способствовать более полному использованию транспортно-транзитного потенциала страны, привлечению в больших размерах транзитных грузопотоков и повышению конкурентоспособности отечественных товаров на внешнем рынке.

Кстати, транспортно-транзитный потенциал Узбекистана в настоящее время задействован далеко не в полной мере. Согласно оценкам международных экспертов, транзитный потенциал Узбекистана может быть увеличен с нынешних 7 миллионов до 16 миллионов тонн, а за счет реализации региональных проектов – до 23 миллионов тонн к 2030 году [21].

С этих позиций представляют особый интерес полигонные технологии организации перевозочного процесса на железнодорожном транспорте.

В чем их сущность и преимущества?

3. ОСОБЕННОСТИ ВНЕДРЕНИЯ ПОЛИГОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ В УЗБЕКИСТАНЕ

Исходя из опыта работы российских железных дорог, сущность полигонных технологий состоит, прежде всего, в том, что осуществляется переход от региональных принципов управления, планирования и организации движения поездов к полигонной модели управления перевозками, что коренным образом меняет существующую модель перевозочного процесса. Ключевой принцип работы в новых условиях – унификация параметров технологий, инфраструктуры, исключение противоречий на границах железных дорог.

Под полигоном в данном случае понимается укрупненная часть сети железных дорог, объединенная по технологическим принципам (зарождение–погашение грузопотоков, обеспечение тягового обслуживания, логистическое управление подводов к межгосударственным стыковым пунктам и др.) в целях унификации технологических и инфраструктурных параметров перевозочного процесса, обеспечения единого сквозного планирования, управления эксплуатационной работой и выполнения ремонтных и строительно-монтажных работ [7].

Расписание движения грузовых поездов определяется нормативным графиком движения поездов, который ежегодно разрабатывается региональными железными дорогами с учетом заданных параметров по межгосударственным стыкам. Разработанный нормативный график позволит обеспечить непрерывность движения поездов по времени. При этом построение прогнозных графиков разбивается на участки. Границами участков будут крупные технические железнодорожные станции, имеющие обязательные технические стоянки и достаточное путевое развитие. Последнее необходимо для обеспечения функции демпфирования потоков поездов при их пропуске с разных направлений.

Полигонная технология управления движением требует формирования прогнозного графика непрерывного действия и согласованного по всему железнодорожному полигону. Механизм построения прогнозных графиков реализуется с помощью аппаратно-программного комплекса (АПК) «Эльбрус», который позволяет формировать непрерывные графики на весь полигон системы [20].

Для обеспечения междорожного взаимодействия при построении сквозных графиков по всему полигону в АПК «Эльбрус» предусмотрен механизм обмена данными между дорогами. При этом обеспечивается обмен данными по условиям пропуска и подхода поездов. Автоматически будут передаваться на согласование сквозные графики. Протокол взаимодействия дорог автоматически сохраняется в базе данных «Эльбрус» и используется для анализа и контроля выполнения принятого регламента разработки прогнозного графика.

Опыт использования АПК «Эльбрус» на примере Западно-Сибирской, Свердловской, Южно-Уральской железных дорог Российской Федерации показывает, что изолированный участок прогнозного графика движения поездов по протяженности не должен быть более 600-800 километров. Особенно это актуально, если на таком участке происходит междорожное взаимодействие. Немало важное значение имеет определение рациональных границ полигонов управления перевозочным процессом.

Авторы [15], анализируя факторы влияния при условии перехода на полигонную систему управления эксплуатационной работой, предлагают учитывать следующие основные критерии определения границ полигонов:

1. Обеспечение технологической завершенности процесса перевозок по организации и продвижению вагоно- и поездопотоков в пределах полигонов.
2. Создание оптимальной системы построения участков обращения локомотивов и участков работы локомотивных бригад в пределах полигонов управления перевозочным процессом, что создает наилучшие условия для эффективной организации работы локомотивов и локомотивных бригад.
3. Оптимизация разработки и выполнения планов ремонтно-строительных работ.
4. Обеспечение оптимальных условий для работы крупных выгрузочных районов и прилегающих к ним подходов.

5. Создание оптимальных условий для выполнения железнодорожным транспортом социальных функций, связанных с организацией пассажирских перевозок во всех видах сообщений.

Переход на полигонные технологии вызовет изменения, прежде всего, в управлении хозяйством движения и локомотивным комплексом. В то же время появляются возможности для снижения потерь в инфраструктурном комплексе.

Использование полигонных технологий в вагонном хозяйстве позволит значительно повысить уровень безопасности движения за счет выявления перед отказного технического состояния подвижного состава [14].

Одним из преимуществ полигонной технологии управления перевозками является возможность обеспечения благоприятных условий для повышения массы грузовых поездов, поскольку весь маршрут следования значительной части тяжеловесных поездов оказывается в зоне управления единого подразделения.

При организации движения на укрупненном полигоне создаются также благоприятные условия и для удлинения участков оборота локомотивов.

При этом необходимо будет учитывать, что работа по новой технологии – это не просто расширение географии перевозок. Изменение условий организации работы крупных сетевых направлений потребует выполнения детального анализа эксплуатационной деятельности на полигонах в целях решения задачи определения технологических мер и мер по развитию действующей системы оперативного управления [18].

Применительно к условиям вхождения Узбекистана в ЕАЭС организация перевозочного процесса на железных дорогах на основе полигонной технологии позволит оптимизировать и сбалансировать схемы пропуска транзитного вагонопотока через вновь построенную линию Ташгузар – Байсун – Кумкурган на Афганистан, а также Узбекистан – Кыргызстан – Китай через Ангрен – Пап.

С вступлением Республики Узбекистан в состав ЕАЭС товарооборот между странами – участниками Союза несомненно возрастет, а практика формирования блок-поездов и их эксплуатация в условиях полигонной технологии даст широкие возможности в управлении перевозочным процессом на примере уже действующих контейнерных блок-поездов.

Естественно, внедрение полигонной технологии потребует значительной корректировки организационно-правовых документов и их использования в работе органов управления перевозками. В частности, при участии железнодорожных администраций стран-участниц ЕАЭС потребуются разработать единый технологический процесс, где необходимо будет предусмотреть границы полигонов, необходимую инфраструктуру, а также создать единый центр управления перевозочным процессом, взяв за пример Единый диспетчерский центр АО «Узбекистон темир йуллари».

4. ВЫВОДЫ

1. Узбекистан все в больших масштабах интегрируется в мировую экономику и в том числе в систему Евразийского экономического союза. Основные цели ЕАЭС – формирование единого рынка товаров, услуг, капитала и трудовых ресурсов, всесторонняя модернизация, кооперация и повышение конкурентоспособности национальных экономик, а также создание условий для стабильного роста экономик и повышение благосостояния населения государств-членов. На территории ЕАЭС активно формируется Зона свободной торговли с третьими странами.

2. Растущий потенциал данной интеграционной организации открывает широкие возможности для активации сотрудничества в различных сферах для третьих стран и прежде всего из числа государств региона Центральной Азии. В этом плане от интенсификации сотрудничества с ЕАЭС наибольшее преимущество и выгоду может получить Узбекистан, который сегодня активно проводит политику реформ по либерализации своей внешнеэкономической деятельности и заинтересован в усилении экономического потенциала.

3. В новых условиях сотрудничества Узбекистана со странами Евразийского экономического союза значительно повышается роль железнодорожного транспорта в освоении возрастающих объемов перевозок экспортно-импортных грузов.

4. При этом одновременно ставится задача оптимизации перевозочного процесса, а также снижения транспортно-логистических издержек, в первую очередь, с целью повышения конкурентоспособности отечественных товаров на мировом рынке. Одним из главных направлений достижения поставленных целей может быть внедрение полигонных технологий, которые являются ядром совершенствования системы управления перевозками в соответствии с требованиями рынка и ожиданиями грузовой клиентуры.

5. Естественно, переход на полигонную технологию, как отмечено выше, потребует значительной подготовительной работы по многим позициям организации перевозочной работы на Узбекских железных дорогах. Однако это будет компенсировано немалым эффектом по многим направлениям.

6. Как показывают исследования [7], организация движения поездов на полигонах, то есть новая модель перевозочного процесса позволит обеспечить оптимизацию эксплуатационной работы, даст возможность ускорить движение поездов, выстроить оптимальную логистическую технологию управления погрузкой и продвижением грузопотоков, повысить качество грузовых перевозок и снизить расходы по их осуществлению. При этом повышается уровень выполнения основных натуральных качественных показателей эксплуатационной работы и обеспечивается:

- ✓ увеличение скоростей движения поездов;
- ✓ ускорение сроков доставки грузов;
- ✓ повышение качества использования локомотивного парка;
- ✓ снижение времени нахождения составов и локомотивов на технических станциях и др.

7. Следует полагать, что использование полигонной технологии на новом геополитическом пространстве с участием Узбекских железных дорог позволит обеспечить получение многих из вышеперечисленных преимуществ и повысить в целом эффективность перевозочного процесса.

5. СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Послание Президента Республики Узбекистан Шавката Мирзиёева Олий Мажлису 24 января 2020 года. «Народное слово», 25 января 2020. [In Russian: (2020) Message from the President of the Republic of Uzbekistan Shavkat Mirziyoyev Oliy Majlis January 24, 2020. *The People's Word*].
2. К. Рафиков. Интеграционные процессы: выбор пути. К вопросу о вступлении Узбекистана в ЕАЭС. «Народное слово», 28 ноября 2020. [In Russian: K. Rafikov. (2020) Integration processes: the choice of path. On the issue of Uzbekistan joining the EAEU. *The People's Word*].
3. Н. Курбанбаева. Экономическая интеграция: путь к процветанию и повышению уровня жизни. «Народное слово», 24 декабря 2019/ [In Russian: N. Kurbanbaeva. Economic integration: the path to success and improving living standards. *The People's Word*].
4. Н. Аимбетов. Миллиардные проекты в развитии региона и страны. «Народное слово», 26 октября 2019. [In Russian: N. Aimbetov. Billion projects in the development of the region and the country. *The People's Word*].
5. Участие в ЕАЭС позволит снизить стоимость транспортировки грузов Узбекистана на 30% – Эркин Халбутаев. Available at: <https://podrobno.uz/cat/uzbekistan-i-rossiya-dialog-partnerov-uchastie-v-eaes-pozvolit-snizit-stoimost-transportirovki-gruzov-uzbekistana-na-30-erkin-khalbutaev/>.
6. Декларация о стратегическом экономическом сотрудничестве государств – участников Содружества независимых государств. «Народное слово», 9 ноября 2019. [In Russian: (2019) The Declaration on Strategic Economic Cooperation of the States Parties to the Commonwealth of Independent States. *People's Word*].
7. Е. А. Сотников. Эффективность внедрения полигонных технологий. Железнодорожный транспорт, 2018, №3. [In Russian: E. A. Sotnikov. (2018) Efficiency of introduction of polygon technologies. *Railway transport*].
8. В.А. Шаров. Технология эксплуатационной деятельности производственного блока ОАО «РЖД», связанного с грузовыми перевозками/ Транспорт Российской Федерации, № 5, 2010. [In Russian: V.A. Sharov. Technology of operational activities of the production block of JSC Russian Railways related to freight transportation / *Transport of the Russian Federation*]. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/tehnologiya-ekspluatatsionnoy-deyatelnosti-proizvodstvennogo-bloka-oao-rzhd-svyazannogo-s-upravleniem-perevozkami/viewer>.
9. А.Т. Осминин. Научные подходы к расчету границ полигонов управления перевозочным процессом и реализации полигонных технологий/ Бюллетень ОУС ОАО «РЖД», № 2, 2017. С.42-56. [In Russian: A.T. Osminin. Scientific approaches to the calculation of the borders of the regions of the transportation process management and the implementation of regional technologies / *Bulletin of the OSA of JSC Russian Railways*].
10. Лapidус Б. М., Мишарин А. С., Махутов Н. А., Фомин В. М., Зайцев А. А., Мачерет Д. А. О научной платформе стратегии развития железнодорожного транспорта в России до 2050 года/ Бюллетень ОУС ОАО «РЖД», № 2, 2017. С.1-20. [In Russian: Lapidus B.M., Misharin A.S., Makhutov N.A., Fomin V.M., Zaitsev A.A., Macheret D.A. On the scientific platform of the strategy for the development of railway transport in Russia until 2050 / *Bulletin of the GC of JSC Russian Railways*].
11. Осминин А. Т. О научно-практических проблемах повышения пропускных и провозных способностей линий / Бюллетень ОУС ОАО «РЖД», № 1, 2018. С.37-48. [In Russian: Osminin A. T. (2018) On the scientific and practical problems of increasing the throughput and carrying capacity of lines / *Bulletin of the OAS of JSC Russian Railways*].
12. А.А. Власенский. Новая структура управления тяговыми ресурсами. Железнодорожный транспорт, 2014, №3. [In Russian: A.A. Vlasensky. (2014) New traction resource management structure. *Railway transport*].
13. А.Т. Осминин, Е.А. Сотников. Основные факторы и условия перехода на полигонную систему управления. Железнодорожный транспорт, 2017, №5. [In Russian: A.T. Osminin, E.A. Sotnikov. (2017) The main factors and conditions for the transition to a regional management system. *Railway transport*].
14. В.Н. Голоскоков. Полигонные технологии открывают новые возможности. Железнодорожный транспорт, 2017, №6. [In Russian: V.N. Goloskokov. (2019) Polygon technologies open up new possibilities. *Railway transport*].
15. А.Т. Осминин, Е.А. Сотников, А.Н. Баушев. Определение границ полигонов управления перевозками. Железнодорожный транспорт, 2017, №6. [In Russian: A.T. Osminin, E.A. Sotnikov, A.N. Baushev. (2017) Defining the boundaries of transportation control polygons. *Railway transport*].
16. А.Л. Кужель, И.Н. Шапкин, А.Н. Вдовин. На основе полигонных технологий управления перевозочным процессом. Железнодорожный транспорт, 2018, №6. [A.L. Kuzhel, I.N. Shapkin, A.N. Vdovin. (2018) Based on regional transportation management technology. *Railway transport*].
17. В.А. Шаров. Развитие системы управления железными дорогами в условиях полигонных технологий. Железнодорожный транспорт, 2018, №7. [In Russian: V.A. Sharov. (2018) Development of the railway management system in the conditions of regional technologies. *Railway transport*].
18. К.П. Шенфельд, Е.А. Сотников, П.С. Холодняк. Повышение эффективности работы полигонов. Железнодорожный транспорт, 2019, №3. [In Russian: K.P. Schoenfeld, E.A. Sotnikov, P.S. (2019) Holodnyak. Improving the efficiency of the regions]

19. А. Нетьматов. Детально изучить, прежде чем принять правила игры. «Народное слово», 18 февраля 2020. [In Russian: A. Nematov. (2020) Study in detail before accepting the rules of the game. *The People's Word*].
20. В.Ю. Кирякин. Реализация полигонной технологии с использованием АПК «Эльбрус»/ Железнодорожный транспорт, 2017, №10. [In Russian: V.Yu. Kiryakin. (2017) The implementation of regional technology using the agricultural complex "Elbrus". *Railway transport*].
21. Критически проанализировать положение дел в транспортной сфере. « Народное слово», 29 января 2020. [In Russian: (2020) Critically analyze the situation in the transport sector. *The People's Word*].

УДК 656.25

ANALYSIS OF FUNCTIONING OF EXISTING NETWORKS OF OPERATIVE-TECHNOLOGICAL COMMUNICATION OF "UZBEKISTAN RAILWAYS" JSC AND ITS IMPROVEMENT

Abdulkhak KHALIKOV, DSc, Prof.

Olimzhon URAKOV, PhD

Tashkent Institute of Railway Engineers

1, Adilkhozhaev st., Tashkent, 100167, Uzbekistan

Tel. +998(90) 319 49 24

E-mail: xalikov_abdulxak@mail.ru

Abstract. The paper presents an analysis of the functioning of networks of operational-technological communication of UTY JSC. Ways are proposed for its improvement using IP technology, with maximum network security meeting all reliability criteria.

Key words. Operational and technological communication, IP-technology, primary communication network, secondary communication network, basic equipment.

"ЎЗБЕКИСТОН ТЕМИР ЙЎЛЛАРИ" АЖ МАВГУД БОЛГАН ТЕЗКОР-ТЕХНОЛОГИК АЛОҚА ТАРМОҚЛАРИНИ ТАХЛИЛИ ВА УНИ МУКАММАЛЛАШТИРИШ

Абдулхак ХАЛИКОВ, т.ф.д., проф.

Олимжон УРАКОВ, (PhD) доктор

Тошкент темир ёл мухандислари институти

Тел. +998(90) 319 49 24

100167, Ўзбекистон, Тошкент, Одилхўжаев кўч., 1

E-mail: xalikov_abdulxak@mail.ru

Аннотация. Ушбу ишда "УТЙ" АЖ тезкор-технологик алоқаси тармоқларининг ишлаши таҳлили берилган. ИП технологиясидан фойдаланган ҳолда уни такомиллаштириш йўллари максимал тармоқ хавфсизлиги, барча ишончлилиқ мезонларига жавоб берадиган ҳолда таклиф этилган.

Калит сўзлар. Операцион ва технологик алоқа, IP-технология, бирламчи алоқа тармоғи, иккиламчи алоқа тармоғи, асосий ускуналар.

АНАЛИЗ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СУЩЕСТВУЮЩИХ СЕТЕЙ ОПЕРАТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СВЯЗИ АО «УЗБЕКИСТОН ТЕМИР ЙУЛЛАРИ» И ЕГО УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ

Абдулхак ХАЛИКОВ, д.т.н., проф.

Олимжон УРАКОВ, PhD

Ташкентский институт инженеров железнодорожного транспорта

100167, Узбекистан, Ташкент, ул. Адылхаджаева, 1

Tel. +998903194924.

E-mail: xalikov_abdulxak@mail.ru

Аннотация. В работе приведены анализ функционирования сетей оперативно-технологической связи АО «УТЙ». Предложены пути его усовершенствование с применением IP-технологии, с максимальной защищенностью сети, отвечающей всем критериям надежности.

Ключевые слова. Оперативно-технологическая связь, IP-технология, первичная сеть связи, вторичная сеть связи, базовое оборудование.

1. ВВЕДЕНИЕ: ВЫЯВЛЕНИЕ ПРОБЛЕМ, АКТУАЛЬНОСТЬ И ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

В мире важное место уделяется созданию информационных систем и цифровых технологических сетей для оперативного управления эксплуатационной работой железнодорожного транспорта, обеспечивающей повышение уровня безопасности движения поездов. В этом отношении, особое внимание уделяется усовершенствованию сети оперативно-технологической связи (ОТС) на железных дорогах. По своему

построению и назначению она относится к многоуровневым, иерархическим, региональным, технологическим телекоммуникационным сетям.

В мировом масштабе проводятся научно-исследовательские работы, направленные на реализацию этих задач, в том числе, создание методов и математических моделей по организации ОТС; разработка новых схем цифровых сетей ОТС на основе интегрированной цифровой аппаратуры; организация надежного функционирования сети ОТС на базе построения современных технологий в условиях различных информационных воздействий.

В нашей республике, наряду с интенсивным развитием информационно-коммуникационных технологий, пристальное внимание уделяется мерам по усовершенствованию технических устройств и комплексов, обеспечивающих безопасность движения поездов, в свою очередь по все местное расширение сетей ОТС на АО «Ўзбекистон темир йўллари». В стратегии действий Республики Узбекистан на 2017-2021 годы указаны задачи, по «...модернизации производства, техническому и технологическому обновлению производства, дальнейшему развитию дорожно-транспортной инфраструктуры, внедрению информационно-коммуникационных технологий в экономику, социальную сферу, системы управления»¹. При реализации этих проблем, в частности, были достигнуты определенные результаты, в частности, разработаны: система ОТС с применением “Internet Protocol” (IP) технологии моделированием процесса функционирования сети ОТС в условиях информационных воздействий; логико-вероятностная модель для расчета надежности функционирования сети ОТС, а также внедрена система ОТС, повышающая их производительность и надежность.

Однако, в этих исследованиях нет простого и оптимального решения, которое могло бы быть широко внедрено для оперативно-технологической связи железных дорог с применением IP-технологии, т.е. не усовершенствованы сети с их максимальной защищенностью, отвечающие всем критериям надежности. Значительный вклад в решение задач по повышению показателя надежности и эффективности функционирования сети ОТС внесли известные ученые и специалисты [2-13]. В этих работах не в полной мере использованы возможности применения результатов исследования в практике.

На сегодняшний день требования к сети оперативно-технологической связи, являющейся основной при организации перевозочных работ на железнодорожном транспорте в должной степени не изучены, поэтому остается актуальным.

Целью работы является анализ функционирования существующих сетей оперативно-технологической связи АО «УТЙ» и его усовершенствование.

2. МЕТОДОЛОГИЯ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Предлагается проанализировать функционирование первичной сети связи АО «УТЙ» в составе единого комплекса аппаратуры на основе IP используемой для решения поставленной задачи.

Поддержка строгой дисциплины, соблюдение графика движения поездов, оперативная разработка мер регулирования общего парка подвижного состава вагонов и локомотивов, а также обеспечение максимальной безопасности движение поездов с минимальным сроком времени доставки пассажиров и грузов, все подразделения этого сложного многоотраслевого железнодорожного хозяйства должны слаженно взаимодействовать друг с другом. Для обеспечения взаимодействия и максимальной бесперебойной организации работы подразделений и различных оперативных структур железнодорожным транспортом, служит сеть технологической связи. Общая технологическая сеть связи Акционерного общества «Узбекистон темир йуллари» (АО «УТЙ»), представляет собой совокупности первичных и вторичных сетей связи (ВСС) для обеспечения связи между всеми имеющимися предприятиями, оперативными подразделениями и структурными единицами общества [2]. Первичная сеть связи (ПСС) на железнодорожном транспорте состоит из оборудования сетевых узлов (СУ) и станций (СС) и линий передачи (ЛП) которая приведена на рис. 1.

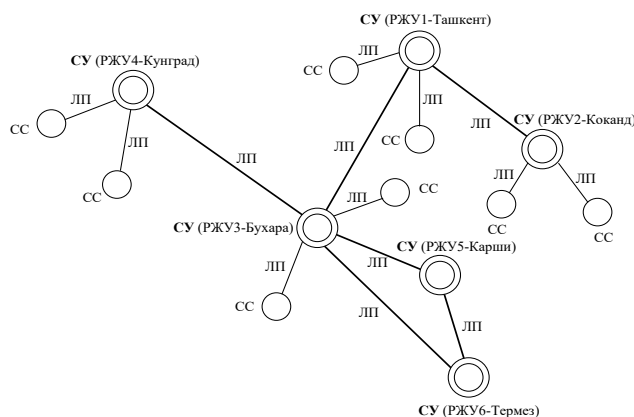


Рис. 1. Общий вид организации первичной сети связи АО «УТЙ»

¹ Указе Президента Республики Узбекистан от 7 февраля 2017 г. №УП-4947 «О стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан»

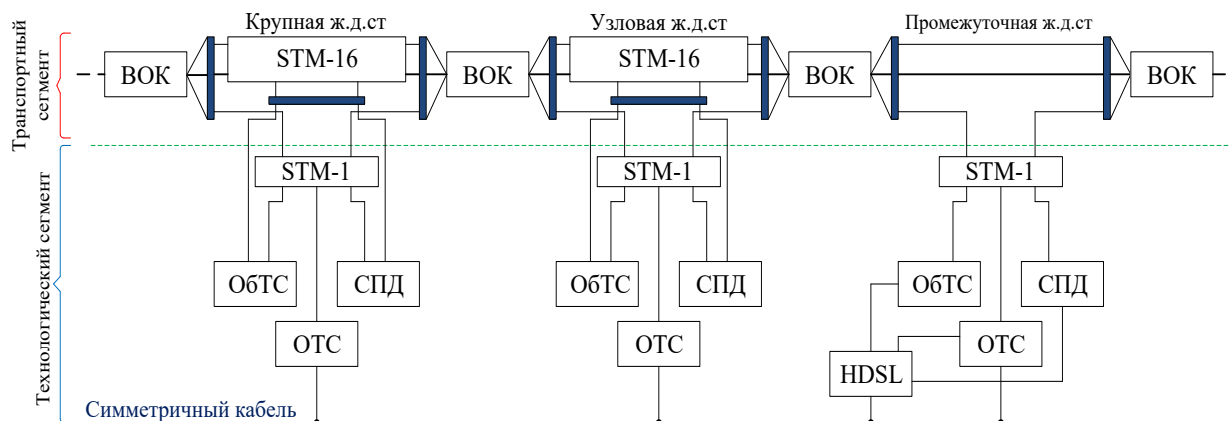


Рис.2. Обобщенная схема организации первичной сети связи АО «УТЙ»

ПСС необходимо для организации стандартных каналов (трактов), расположенных на территории всех шести региональных железнодорожных узлов (РЖУ), это по территориальному расположению одна из крупнейших ведомственных сетей в стране [2, 3].

В первичной сети АО «УТЙ» имеются технологические и транспортные сегменты (рис.2). **Транспортный сегмент** – является магистральной цифровой коммутационной сетью, построенной на основе симметричных медных кабелей, волоконно-оптических кабелей (на сегодняшний день проложено 1565 км), радиоканалов и каналов радиорелейной связи, систем передачи с синхронной цифровой иерархией (STM–1,4,16, а также мультиплексоров Keumile UMUX-1500), цифровые узлы АТС (Meridian, Мини Ком DX-500 ЖТ) не только для нужд АО «УТЙ», но и для информатизации крупных регионов страны, прилегающих к железной дороге.

«**Технологический сегмент**» включает в себе оборудование синхронной цифровой иерархии (STM1,4 и мультиплексоров UMUX-1500) и на основе этого организуются сети оперативно-технологической связи (ОТС), сетей передачи данных (СПД) и обще- технологической связи (Об ТС). Из рис.2 видно, что мультиплексоры ввода/вывода транспортного сегмента расположены на участках дороги, на крупных и узловых станциях. Мультиплексоры ввода/вывода технологического сегмента устанавливаются на станциях, где необходимо выделить каналы сетей ОТС, СПД и Об ТС [2, 3].

На базе первичной сети связи (ПСС) организованы вторичные сети (ВСС) для обслуживания инфраструктуры железнодорожного транспорта, которые организуют управление эксплуатационной и коммерческой работы «УТЙ». Вторичная сеть связи (ВСС) представляет собой набор оконечных станционных устройств (ОСУ) и потоков вторичной сети, которые включают в себя станционной линии (СЛ), коммутационные станции (КС), сеть коммутации (СК) и аппаратура переключения (АП). На рис.3 показан общий принцип организации вторичной сети связи (ВСС) АО «УТЙ».

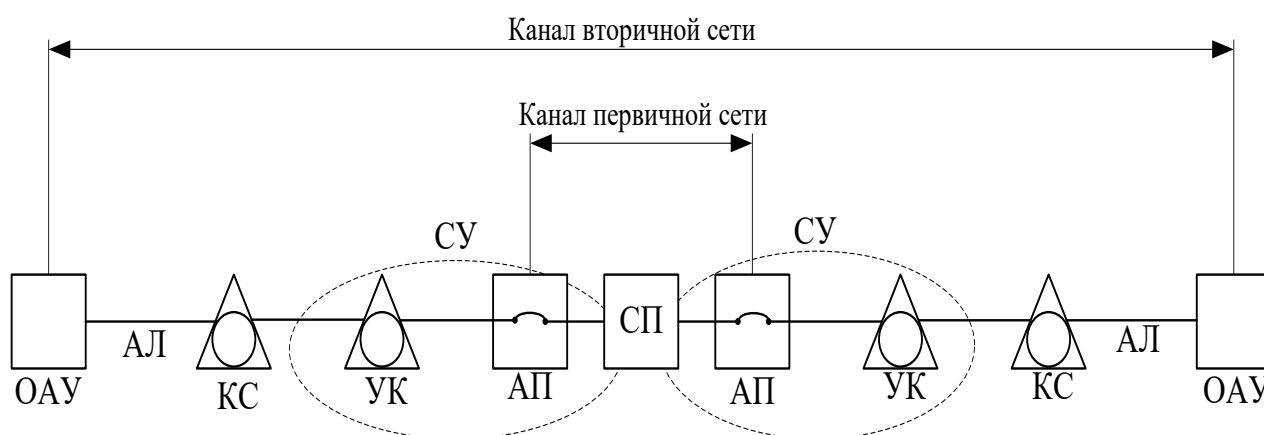


Рис.3. Обобщенный вид организации вторичной сети связи АО «УТЙ»

В зависимости от цели, типа передаваемых пакетов и влияния на управление организации перевозок, организуются сети Об ТС и ОТС (рис.1.4) [2,3].



Рис.4. Классификации основных видов технологической связи на железнодорожном транспорте

Сеть ОТС имеет важную роль в организации вторичной сети связи (ВСС), поскольку она необходима для организации соединения и согласования диспетчеров основных оперативных служб. Таких как, «служба перевозок – Д», «локомотивное хозяйство – Т», «хозяйство пути – П», «вагонное хозяйство – В», «энергохозяйство – Э», «пассажирская служба – Л» и т.д., а также обмена данными с исполнителями процесса оперативной технологической работы расположенными на железнодорожных станциях и движущихся объектах в пределах контролируемых диспетчерских участков (кругов) [2,3].

Общая сеть связи железнодорожного транспорта по территориальным составляющим можно разделить на сети первично магистральной (дорожной), региональной (отделенческой) и местной связи. В каждой из них организован комплекс сети как ОБТС и ОТС АО «УТЙ» (рис.5) [3].

На основе постановлений №ПП-1985 от 18 июня 2013 года «О мерах по организации строительства электрифицированной железнодорожной линии «Ангрен–Пап» и №ПП-2827 от 13 марта 2017 года «О мерах по строительству железнодорожной линии «Бухара–Мискин» Президента Республики Узбекистан были построены новые участки железной дороги «Ангрен–Пап» протяженностью 123,1км и «Бухара – Мискин» протяженностью 354,2км. В проектных документациях строительства этих участков были намечены, организовать следующих видов ОТС: ПДС, ЭДС, СДС, ЛПС, МЖС, ПС, БДС.

Развитие технического прогресса в области телекоммуникаций позволяет организовать ОТС на базе современных систем передачи, которая имеет больше возможностей, чем аналоговые устройства, в объединение различных интегрированных видов ОТС в единую систему передачи, с дальнейшим развитием, связанным с разработкой и применением цифровых сетей с аппаратной возможностью интеграции и предоставлением услуг.

При организации цифровой сети ОТС решаются следующие задачи, состоящие из трех групп:

I группа задачи - является структурно - топологические отражающие, как территориальное располагается и объединение сетью связи участка железной дороги, расширенность сети, общее количество промежуточных станций, общая логическая структура сети (отдельных диспетчерских участков - в одном круге, и в уровне РЖУ общей сети технологической связи);

II группа задач - оперативно-технические, характеризующие сеть с аспектов управления качеством предоставлением услуг вызовов;

III группа задач - определяющие надежность сети, технико-эксплуатационные.

Построенная цифровая сеть ОТС должна удовлетворять основным технико-эксплуатационным условиям и требованиям к общей технологической сети железных дорог Республики Узбекистан. При организации современной цифровой сети ОТС необходимо применять по принцип и алгоритму организации группового диспетчерского построения сети связи. Необходимо для групповых диспетчерских сетей, присущи следующие особенности [3]:

- полный приоритет главного диспетчера при организации переговоров внутри своего круга ОТС;
- незамедлительно оперативное соединение;
- постоянный прием на громкоговоритель у главного диспетчера;
- немедленная готовность громкоговорящего приема у дежурного по станции;
- представление групповых и циркулярных вызовов, а так же индивидуальных;
- световой сигнал входящих звонков на пульте главного диспетчера;
- регламентированный круг абонентов согласно правил технической эксплуатации (ПТЭ);
- все подключения в группе диспетчерской связи в установлении соединения, не должны содержать отказов;
- реализация принципа «говорит один – слышат все» [3].

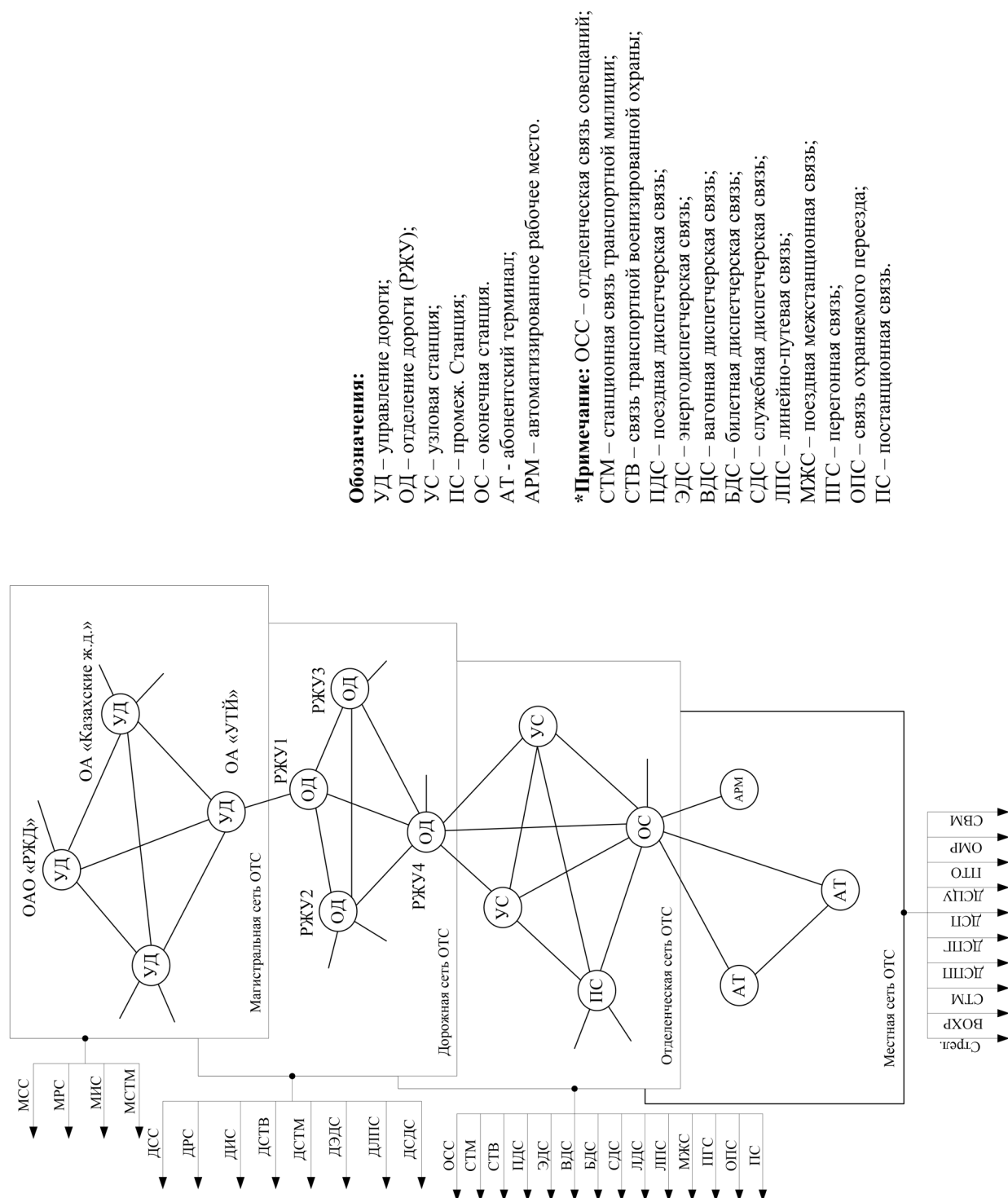


Рис.5. Разделение сети ОТС АО «УТЙ» по территориальному признаку действия

3. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Поскольку выше было предсказано, что на базе SGM и ППСЦ возможно организовать IP-технологии и организовать сеть ОТС на основе IP-телефонии. Организация ОТС- IP на базе IP-телефонии на всех станциях аналогична соединению абонентов Тф ОП через транзитную IP-сеть по сценарию «телефон-телефон». В IP-сетях протокол управления передачей -ТСР (Transport Control Protocol) может устранить искажение порядка пакетов данных, создавая последовательность для отправки и использования подтверждений, но вместо ТСР для передачи голоса используется протокол голосовой дейтаграммы UDP (User Datagram Protocol) [4].

Как правило, протокол - UDP используется в технологии ОТС - IP, поскольку отправляющему устройству не нужно ждать подтверждения от принимающего устройства перед отправкой последующих пакетов. Потеря небольшого количества речевых пакетов считается приемлемой и может быть получена путем кодирования и декодирования, а также с использованием различных методов интерполяции голоса, то есть одновременного заполнения пропущенных звуков с помощью цифровой обработки сигналов DSP (Digital Signal Processing) [4], представляет собой форму сигнала и прогнозирование пропущенных звуков.

Постановка задачи: Пусть имеется сеть ОТС-IP, в которой передаются пакеты, состоящие из заголовка IP и кадра данных, сформированного из используемого кодека. В табл. 1 приведены средние субъективные оценки качества различных методов кодирования.

Таблица 1

Основные характеристики кодеков

Кодек	Скорость передачи, кбит/с	MOS	Размер кадра, мс
G.711 PCM	64	4,3	0,125
G.726 Multi-rate ADPCM	16-40	2-4,3	0,125
G.723 MP-MLQ ACELP	5,3; 6,3	3,7; 3,8	30
G.728 LD-CEL	16	4,1	0,625
G.729 CS-ACELP	8	4,0	10

При организации технологической сети, маршрут передачи определяются в соответствии с учетом качеством обслуживания. Все входящие маршруты содержит m узлов, а также $m-1$ участков, по которым могут осуществляться компьютерные атаки (КА) [5-10]. Время передачи данных определено по $t_{nep} = V/R$ [11, 12], на участке с отношением объема V передаваемых информации к скорости передачи R (1):

$$t_{nep,i} = \lim_{\lambda \rightarrow 0} \left[\sum_{i=1}^{n-1} \frac{1}{\mu_i} \cdot \frac{1 - (K_i + 1) \cdot \rho^{K_i} + K_i \cdot \rho^{K_i+1}}{(1 + \rho^{K_i}) \cdot (1 - \rho)} \right] = \sum_{i=1}^{n-1} \frac{1}{\mu_i} \quad \text{при } R = \text{const}, \quad (1)$$

где K_i – ёмкость накопителя на i -м узле сетевом элементе;

$\rho = \frac{\lambda_i}{\mu_i}$ – входящая нагрузка, численная равная отношению интенсивностей поступления пакетов

передачи λ_i к их обслуживанию μ_i (т.е. передачи на i -м участке маршрута передачи); $m-1$ - количество участков на маршруте, на котором находится m узлов.

Предположим, что на сеть ОТС - IP осуществляется деструктивное информационное воздействие, в ходе которого нарушитель может успешно реализовать n видов КА, каждая из которых с вероятностью P_i ; $i = \overline{1, n}$ нарушает работоспособность сети, т.е. создает условия, при которых качество передачи пакетов снижается ниже допустимого уровня. Если сеть не прерывается, пакеты данных будут передаваться с течением времени t_{nep} .

В общем случае t_{nep} является случайной величиной с функцией распределения (ФР) $B(t)$. В случае нарушения работоспособности сеть восстанавливается за случайное время t_{ϵ_i} ; $i = \overline{1, n}$ с ФР времени восстановления $\Delta_i(t)$, а поступивший пакет данных передается повторно.

Входящий поток пакетов данных является редкоследующим, при котором вероятность поступления очередного пакета в момент обслуживания предыдущего пренебрежимо мала, то есть при случайном времени обслуживания интенсивность такого потока стремится к нулю. КА на сеть ОТС-IP возможны как во время передачи пакетов, так и в паузах между ними [11, 12], количество мест для ожидания передачи считается неограниченным. Требуется определить математическое ожидание $\bar{T}_h$ и функцию распределения времени успешной передачи пакетов данных в условиях n -видов КА.

В настоящее время, для анализа и синтеза функционирования сетей и системы телекоммуникаций в различных воздействующих факторов, были разработаны весьма мощные методы, которые ориентированные на

различные предметные области и свойства систем. При исследовании телекоммуникационных сетей и систем широко используются *аналитический*, логико-вероятностный метод, метод Марковских цепей и топологическое преобразование стохастических сетей (ТПСС). Все эти методы используют как структурную, так и неструктурную информацию об исследуемых объектах, как правило, имеющую вероятностную (случайную) природу, в этом их сходство. Кроме того, структура указывается в виде различных графов, а неструктурная информация определяется весовыми коэффициентами, указанные на вершинах и ребрах графа. Весовые коэффициенты могут быть как вероятностными, так и детерминированными [11-13].

Анализ этих методов показал, что метод ТПСС является более абстрактным, чем другие, поэтому он используется в исследованиях более широкого класса случайных процессов, происходящих в таких сложных организационно-технических системах, как сети и системы телекоммуникаций.

Суть метода в том, что исследуется не система, а реализуемый ей целевой процесс. Этот сложный процесс разбивается на элементарные процессы, каждый из которых характеризуется функцией распределения времени, которое требуется для завершения процесса, плотности вероятности, вероятности или среднего значения и дисперсии времени выполнения. Логика и последовательность процессов определяется двухполюсной сетью, состоящей из входных, промежуточных и выходных узлов (вершин), – стохастической сети [11-13].

Стохастическая сеть – это совокупность взаимоувязанных узлов (вершин) и ветвей, соответствующих алгоритму исследуемой системы, связанному друг с другом. Сеть при этом считается реализованной, если выполняется некоторое подмножество ветвей, время реализации которых выбирается в соответствии с вероятностным распределением. Ребрам сети соответствует набор элементарных процессов, а узлам – условия их выполнения. Каждый узел выполняет две функции: входная часть, которая определяет условие выполнения узла, и выходная часть, которая устанавливает, какие операции, следующие за узлом, будут выполняться. Для каждого ребра определяется функция передачи – условная характеристическая функция, являющаяся преобразованием Лапласа плотности распределения вероятностей времени выполнения элементарной операции (процесса).

4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Современные цифровые сети ОТС должны сохранять традиционные диспетчерские принципы построения, то есть новая цифровая сеть на общем уровне иерархии должна обеспечивать все принципиальные виды ОТС, отличающихся как алгоритмом функционирования и областью применения, так и влиянием на управление соответствующими подразделениями на железнодорожном транспорте [14-25]. Поскольку непосредственная организация и управление перевозочным процессом происходит на нижнем уровне иерархии сети диспетчерского управления, данный уровень, наиболее охватывающий различными видами ОТС. Кроме того, необходимо предусмотреть возможность создания и организации новых видов ОТС, предопределённых развитием инфраструктуры железнодорожного транспорта.

В качестве базового оборудования для реализации современных цифровых сетей ОТС рекомендуется использовать коммутационные станции:

- единой комплекс аппаратуры «Мини Ком DX-500 ЖТ»;
- единой комплекс аппаратуры на основе IP-технологий (телефонии);
- единой комплекс аппаратуры пункт промежуточной связи цифровой (ППС-Ц).

5. ЛИТЕРАТУРА

1. Указ Президента Республики Узбекистан от 7 февраля 2017 г. №УП-4947 «О стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан. [In Russian: Decree of the President of the Republic of Uzbekistan dated February 7, 2017 No. UP-4947 “On an Action Strategy for the Further Development of the Republic of Uzbekistan”].
2. Юркин Ю.В. Оперативно-технологическая телефонная связь на железнодорожном транспорте: учебник для вузов ж.д. транспорта / Ю.В. Юркин А.К. Лебединский В.А. Прокофьев И.Д. Блиндер; под.ред. Ю.В. Юркина. – М.: УМЦ ЖДТ, 2007. – 264 с. [In Russian: Yurkin, Yu.V. (2007) Operational and Technological Telephone Communication in Railway Transport: a Textbook for High Schools of Transport / Yu.V. Yurkin A.K. Lebedinsky V.A., Prokofiev I.D., Blinder/ Ed. by Yurkina, Yu.V. - Moscow: UMTS ZhDT].
3. Шмытинский В.В. Многоканальная связь на железнодорожном транспорте: учебник для вузов ж.д. транспорта / В.В. Шмытинский, В.П. Глушко, Н.А. Казанский; под. ред. В.В. Шмытинского. – М.: УМЦ ЖДТ, 2007. – 264 с. [In Russian: Shmytinsky, V.V. (2007) Multichannel Communication in Railway Transport: a Textbook for High Schools Transport / V.V. Shmytinsky, V.P. Glushko, N.A. Kazan; under. ed. V.V. Shmytinsky. - М.: UMTS ZhDT].
4. Электронная лекция по дисциплине «Основы IP-телефонии». [In Russian: Electronic Lecture on the Subject "Fundamentals of IP-telephony". Available at: <http://samzan.ru/133239>.
5. Бирюков А.А. Информационная безопасность: защита и нападение / А.А. Бирюков – Москва.: ДМК Пресс, 2012. – 474 с. [In Russian: Biryukov A.A. (2012) *Information Security: Defense and Attack* / A.A. Biryukov - Moscow.: DMK Press].
6. Зайцев А.П. Технические средства и методы защиты информации: учебник для вузов / А.П. Зайцев А.А. Шелупанов Р.В. Мещеряков и др.; под общ. ред. А.П. Зайцева А.А. Шелупанова. – М.: Машиностроение, 2009. – 508 с. [In Russian: Zaitsev, A.P. (2009) *Technical Means and Methods of Information Protection: a Textbook for*

- High schools / A.P. Zaitsev A.A. Shelupanov R.V. Meshcheryakov and al/ Ed. by Zaitseva, A.P., Shelupanova, A.A. - Moscow: Mechanical Engineering].
7. Зегжда Д.П. Основы безопасности информационных систем / Д.П. Зегжда, А.М. Ивашко. – М.: Горячая линия Телеком, 2000. – 452 с. [In Russian: Zegzhda, D.P. (2000) Fundamentals of Security of Information systems / D.P. Zegzhda, A.M. Ivashko. - Moscow: Telecom Hotline].
 8. Кравцов А.О. Методика выбора приоритетных элементов информационно-телекоммуникационной системы, функционирующей в условиях применения организованным нарушителем таргетированных атак / А.О. Кравцов, А.А. Привалов // Изв. ПГУПС. – 2017. – Т. 14, №1. – С. 137–148. [In Russian: Kravtsov A.O. (2017) Methodology for Selecting Priority Elements of an Information and Telecommunication System that Functions under the Conditions of Application by Targeted Attacker of Targeted Attacks / A.O. Kravtsov, A.A. Privalov // *News PSUC*].
 9. Мартин Дж. Системный анализ передачи данных. Т. 2 / Дж. Мартин; пер. с англ. под ред. В.С. Лапина. – М.: Мир, 1975. – 434 с. [In Russian: Martin J. System Analysis of Data Transmission. Т. 2 / J. Martin; trans. with English ed. V.S. Lapina. - Moscow].
 10. Рогожин А.А. Тактика применения интегрированных систем безопасности: учебное пособие / А.А. Рогожин, А.В. Эсауленко; – Воронеж: Институт МВД России, 2014. – 273 с. [In Russian: Rogozhin, A.A. (2014) Tactics of the Use of Integrated Security Systems: a Training Manual / A.A. Rogozhin, A.V. Esaulenko; - Voronezh: Institute of the Ministry of Internal Affairs of Russia].
 11. Привалов, А.А. Математическая модель XSS-атаки / А.А. Привалов, Ю.С. Карабанов, А.О. Кравцов С.И. Сидоров // Известия ПГУПС. – 2018. – Т. 15, вып. 1. – С. 167–172. [In Russian: Privalov, A.A. (2015) The Mathematical Model of the XSS attack / Privalov, A.A., Karabanov, Yu.S., Kravtsov, A.O., Sidorov, S.I. // *News PSUC*].
 12. Привалов И.И. Введение в теорию функций комплексного переменного: учебник / И.И. Привалов. – М.: Наука, 1984. – 355 с. [In Russian: Privalov, I.I. (1984) *Introduction to the Theory of Functions of a Complex Variable: a Textbook* / И.И. Привалов. - Moscow: Nauka].
 13. Сахаров, М.А. Разработка моделей функционирования и методики формирования интеллектуальной системы поддержки принятия решений по управлению сетью передачи данных: дис. канд. техн. наук: 05.12.13 / М.А. Сахаров. – СПб: Гос. ун-т морского и речного флота им. адм. С.О. Макарова. 2015. – 161 с. [In Russian: Sakharov, M.A. Development of Functioning Models and Methods for the Formation of an Intelligent Decision Support System for Managing a Data Transmission Network: dis. cand. tech. sciences: 05.12.13].
 14. Халиков А.А., Ураков О.Х. Внедрение модифицированных устройств для оперативно-технологической связи на железнодорожном участке Ангрен-Поп. // Мухаммад ал-Хоразмий авлодлари Илмий-амалий ва ахборот-таҳлилий журнал №3(5). 2018. - С.89-94. [In Russian: Khalikov A.A., Urakov, O.Kh. The Introduction of Modified Devices for Operational-Technological Communication on the Angren-Pop Railway Section. // *Scientific and Practical Journal of Generation of Muhammad al-Khorezmi*].
 15. Халиков А.А., Ураков О.Х. Существующие проблемы и перспективы развития поездной радиосвязи в железнодорожном тоннеле «Камчик». / Материалы в сборнике трудов конференции серии: «International scientific review». (Boston. USA. №11(53). November. 2018. - С.24-28. [In Russian: Khalikov A.A., Urakov, O.Kh. Existing Problems and Prospects for the Development of Train Radio Communications in the Kamchik Railway Tunnel. Materials in the Proceedings of the Conference Series: "International Scientific Review". Boston. USA].
 16. Халиков А.А., Ураков О.Х. Проблемы и перспективы развития поездной радиосвязи в железнодорожном тоннеле «Камчик». / Вестник научных конференций №10-4(38). 2018. – С118-119. Наука и образование в XXI веке. По материалам международной научно-практической конференции 31 октября 2018 г. Часть 4. [In Russian: Khalikov, A.A., Urakov, O.Kh. Problems and Prospects for the Development of Train Radio Communications in the Kamchik Railway Tunnel. / Bulletin of Scientific Conferences N 10-4 (38). 2018. - pp.118-119. Science and Education in the XXI century. According to the Materials of the International Scientific-practical Conference].
 17. Khalikov, A.A., Urakov, O.Kh. The Tasks of Organizing and Managing the Integrated Digital Network of Operational and Technological Communication Based on PIC-D Devices at the Angren-Pap Railway Sections. // Journal "European science review" № 9-10. 2018. September-October. Volume 1. - pp. 220-227.
 18. Халиков А.А., Мирсагдиев О.А. Темир йўл транспортининг технологик алоқа тармоқларида янги авлод телекоммуникация тизимларини қўллаш. // Мухаммад ал-Хоразмий авлодлари Илмий-амалий ва ахборот-таҳлилий журнал №1. 2019. 52-556. [In Uzbek: Khalikov, A.A., Mirsagdiev, O.A. Application of New Generation Telecommunication Systems in Railway Communication Technological Networks. // *Scientific and Practical Journal of Generation of Muhammad al-Khorezmi*]
 19. Халиков А.А., Ураков О.Х. Распределение телефонной нагрузки в сетях оперативно-технологической связи АО «Узбекистон темир йўллари». // Норвегия Журнал NJDIS №29 (1). VOL 1. 2019. - С. 52-55. [In Russian: Khalikov, A.A., Urakov, O.Kh. (2019). Distribution of Telephone Load in Networks of Operational-Technological Communication of "Uzbekistan Railways" JSC. // *Norwegian Journal NJDIS*].
 20. Халиков А.А., Ураков О.Х. Развитие средств беспроводной связи на железнодорожном транспорте. / Сборник докладов Республиканской научно-технической конференции «Современные проблемы и их решения информационно-коммуникационных технологий и телекоммуникаций» I -Часть Фергана 30-31 май. 2019 год. 9-12с. [In Russian: Khalikov, A.A., Urakov, O.Kh. The Development of Wireless Communications in Rail Transport. / Collection of Reports of the Republican Scientific and Technical Conference "Modern Problems and Their Solutions of Information and Communication Technologies and Telecommunications"]].

21. Халиков А.А., Ураков О.Х. Анализ существующих сетей оперативно-технологической связи и их эффективного развития на основе IP-технологии. Международный информационно-аналитический журнал «Crede Experto: транспорт, общество, образование, язык». №2(21). Июнь 2019. 9-15 с. [In Russian: Khalikov, A.A., Urakov, O.Kh. Analysis of Existing Networks of Operational Technological Communication and Their Effective Development Based on IP Technology. International Information and Analytical Magazine "Crede Experto: Transport, Society, Education, Language"]].
22. Халиков А.А., Мирсагдиев О.А. Оценка телефонной нагрузки на каналах оперативно-технологической связи. //Мухаммад ал-Хоразмий Авлодлари. Тошкент. №3(9). 2019. 48-526. [In Russian: Khalikov, A.A., Mirsagdiev, O.A. Assessment of Telephone Load on the Channels of Operational-Technological Communication. // Mukhammad al-Khorazmiy Avlodlari. Tashkent].
23. Халиков А.А., Ураков О.Х. Распределение телефонной нагрузки в сетях оперативно-технологической связи АО «Узбекистон темир йуллари». / Проблемы получения, обработки и передачи измерительной информации II Международная научно-техническая конференция, посвященная 90-летию со дня рождения профессора Зарипова Мадияра Фахритдиновича. 19–20 сентября 2019 г., Уфа, Россия. - С.389-392. [In Russian: Khalikov, A.A., Urakov, O.Kh. Distribution of Telephone Load in Networks of Operational-Technological Communication of "Uzbekistan Railways" JSC. / Problems of Receiving, Processing and Transmitting Measurement Information II International Scientific and Technical Conference dedicated to the 90th anniversary of Professor Zaripov Madiyar Fakhritdinovich September 19–20, 2019, Ufa, Russia. - pp. 389-392].
24. Khalikov, A.A., Urakov, O.Kh. Estimation of Quality of Information of Operatively-Technological Connection Transfer. // *Norwegian Journal NJDIS* №34. VOL 1. 2019. - pp.53-56.
25. Халиков А.А., Ураков О.Х. Организация и управления интегральной цифровой сетью оперативно-технологической связи на основе устройств контроллера периферического интерфейса на железнодорожных участках. //UNIVERSUM Технические науки. Раздел Радиотехника и связь. №1(70). 2020. – С. 44-50. Электронный научный журнал. [In Russian: Khalikov, A.A., Urakov, O.Kh. Organization and Management of an Integrated Digital Network of Operational-Technological Communication based on Peripheral Interface Controller Devices in Railway Sections. // *UNIVERSUM Engineering*. Section Radio Engineering and Communication. Electronic Scientific Journal].
26. Khalikov, A.A., Urakov, O.Kh. Mathematical Model of the Implemented Impairer of the Information Impact Process on the Operative-Technological Communication Network based on IP-Technologies. // *International Scientific and Technical Journal Chemical Technology*. Control and Management. 2019, № 4-5 (88-89) pp.119-125.
27. Халиков А.А., Ураков О.Х. Расчет экономических затрат при проектировании сети оперативно-технологической связи-IP на участке «Ангрен–Пап»./UNIVERSUM Технические науки. Раздел Радиотехника и связь. №2. Часть 1. 2020. – С.59-61. Электронный научный журнал. [In Russian: Khalikov, A.A., Urakov, O.Kh. Calculation of Economic Costs When Designing a Network of Operational-Technological Communication-IP on the Angren-Pap Section. // *UNIVERSUM Engineering*. Section Radio Engineering and Communication. Electronic Scientific Journal].

DETERMINATION OF KEY PARAMETERS OF A DEVICE FOR SORTING MUNICIPAL SOLID WASTE

Tavbai KHANKELOV*, Candidate of Technical Sciences, Dosent
Nafisa MUKHAMEDOVA, High Teacher
Norkul ASLONOV, Research Seeker
Mokhinora ILKHOMOVA, Magisture
Tashkent Institute of Design, Construction & Maintenance of Automotive Roads
Department "Construction and Maintenance of Automotive Roads"
20, A.Timur ave., Tashkent, 100060, Uzbekistan
Tel. +998 (71) 233-08-27
*E-mail: karshiyev-97@mail.ru, devonxona@tayi.ru

Abstract. The article is devoted to the determination of rational values of the key parameters of a device for sorting municipal solid waste (MSW). The basic physical and mechanical properties of MSW (morphological and fractional compositions, morphological composition depending on fraction values) that affect the design of a device are determined. The basic principles of the impact theory and the mathematical theory of experimental design are used in defining the key parameters. A mathematical model of the process of municipal solid waste sorting has been developed.

Keywords. Solid waste, impact theory, sorting device, rebound length, metal strip.

ҚАТТИҚ МАИШИЙ ЧИҚИНДИЛАРНИ САРАЛОВЧИ ҚУРИЛМА

Тавбай ХАНКЕЛОВ, т.ф.н., доцент,
Нафиса МУХАМЕДОВА, катта ўқитувчи,
Норкул АСЛОНОВ, мустақил изланувчи,
Мохинора ИЛХОМОВА, магистрант
Тошкент автомобиль йўлларни лойиҳалаш, қуриш ва эксплуатация институти
«Йўл қурилиш машиналари ва жиҳозларини таъмирлаш ва эксплуатацияси» кафедраси
100060, Ўзбекистон, Тошкент ш., А.Тимур проспекти, 20 уй
Тел. +998 (71) 233-08-27
*E-mail: karshiyev-97@mail.ru, devonxona@tayi.ru

Аннотация. Мақола қаттиқ маиший чиқиндилар (ҚМЧ) асосий параметрларининг риционал қийматларини аниқлашга бағишланган. ҚМЧларнинг асосий физик механик хоссалари (морфологик ва фракцион ҳамда фракция ўлчамларига кўра морфологик таркиблари) аниқланган.

Асосий параметрларини аниқлаш учун зарба назарияси ва тажрибаларни режалаштиришнинг математик назарияси асосларидан фойдаланилган ҚМЧларни саралаш жараёнининг математик модели ишлаб чиқилган.

Калит сўзлар. ҚМЧ, зарба назарияси, сараловчи қурилма, сакраш узунлиги, металл планка

УСТРОЙСТВО ДЛЯ СОРТИРОВКИ ТВЁРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ

Тавбай ХАНКЕЛОВ, к.т.н., доцент,
Нафиса МУХАМЕДОВА, старший преподаватель,
Норкул АСЛОНОВ, соискатель,
Мохинора ИЛХОМОВА, магистрант
Ташкентский институт по проектированию, строительству и эксплуатации автомобильных дорог
Кафедра «Эксплуатация и ремонт дорожно-строительных машин и оборудования»
100060, Узбекистан, Ташкент, пр. А.Темура, дом-20
Тел.: +998(71)233-08-27
*E-mail: karshiyev-97@mail.ru, devonxona@tayi.ru

Аннотация. Статья посвящена определению рациональных значений основных параметров устройства для сортировки твердых бытовых отходов (ТБО). Определены основные физико-механические свойства ТБО (морфологический и фракционный составы, а также морфологический состав в зависимости от величин фракций) которые влияют на конструкцию устройства. Для определения основных параметров использованы основные положения теории удара и математической теории планирования эксперимента. Разработана математическая модель процесса сортировки твердых бытовых отходов.

Ключевые слова. ТБО, теория удара, устройство для сортировки, длина отскока, металлическая планка.

1. ВВЕДЕНИЕ

Увеличение численности населения, быстрая урбанизация, бурный рост экономики и повышения уровня жизни в развивающихся странах значительно ускорили темпы, количества и качество образования твердых бытовых отходов [1, С.1275-1276].

К ТБО относятся отходы, образующиеся в жилых и общественных зданиях, торговых, спортивных и промышленных предприятиях, опавшие листья, крупногабаритные отходы [2, 6-9; 3, 11-12; 4, 16-17; 5, 76-77].

В последнее время наблюдается уменьшение плотности ТБО за счет возросшего содержания в них бумаги и пластмассы (в основном за счет упаковочных материалов). Состав ТБО в различных странах принципиально не отличается, в связи с чем проблемы их складирования, ликвидации, обезвреживания или переработки во многом идентичны.

Однако это не означает, что при решении этих вопросов возможно использовать какой-либо универсальный метод управления ТБО, т.к. каждая страна и каждый регион имеет свою специфику [6, 1-2]. На наш взгляд эта специфичность заключается в следующем:

- система сбора и транспортировки ТБО (раздельный или смешанный);
- климатическая зона (северный, умеренный, южный);
- уровень и образ жизни людей (средний годовой доход на душу населения).

Но, одним из основополагающих является раздельный вид системы сбора и транспортировки отходов, к которому, большинство стран Евросоюза перешли [7, С.41-42; 8, С.44-45]. Раздельный сбор отходов имеет ряд неоспоримых преимуществ. При раздельном способе сбора и транспортировки составляющие ТБО предварительно отсортированы, что исключает необходимости в подготовительной сортировке отходов. Кроме того, при раздельном способе сбора и транспортировки составляющие отходов сохраняют свой исходный вид, что благоприятно сказывается на качестве вторичного сырья. При смешанном сборе и транспортировке составляющие отходов перемешиваясь с пищевыми отходами приходят в негодное состояние и тем самым растет негативное влияние отходов на окружающую среду. В этой связи, показателен и интересен опыт Израиля. Под патронажем Министерства экологии принята программа по разделению мусора. Так, мусор делится на два потока: так называемый «мокрый» мусор (органические отходы) – остатки еды, и «сухой» мусор (неорганические отходы) – упаковку, бутылки, пластик, бумагу и др. [9, С.240-241]. Также интересна пилотная программа правительства Китая, в 2000 году правительство отобрало восемь пилотных городов, включая Шанхай для изучения механизмов сортировки ТБО. Для продвижения этой пилотной программы были разработаны серии административных положений и политики как на национальном, так и на местном уровне. Будучи выбранным в качестве пилотного города, правительство Шанхая включило управление в число муниципальных практических задач. Кроме того, были также введены программы стимулирования и образования. Местное правительство совместно с банком Китая начали вводить «Зеленый счет» для домохозяйств. Сортировка отходов привела к появлению в счете баллов, которые можно обменять на повседневные товары, такие как молоко, шампунь, и т.д., или вычесть за коммунальные платежи [10, С.271-277]. Отсортированные, например, пищевые отходы могут служить кормом для скота, а оставшиеся отходы с другого контейнера как вторичное сырье для промышленности [11, С.74-75]. При такой раздельной переработке сокращается ущерб, причиняемый свалками окружающей среде, уменьшается количество складываемых отходов на полигонах, а также количество транспортных средств задействованных на транспортировку отходов на полигоны.

Осознав разностороннюю выгоду от раздельного сбора и транспортировки отходов Узбекистан также предпринимает практические шаги по переходу от смешанного сбора к раздельному, в частности принято Постановление Президента Республики Узбекистан от 17 апреля 2019 года №ПП-4291 «Об утверждении Стратегии по обращению с твердыми бытовыми отходами в Республике Узбекистан на период 2019-2028» [12, С.19-20], в котором четко указаны сроки по этапного увеличения процента переработки ТБО в Республике, а также сроки перехода к раздельному сбору. К сожалению, несмотря принятое постановление на данном этапе достаточно сложно повсеместно организовать раздельный сбор отходов. Причиной тому служит не только неподготовленность населения, но и отсутствие соответствующих бытовых условий и технического обеспечения, а также отсутствие мусоропроводов [13, С.3-4]. Исходя из вышеуказанных положений сортировка ТБО, в частности, пищевых составляющих, следовательно, разработка сортировочного устройства с рациональными значениями основных параметров является актуальной задачей.

Вопросами исследования закономерности сортировки, а также методами и выбором устройств сортировки ТБО. занимались такие ученые как Р.Т.Чернолуцкий [14, С.3-7], Л.Я.Шубов [15, С.94-358], И.В.Ламзина [16, С.244-247], А.М.Мусаев, Р.Г.Сайфулин [17, С.141-145], Б.С.Киринов, А.Н.Клокова [18, С.31-33], Mitsuhiro Oka [19, С.2-8], Л.Н.Реутович, М.П.Арлиевский, Н.А.Аверьянова [20, С.2-10], В.Ф. Решитько, Г.Ю.Зацепина, А.А.Шашнин, В.С.Маслов, Э.Б.Крельман [21, С.2-11] и другие. Существующая технология переработки ТБО в местах сбора и транспортировки в Узбекистане в частности, в городе Ташкент заключается в следующем: привозимые отходы на мусороперегрузочную станцию проходят только ручную сортировку, далее по конвейерной линии удаляются в резервуар, где они прессуются и увозятся на полигон для захоронения ТБО. В процессе ручной сортировки отделяются только крупные (четко различимые) отходы, кроме того, основная часть отходов находится в целлофановых пакетах, разрывать пакеты и сортировать отходы вручную трудоемкий и низкорентабельный процесс. В связи с, этим проведен анализ существующих устройств для сортировки ТБО и выявлены основные недостатки данных конструкций. На основе анализа литературных источников и существующих конструкций сортировочных устройств был выбран прототип конструкции сортировочного устройства.

2. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

2.1. Материалы и методы исследования

В соответствии с поставленной задачей создания рациональной конструкции сортировочного устройства, проверкой теоретических выводов и обоснования основных параметров, а также режимов работы в программу включены следующие вопросы:

1. Определения морфологического и фракционного составов ТБО в местах сбора и транспортировки отходов.
2. Исследование качественных показателей процесса сортировки в зависимости от:
 - высота падения отходов;
 - угла наклона металлической планки;
 - скорости транспортной ленты.
3. Оптимизация параметров и режимов работы сортировочного устройства.
4. Разработка экспериментального сортировочного устройства с рациональными параметрами и определение её экономической эффективности.

Критерием оценки качества работы сортировочного устройства является процент сортировки пищевых составляющих отходов, при меньшем вторичном загрязнении окружающей среды.

Физические свойства ТБО определялись в местах сбора и транспортировки отходов.

Для исследования морфологического состава твёрдых бытовых отходов были выбраны 10 пунктов сбора отходов. Масса каждой пробы равнялась 30 кг.

Методика определения морфологического состава ТБО проводилась следующим образом: отходы разравнивались на брезенте с размерами (2000×2000мм), после разравнивания площадь брезента делилось на четыре части, отходы из $\frac{3}{4}$ выбрасывались, а $\frac{1}{4}$ часть отходов шла на анализ (метод квартования) [7, 222-223]. После этого анализируемая часть отходов разравнивалась на брезенте, и каждая составляющая отходов отделялась друг от друга.

Процентное содержание составляющих отходов определялась по формуле.

$$Y = \frac{A_1}{B_1} \cdot 100\%, \quad (1)$$

где Y_1 – процентное содержание составляющих отходов, %;

A_1 – масса составляющих отходов, кг;

B_1 – общая масса отходов, кг.

Величина составляющих компонентов бытовых отходов определялся путем последовательного просеивания проб массой 30 кг на ситах с размерами ячеек 250×250, 150×150, 100×100, 50×50 и 15×15мм.

Критерием оценки качества работы сортировочного устройства (пищевых составляющих) являлся процент сортировки отходов при меньшем вторичном загрязнении окружающей среды. Повторность опытов при каждом варианте принималось трехкратной. Для проведения серий экспериментов также были подготовлены 10 средних проб массой 30 кг.

Процент отсортированных пищевых отходов обрабатывался с помощью формулы.

$$Y_2 = \frac{A_2}{B_2} \cdot 100\%, \quad (2)$$

где Y_2 - процент сортировки пищевых отходов, %

A_2 - масса отсортированных пищевых отходов, кг;

B_2 - масса пищевых составляющих отходов, кг.

Для поведения экспериментальных исследований процесса сортировки пищевых составляющих ТБО был разработан и изготовлен стенд. Общий вид стенда показан на рис. 1, а схема устройства на рис. 2.

Он состоит из корпуса 1, прикрепленного к стойкам корпуса загрузочного бункера 2, двух транспортеров, расположенных один под другим. К бортам верхнего транспортера 3 прикреплена П-образная рама 4 с помощью пружин растяжения 5. К П-образной раме 4 жестко закреплена металлическая планка 6. Устройство содержит силовую установку 7 состоящую из двигателя и редуктора, служащего приводом ведущего барабана 8 при помощи клиновидного ремня 9, ленты 10 транспортера. Металлическая планка 11 соединена со стойкой 12, которая с помощью болтов прикреплена к борту нижнего транспортера 13. Металлическая планка 11 выполнена с возможностью регулирования угла наклона в пределах $30^\circ - 60^\circ$ относительно горизонтали. Ведомый барабан 14 монтируется на стойках корпуса 1.

Силовая установка 15, состоящая из двигателя и редуктора, служит при помощи клиновидного ремня 16 приводом ведущего барабана 17.



Рис.1. Общий вид устройства для сортировки пищевых отходов.

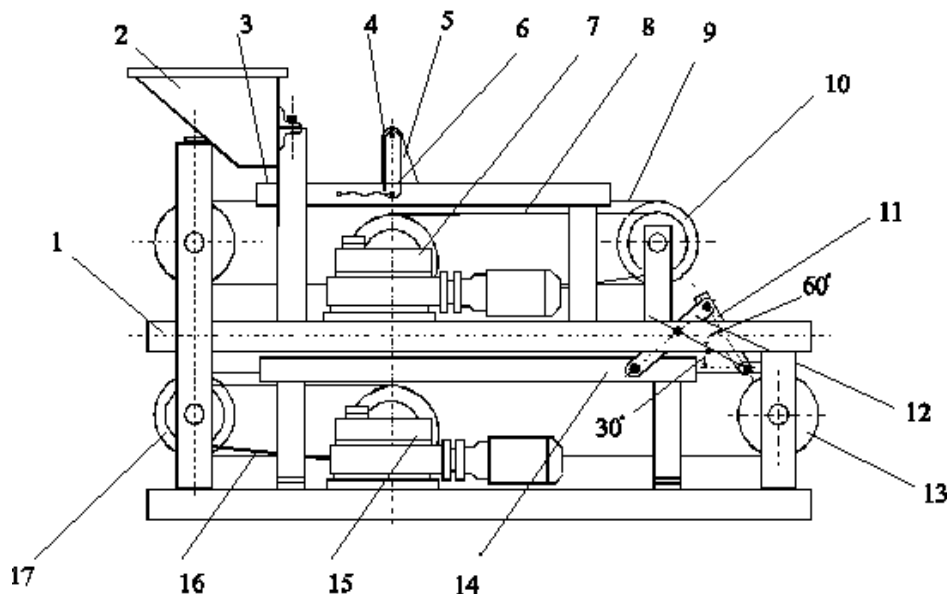


Рис. 2. Схема устройства для сортировки пищевых отходов: 1 – корпус; 2 – дозирующий бункер; 3 – верхний транспортер; 4 – П-образная рама; 5 – пружина растяжения; 6 – металлическая планка; 7 – силовая установка; 8 – ведущий барабан; 9 – клиновидный ремень; 10 – лента верхнего транспортера; 11 – металлическая планка; 12 – стойка; 13 – нижний транспортер; 14 – ведомый барабан; 15 – силовая установка; 16 – клиновидный ремень; 17 – привод ведущего барабана.

2.2. Технология сортировки

Устройство для сортировки пищевых отходов работает следующим образом.

Измельченные и высушенные отходы с размерами от менее 50 мм через загрузочный бункер 2 подаются на ленту 10 верхнего транспортера с помощью металлической планки 6 отходы разравниваются, подаются равномерным слоем и перемещаются по ленте 10 транспортера. Дойдя до края транспортера составляющие отходов начинают падать на металлическую планку 11. При ударе об экран (за счет своей упругости, длина отскока упругих составляющих больше, чем у органических составляющих) упругие составляющие отскакивают от планки 11 и попадают в отдельную емкость, а оставшиеся части бытовых отходов попадают на ленту нижнего транспортера. Кроме того, расположение металлического экрана подобрано таким образом, что по каким-либо причинам не отскочившие составляющие отходов скользят по металлической планке падают на обод барабана нижнего транспортера. Упругие составляющие отскакивают от барабана и падают в емкость, а пищевые (органические) составляющие увлекаются нижним транспортером.

С помощью нижнего транспортера отходы подаются в следующий цикл технологической схемы переработки отходов.

Результаты предварительных экспериментов позволили определить перечень основных факторов, влияющих на процесс сортировки пищевых отходов, а также их интервалы варьирования.

На рисунках 3-8 представлены зависимости процента сортировки пищевых отходов от высоты падения отходов и угла наклона металлической планки при различных значениях скорости транспортной ленты.

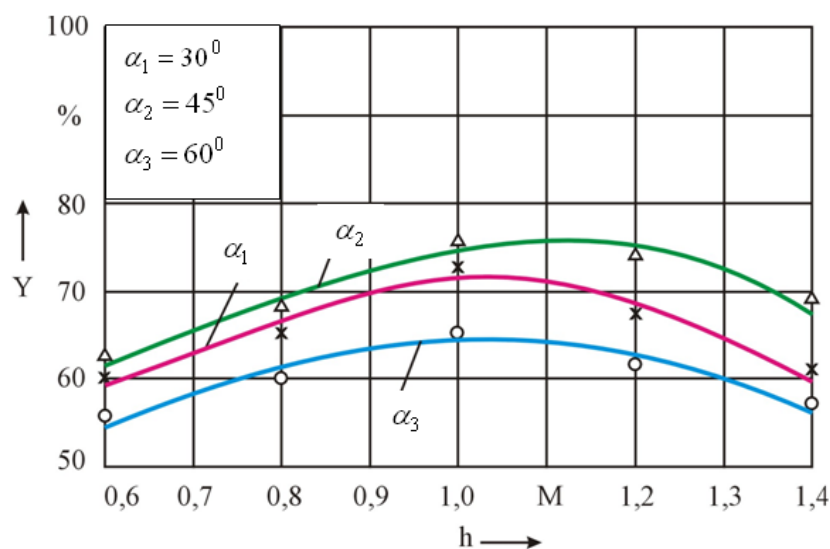


Рис.3. Зависимость процента сортировки пищевых отходов от высоты падения отходов при различных значениях угла наклона металлической планки (при скорости транспортной ленты $v=0,1 \text{ м/с}$).

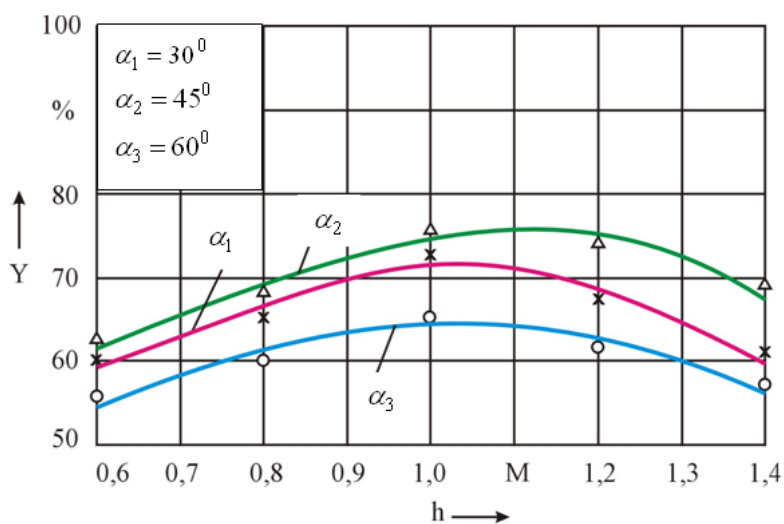


Рис. 4. Зависимость процента сортировки пищевых отходов от высоты падения отходов при различных значениях угла наклона металлической планки (при скорости транспортной ленты $v=0,2 \text{ м/с}$)

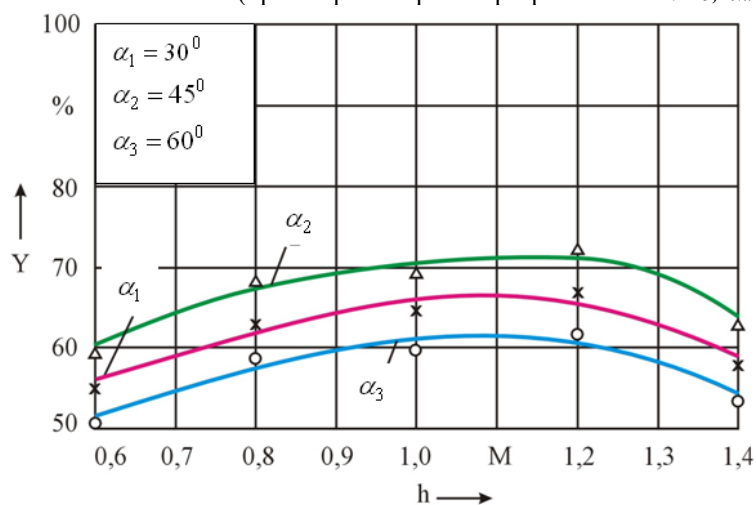


Рис. 5. Зависимость процента сортировки пищевых отходов от высоты падения отходов при различных значениях угла наклона металлической планки (при скорости транспортной ленты $v=0,3 \text{ м/с}$)

Анализ зависимостей, представленных на рисунках 3,4 и 5 показывает, что максимальное значение процента сортировки пищевых составляющих отходов достигается при значениях высоты падения в пределах $1,0 \div 1,2 \text{ м}$ (при значении транспортной ленты в пределах $v=0,2 \text{ м/с}$).

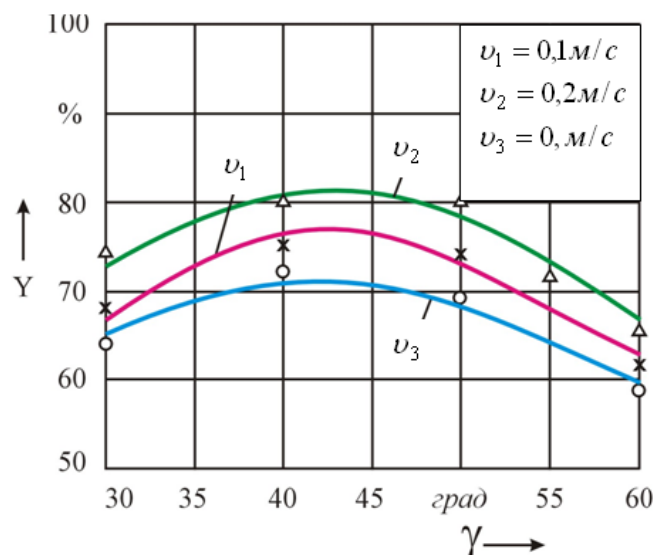


Рис. 6. Зависимость процента сортировки пищевых отходов от высоты падения отходов при различных значениях угла наклона металлической планки (при высоте падения отходов $h = 0.8 \text{ m/s}$).

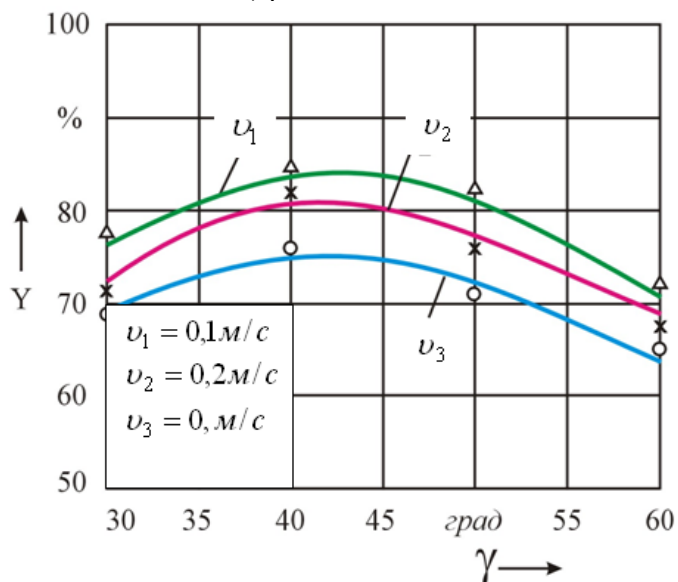


Рис. 7. Зависимость процента сортировки пищевых отходов от высоты падения отходов при различных значениях угла наклона металлической планки (при высоте падения отходов $h = 1.0 \text{ m/s}$).

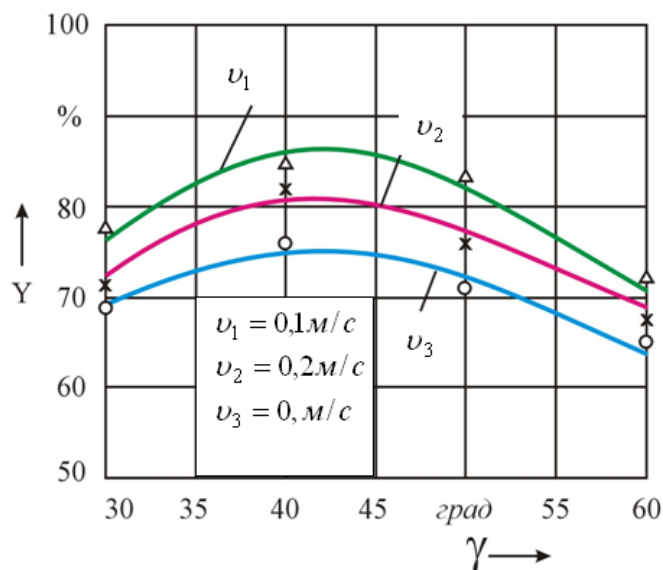


Рис. 8. Зависимость процента сортировки пищевых отходов от высоты падения отходов при различных значениях угла наклона металлической планки (при высоте падения отходов $h = 1.2 \text{ m/s}$).

2.3. Анализ полученных данных

Анализ графиков, представленных на рисунках 6, 7 и 8 показывает, что максимальное значение процента сортировки пищевых отходов достигается при значениях угла наклона приблизительно равным $\alpha \approx 35^\circ - 45^\circ$ (при значениях высоты падения отходов $h \approx 1,2$ м, скорости транспортной ленты в пределах $v \approx 0,1$ м).

Согласно методики математического планирования экспериментов путем отсеивания несущественных факторов и полученных данных однофакторных экспериментов были установлены основные управляемые факторы влияющие на процесс сортировки пищевых отходов [22, 69-93]. Эта зависимость в общем виде записывается так:

$$Y = f(h, \alpha, v), \quad (3)$$

где h - высота падения отходов, м;

α - угол наклона металлической планки, град;

v - скорость транспортной ленты, м/с;

Y - процент сортировки пищевых отходов, %.

Зависимость между входными и выходными факторами представляется в виде уравнения регрессии:

$$\hat{\phi} = \hat{a}_i + \sum \hat{a}_i \hat{\sigma}_i + \sum \hat{a}_{ij} \hat{\sigma}_{ij} + \sum \hat{a}_i \hat{\sigma}_i^2 \quad (4)$$

где y - значение исследуемого параметра оптимизации;

x_i - кодированные значения факторов ($i=1,2,3$) кодированные значения факторов

$\hat{a}_i$ - оценка коэффициента уравнения регрессии соответствующего i -го фактора;

B_{ij} - оценка коэффициента уравнения регрессии, соответствующего взаимодействию факторов.

Эксперименты проводились по плану B_3 [23, 227-230], так, как он является наименее трудоемким по сравнению с другими планами. Причем B_3 – оптимальные планы, обеспечивают минимальную чувствительность оценок коэффициентов, а также уменьшают число экспериментальных точек с варьированием факторов в трех уравнениях. Воспроизводимость опытов, т.е. проверки гипотезы об однородности дисперсий при одинаковом числе повторных опытов, проверялась по критерию Кохрена, а значимость коэффициентов уравнения регрессии определялись с помощью критерия Стьюдента при уровне достоверности 0,05. Адекватность модели процесса проверялось с помощью критерия Фишера.

Модель считается адекватной при условии:

$$F_{расч} < F_{табл} \quad (5)$$

Оптимизация параметров и режима работы сортировочного устройства проведена с применением метода математического планирования эксперимента.

В качестве оценочного критерия был выбран процент сортировки пищевых отходов.

В таблице 1. приведены уровни факторов и интервалы их варьирования.

Таблица 1

Уровни факторов и интервалы их варьирования.

№	Факторы	Код обозн.	Уровни факторов			Интервал варьирования	Размерность
			-1	0	+1		
1	Высота падения отходов	x_1	0,8	1,0	1,2	0,2	м
2	Угол наклона металлической планки	x_2	30	45	60	15	Град
3	Скорость транспортной ленты	x_3	0,1	0,2	1,3	0,1	м/с

После обработки экспериментальных данных и оценки значимости коэффициентов регрессии, была получена математическая модель процесса сортировки пищевых составляющих ТБО.

$$Y = 72,66 + 2,98x_1 - 2,16x_2 - 7,6x_3 + 3,3x_1^2 - 7,5x_2^2 + 3,9x_3^2 \quad (6)$$

Матрица планирования и результаты эксперимента приведены в таблице 2.

Таблица 2

Матрица планирования с результатами эксперимента

Номер опыта	x_0	x_1	x_2	x_3	$\bar{y}$
1	+	-	-	-	79,4
2	+	+	-	-	85,4
3	+	-	+	-	74,4
4	+	+	+	-	80,3
5	+	-	-	+	63,9
6	+	+	-	+	69,8
7	+	-	+	+	60,4

Продолжение таблицы 2

8	+	+	+	+	65,4
9	+	-	0	0	72,4
10	+	+	0	0	79,5
11	+	0	-	0	67,0
12	+	0	-	0	63,4
13	+	0	0	-	84,6
14	+	0	0	+	68,5

Проверка адекватности модели по критерию Фишера показала, что с 95% ной достоверностью математическая модель адекватна

$$F_{расч} = 0,95 \quad F_{табл} = 2.36 \quad (7)$$

С целью определения рациональных значений факторов уравнения (6) исследована на экстремум, результаты которой приведены в таблице 3.

Таблица 3

Рациональные значения факторов

Значение факторов	Факторы		
	$x_1, м$	$x_2, град$	$x_3, м/с$
Кодированное	1	-0,1447	-1
Натуральное	1,2	42,8297	0,1
Округленное	1,2	43	0,1

Таким образом, рациональными значениями параметров сортировочного оборудования являются:

- высота падения отходов - $h=1,1-1,2 м$;
- угол наклона металлической планки - $\alpha=40-50^0$;
- скорость движения транспортера - $v=0,1-0,2 м/с$.

3. ВЫВОДЫ

1. Разработанная методика проведения экспериментальных исследований позволяет определить морфологический и фракционный составы ТБО, а также морфологический состав в зависимости от величины фракции составляющих ТБО и значение процента сортировки пищевых отходов.

2. Разработанная конструкция сортировочного устройства обеспечивает эффективную сортировку пищевых отходов за счет обеспечения двойной сортировки. Это достигается тем, что по каким-либо причинам не отскочившие от металлического экрана попадают на обод нижнего транспортера. Упругие составляющие за счет своих упругих свойств отскакивают от барабана и падают в емкость, а пищевые (органические) составляющие увлекаются нижним транспортером.

3. Увеличение угла наклона металлической планки приблизительно до 45^0 приводит к увеличению процента сортировки, а дальнейшее его увеличение приводит к уменьшению процента сортировки пищевых отходов.

4. Установлены рациональные параметры сортировочного устройства.

- высота падения отхода, $h \approx 1,1-1,2 м$;
- угол наклона металлической планки, $\alpha \approx 40^0-50^0$;
- скорость движения транспортера - $v=0,1-0,2 м/с$.

5. Разработанная конструкция сортировочного устройства легко вписывается в существующую технологическую схему переработки отходов в г. Ташкенте и существенно повышает ее эффективность.

4. БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Hussein, I., Abdel-Shafy, Mona, Mansour, S.M. (2018) Solid waste issue: sources, composition, disposal, recycling, and valorization. *Egyptian journal of Petroleum* 27(2018)-1275-1290.
- Санитарная очистка и уборка населенных мест. Справочник/ Под редакцией А.Н.Мирного, Н.Ф.Абрамова, М.: Стройиздат. 1990. -412с [In Russian: (1990) *Sanitary cleaning and cleaning of populated areas*. Reference book / Edited by Mirny, A.N. Abramov, N.F. Moscow: Stroyizdat].
- Александровская З.И. Санитарная очистка городов. М.: Стройиздат. 1991.-384с [In Russian: Alexandrovskaya, Z.I. (1991) *Sanitary cleaning of cities*. Moscow: Stroyizdat].
- Компакторы. Уплотнители твердых бытовых промышленных отходов. Под общей редакцией проф. Г.В.Кустарева. Москва: МАДИ(ТУ), 2014.-179с. [In Russian: (2014) *Compactors*. Compactors of solid household industrial waste/ Ed. by prof. Kustareva, G.V. Moscow: (MARTU) MADI].
- Реферативный журнал. Охрана и улучшение городской среды, №1.2000.-124с. [In Russian: Review journal. Protection and improvement of the urban environment].
- Внукова В.Н., Горох Н.П. «Проблемы и перспективы комплексной утилизации муниципальных отходов г. Харькова» Вестник Харьковского национального автомобильно-дорожного университета, 2006, №9. -176с.

- [In Russian: Vnukova, V.N. Goroh, N.P. Problems and Prospects for the Integrated Utilization of Municipal Wastes of Kharkov/ *Bulletin of the Kharkov National Automobile and Highway University*].
7. Уланова О.В., Салхофер С.П., Вюнш К. Комплексное устройство управления отходами. Жилищно-коммунальное хозяйство: Учебное пособие / О.В.Уланов и др. под общей ред. О.В.Улановой. – М.: Издательский дом Академии Естествознания, 2016. – 520с [In Russian: Ulanov, O.V. and al (2016) *Integrated waste management device*. Housing and Communal Services: Textbook / Ed. by Ulanova, O.V. - Moscow: Publishing House of the Academy of Natural Sciences].
 8. Петруков О.П., Шубов Л.Я., Гаев Ф.Ф. Стратегия и тактика решения проблемы твердых бытовых отходов в Московской области// Научные и технические аспекты охраны окружающей среды. ВИНТИ.2008.№1-123с [In Russian: Petrukov, O.P., Shubov, L.Ya., Gaev, F.F. (2008) Strategy and tactics for solving the problem of municipal solid waste in the Moscow region // *Scientific and technical aspects of environmental protection*. VINITY].
 9. Липатова Т.Н. Культура сортировки твердых бытовых отходов в крупных городах. Аннотация сообщений материалов международной научно-практической конференции посвященной к 100-летию академика П.А.Кирпичникова. КНИТУ. 2013.-240-242с. [In Russian: Lipatova, T.N. The culture of sorting municipal solid waste in large cities. *Abstract of the materials of the international scientific and practical conference dedicated to the 100th anniversary of academician P.A. Kirpichnikov*. KNITU. 2013.-240-242p].
 10. Hongmei Lu, Roman Sidortsov. Sorting a problem: A co-production approach to household waste management in Shanghai, China. *Waste Management* 95(2019)-271-277.
 11. Петров В.Г., Чечина А. Х. Линии сортировки мусора: перспективы применения/В.Г. Петров, А.Х.Чечина.- Ижевск,2005.-112с.[In Russian: Petrov, V.G., Chechina, A.Kh. (2005) *Garbage sorting lines: application prospects* / Petrov, V.G. Chechina, A.Kh. -Izhevsk].
 12. Постановление Президента Республики Узбекистан от 17 апреля 2019г,ПП-4291 «Об утверждении Стратегии по обращению с твердыми бытовыми отходами в Республике Узбекистан на период 2019-2028».Ташкент.- 59с.[In Russian: (2019) Decree of the President of the Republic of Uzbekistan dated April 17, PP-4291 “*On approval of the Strategy for the management of municipal solid waste in the Republic of Uzbekistan for the period 2019-2028.*” Tashkent].
 13. Внукова В.Н., Беспалова М.В., Зубова Ю.С., Горох Н.П. Твердые бытовые отходы: объективная реальность, проблемы накопления и переработки. Вестник Харьковского национального автомобильно-дорожного университета.,2008., №9.-197р. [In Russian: Vnukova, V.N., Bepalova, M.V., Zubova, Yu.S., Gorokh, N.P. Municipal solid waste: objective reality, problems of accumulation and processing. *Bulletin of the Kharkov National Automobile and Highway University*].
 14. Фонд «Чарос». Техничко-экономический доклад. Основные технико-экономические показатели строительства в г. Ташкенте завода по переработке бытовых отходов, с выпуском вторичного сырья и изделий, мощностью 150 тыс. тонн в год. Ташкент. 1996. – 12с. [In Russian: Charos Foundation. (1996) *Technical and economic report. The main technical and economic indicators of the construction of a household waste processing plant in Tashkent, with the release of secondary raw materials and products, with a capacity of 150 thousand tons per year*. Tashkent].
 15. Щубов Л.Я. Закономерности сепарации твердых бытовых отходов в технологиях их комплексной переработки. Диссертация на соискания доктора технических наук. – М, 1999. – 384с.[In Russian: Schubov, L.Ya. (1999) Patterns of separation of municipal solid waste in technologies for their integrated processing. *The dissertation for the Doctor of Technical Sciences*. Moscow].
 16. Ламзина И.В., Желтобрюхов В.Ф., Шайхиев И.Г. Анализ методов сортировки твердых бытовых отходов.Вестник Казанского технологического университета. 2015. №5 С.244-245 [In Russian: Lamzina, I.V., Zheltobryukhov, V.F., Shaikhiev, I.G. Analysis of methods for sorting municipal solid waste/ *Bulletin of Kazan Technological University*. 2015. No5 244-245p].
 17. Мусаев А.М., Сайфулин Р.Г. Метод устройство вибро-пульсоционной сортировки твердых бытовых отходов. Известия КазГАСУ: Экология в строительстве. 2011. №1 С.141-145 [In Russian: Musaev, A.M., Sayfulin, R.G. Method device vibro-pulsation sorting of solid household waste/ *Izvestia KazGASU Ecology in construction*].
 18. Кирин Б.С., Клокова А.Н. Современные технологии разделения отходов пластмасс. Успехи химии и химической технологии. Том XXVIII. 2014. №3. С.31-33[In Russian: Kirin, B.S., Klokova, A.N. Modern technologies for the separation of plastic waste/ *Advances in chemistry and chemical technology*].
 19. Sorting apparatus in solid waste sorting system.pat.US0055464100A United States:Mitsuhiro Oka,заявитель и патентообладатель Okasan Corporation.Co Appl.№.:139183; заявл. 19.10 1993.-10р.
 20. Способ очистки компоста из твердых бытовых отходов от балластных фракций: заявка патент.2004104371/ Рос.Федерация: МПКВ9/00/ Л.Н.Реутович,М.П.Арлиевский,Н.А.Аверьянова; заявитель и патентообладатель ООО «ГИПРОХИМ-ТЕХНОЛОГ».-№2004104371/03; заявл. 10.02.2004-11с. [In Russian: The method of purification of compost from municipal solid waste from ballast fractions: patent application 2004104371 / Russiat Federation: МПКВ9 / 00 / Reutovich, L.N., Arlievsky, M.P. Averyanov, N.A. Applicant and patent holder of GIPROCHEM-TECHNOLOG LLC. - No. 2004104371/03; declared 02/10/2004].
 21. Способ очистки и переработки твердых бытовых отходов и комплекс для его осуществления: заявка патент. 2000130971/13/Рос.Федерация: МПКВ09В3/13 В.Ф. Решитько, Г.Ю.Зацепина, А.А.Шашин, В.С.Маслов, Э.Б.Крельман; заявитель и патентообладатель В.Ф.Решитько, Г.Ю.Зацепина. - №2000130971/13; заявл. 14.12.2000-12с. [In Russian: A method for the treatment and processing of municipal solid waste and a complex for its implementation: patent application. 2000130971/13 / Russiat Federation: МПКВ09В3 / 13 Reshitko, V.F., Zatsepin, G.Yu., Shashin, A.A., Maslov, V.S., Krelman, E.B. Applicant and patent holder Reshitko, V.F., Zatsepin, G.Yu. No. 2000130971/13; declared 12/14/2000].

22. Адлер Ю.П и др. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. М.: Наука. 1971. – 283с. [In Russian: Adler, Yu.P. et al. (1971) *Planning an experiment in the search for optimal conditions*. Moscow: Science].
23. Аугамбаев М.А. и др. Основы планирования научно-исследовательского эксперимента. – Т.: «Укитувчи», 1993. – 336р. [In Russian: Augambaev, M.A. et al. (1993) *Fundamentals of the planning of a research experiment*. - Tashkent: Ukituvchi].

AUTOMATED MANAGEMENT OF THE PROCESS OF FORMATION OF WAGON FLOWS IN RAILWAY TRANSPORT

Tolaniddin NURMUKHAMEDOV, Doctor of Technical Sciences, Professor
Tashkent Institute of Railway Engineers
1, Adilkhozhayev st., Tashkent, 100167, Uzbekistan
Tel.+998(90) 927 27 92
E-mail: jaloliddin_06@mail.ru

Abstract. The article considers the information system for the development of a plan for the formation of trains and the hierarchical structure of the management of the transportation process by railway transport of the Russian Federation and Uzbekistan.

Key words. Information technologies, database, Operational Transportation Management Automated System, Automated system for measuring, controlling, dislocating, analyzing the use and regulation of car fleets, Information and Inquiry System, Express, a Single Complex of Integrated Processing of the Road Sheet.

WAGON OQIMLARINI SHAKILLANTIRISH ZARAYONINI AVTOMATLASHTIRILGAN BOSHQARUVI

Толаниддин НУРМУХАМЕДОВ, т.ф.д., профессор
Тошкент темир йўл мухандислари институти
100167, Ўзбекистон, Тошкент, Одилхўжаев кўч.,1
Тел.+998(90) 927 27 92
E-mail: jaloliddin_06@mail.ru

Аннотация. Мақолда Россия Федерацияси ва Ўзбекистон темир йўл транспортида поездларни шакллантириш режасини ишлаб чиқиш учун маълумот тизими ва транспорт жараёнини бошқаришнинг иерархик тузилиши муҳокама қилинади.

Калит сўзлар. Ахборот технологиялари, маълумотлар базаси, Транспортни тезкор бошқаришнинг автоматлаштирилган тизими, Вагон паркларини ҳисобга олиш, бошқариш, жойлаштириш, улардан фойдаланиш ва тартибга солишни автоматлаштирилган тизими, Ахборот-кидирув тизими, Экспресс, Йўл варақасини яхлит қайта ишлашнинг ягона комплекси.

АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ УПРАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССОМ ФОРМИРОВАНИЯ ВАГОНПОТОКОВ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ

Толаниддин НУРМУХАМЕДОВ, д.т.н., профессор
Ташкентский институт инженеров железнодорожного транспорта
100167, Узбекистан, Ташкент, ул Адылходжаева, 1
Тел.+998(90) 927 27 92
E-mail: jaloliddin_06@mail.ru

Аннотация. В статье рассматривается информационная система разработки плана формирования поездов и иерархическая структура управления перевозочным процессом на железнодорожном транспорте Российской Федерации и Узбекистана.

Ключевые слова. Информационные технологии, база данных, Автоматизированная система оперативного управления перевозками (АСОУП), Автоматизированная система пономерного учета, контроля, дислокации, анализа использования и регулирования вагонными парками (ДИСПАРК), Информационно-справочная система (ДИСКОР), Экспресс, Единый комплекс интегрированной обработки дорожной ведомости (ЕК ИОДВ).

1. ВВЕДЕНИЕ

Объектами управления железнодорожной отрасли являются: территориально-структурные или производственные объекты, подвижные ресурсы, инфраструктура, персонал, финансовые и информационные потоки, непроеизводственная сфера, которые тесно взаимосвязаны. К территориально-структурным объектам относятся: региональные железнодорожные узлы (РЖУ), их линейные предприятия, участвующие в выполнении технологических операций перевозочного процесса станции, депо, участки, дистанции и другие.

В сфере железнодорожного транспорта (ЖТ) большое внимание уделяется внедрению и развитию современных информационных технологий (СИТ). Это позволяет улучшить качество транспортного обслуживания с одновременным снижением эксплуатационных затрат на всех участках работы, что существенно повышает конкурентоспособность ЖТ.

Повышение эффективности работы хозяйств ЖТ от внедрения СИТ складывается из нескольких факторов:

- снижение капитальных затрат;
- сокращение персонала;
- экономия от ускорения оборота вагонов;
- сокращение вагонного парка;
- оптимизация перевозок.

Непосредственное физическое воздействие на управляемый объект присутствует на нижних ступенях руководства (машинист, стрелочник, дежурный диспетчерской службы и т.д.). Более высокая ступень руководства характеризуется тем, что в роли управляемых "объектов" выступают люди. Следовательно, формы управления на этих ступенях имеют отличительные особенности, а именно управляющие команды в основном имеют форму различных планов.

2. ПЛАН И МОДЕЛЬ – ОСНОВА УПРАВЛЕНИЯ ВОГОНПОТОКАМИ

Система планирования складывается из следующих частей: перспективные и годовые планы перевозок и развития ЖТ, квартальные и месячные планы перевозок, месячные технические нормы, график, план формирования поездов (ПФП), суточные и сменные оперативные планы поездной и грузовой работы. Каждый из видов планов относится к какому-либо конкретному объекту: дороге, РЖУ, станции и т.п.

Эффективное управление ЖТ связано с переработкой значительных объемов информации о вагонопотоках и принятием на этой основе соответствующих воздействующих решений с целью перевода её в новое требуемое состояние. Дальнейшее совершенствование методов управления требует, в свою очередь, исследования процесса формирования вагонопотоков на ЖТ как объекта автоматизированного управления.

СИТ применяемые на ЖТ, а также реорганизация управления перевозками на их основе позволяют разрабатывать автоматизированные системы управления нового поколения. Модели перевозочного процесса (МПП) применяемые в настоящее время для эффективного управления вагонопотоками ориентированы на экономические критерии, которые позволяют повысить конкурентоспособность по сравнению с другими видами транспорта. Создаваемые АСУ железнодорожным транспортом направлены на расширение полигона планирования с динамическим управлением вагонопотоками на основе вариантного ПФП и использовании технико-экономических характеристик (как статических, так и динамических) каждого вагона, участвующего в данном процессе.

2.1. Информационное обеспечение Центра управления перевозками

Создание базы данных для всех уровней управления ЖТ, разработка согласованных идентификаторов объектов моделирования, стандартизованные имена атрибутов и связей, а также разработка общих классификаторов, обеспечит синхронизацию однотипных баз данных на разных ЭВМ и связанности информации об объектах перевозочного процесса - грузах, вагонах, поездах, локомотивах (рис.1).

Основные вычислительные процессы осуществляются в Главном вычислительном центре (ГВЦ) Министерства путей сообщения Российской Федерации, а также в информационно-вычислительных центрах (ИВЦ) дорожного уровня. Оперативные данные с линейного уровня поступают по каналам связи на ИВЦ дорожного уровня, которые также отражаются в базе данных сетевого уровня.

2.2. Информационные технологии организации перевозочного процесса в Узбекистане

Организация перевозочного процесса с применением информационных технологий, как в Информационно-вычислительном центре, так и др. структурных подразделениях Акционерного общества «Ўзбекистон темир йўллари» (АО УТИ) направлены на эффективное управление процессом формирования поездов [1]. В настоящее время на железной дороге республики успешно используются ряд автоматизированных систем управления: АСОУП 2 (Автоматизированная система оперативного управления перевозками); Экспресс-3 (предназначена для комплексной автоматизации билетно-кассовых операций на полигонах сети, включающая десятки тысяч билетных касс и целый ряд ВЦ АСУ «Экспресс»); ДИСПАРК (Автоматизированная система пономерного учета, контроля, дислокации, анализа использования и регулирования вагонными парками); ДИСКОР (Информационно-справочная система связывающая комплексы АСОУП, интегрированной обработки маршрута машиниста (ИОММ), «Экспресс», единый комплекс интегрированной обработки дорожной ведомости (ЕК ИОДВ)). Система ДИСКОР позволяет получить сведения об основных показателях работы дороги, таких как погрузка, выгрузка, работа подвижного состава, прием и сдача вагонов и т.п. Нужно отметить, что необходимо в полной мере использовать возможности уже созданных и эксплуатируемых выше отмеченных информационных систем (АСОУП 2, Экспресс-3, ДИСПАРК, ДИСКОР).

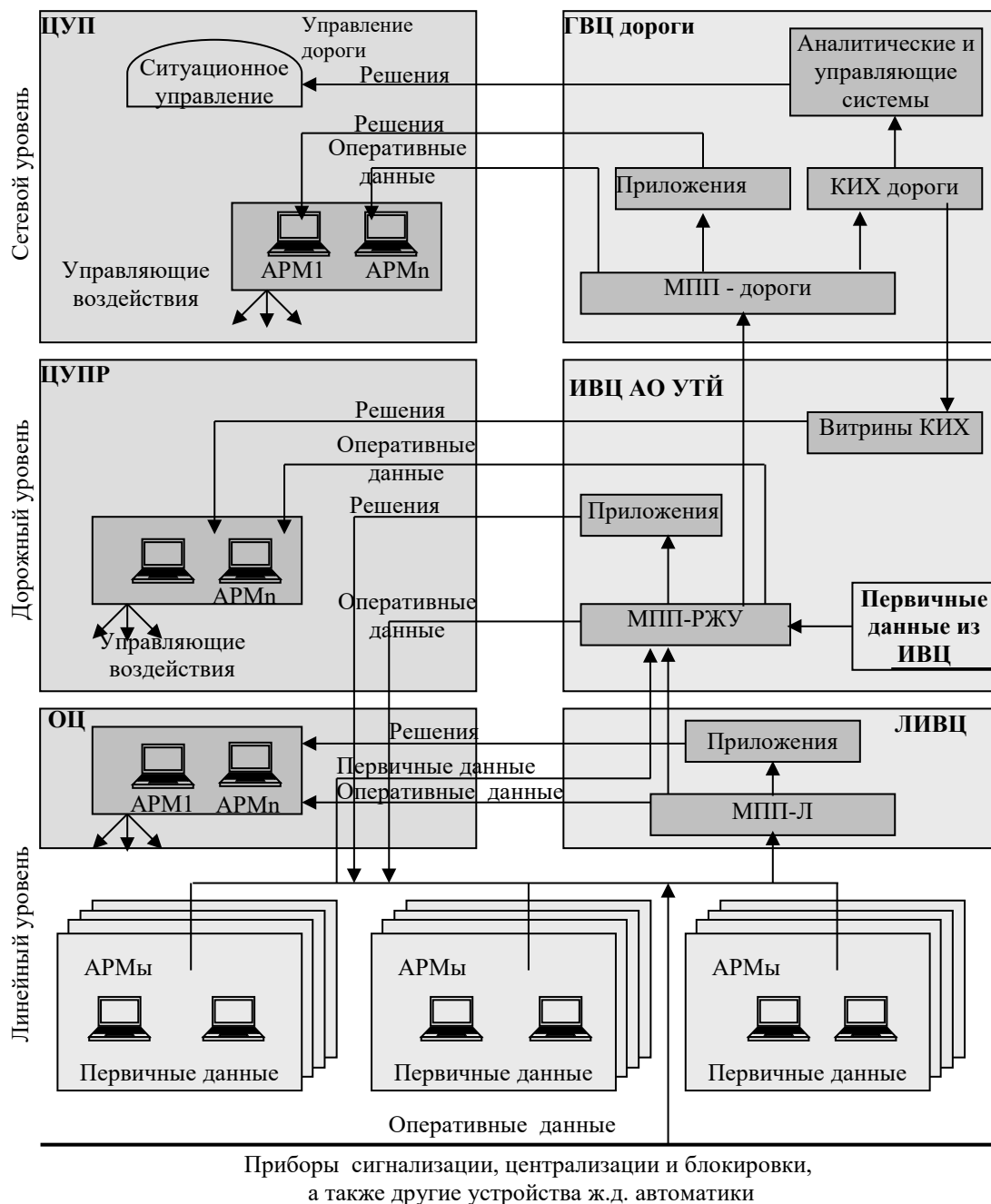


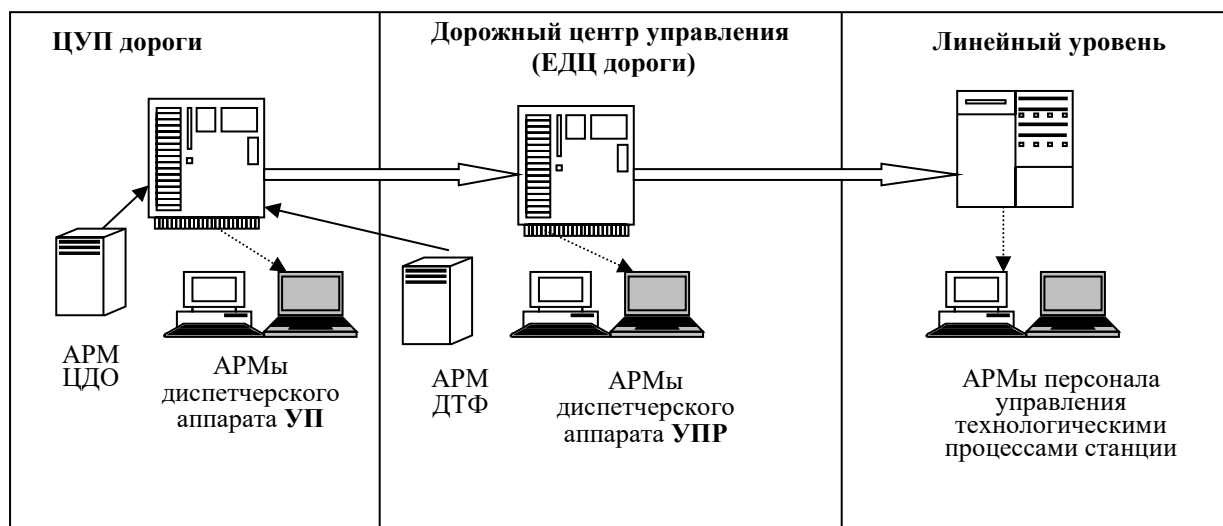
Рис 1. Иерархическая структура управления железнодорожными перевозками.

В функционировании АСУ вагонопотоками (АСУВ) ведущую роль призвана играть централизованная система диалоговой корректировки ПФП в системе ЦУП - ЦУПР с централизованной базой данных (ЦСДК ПФП) [2]. Указанная система обеспечивает: ведение базы данных нормативно-справочной информации (НСИ) по ПФП; пользовательский интерфейс ввода и корректировки ПФП; логический контроль вводимой информации; автоматизированное построение маршрутов следования поездов; передачу информации между информационными ресурсами ЦСДК ПФП дорожного и регионального уровней; подготовку и выдачу информации по запросам смежных информационных систем.

Структурная схема централизованной системы диалоговой корректировки ПФП (ЦСДК ПФП) показана на рис. 2.

В системе предусмотрена автоматическая синхронизация всех изменений ПФП, вносимых (в соответствии с кругом компетенции) специалистами по формированию поездов на дорожном уровне (АРМ ЦДО) и на региональном уровне (АРМ ДТФ), с обеспечением единства данных в информационных ресурсах для всех систем на всех уровнях управления.

Централизованная система анализа выполненных вагонопотоков по техническим станциям обеспечит существенное расширение детализации данных по сравнению с существующей отчетностью ДО-17, даст полную характеристику работы технических и сортировочных станций с потоками вагонов и поездов, расчетом характеристик веса и длины поездов по назначениям, с выделением порожних вагонов по их принадлежности и типам.



⇔ Репликации; → Ввод и корректировка НСИ нормативного ПФП;▶ Запросы смежных АСУ.

Рис. 2. Структурная схема централизованной системы диалоговой корректировки плана формирования поездов.

3. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Наблюдаемый рост объемов перевозок, требования, предъявляемые к своевременности доставки грузов до потребителей, бесперебойная работа всех сфер ЖТ требует повышения эффективности используемых на дороге автоматизированных систем управления. Применяемые на железной дороге республики автоматизированные системы обеспечивают эффективное перемещение грузов и людей в пространстве. Эксплуатируемые на АО УТЙ автоматизированные системы позволяют эффективно управлять как пассажирскими (Экспресс-3), так и грузовыми (АСОУП 2) перевозками. Имеется возможность полного отслеживания подвижного состава по всей территории постсоветского пространства (система ДИСПАРК). Созданы соответствующие условия для организации автоматизированных рабочих мест сотрудников участвующих в обеспечении эффективного и бесперебойного движения поездов на дороге.

4. ЛИТЕРАТУРА

1. Нурмухамедов Т.Р. Автоматизированные информационные системы управления железнодорожным транспортом. // Материалы XVII Международной научно-методической конференции. – Воронеж: Издательство ООО «Вэлборн», 2017. [In Russian: Nurmukhamedov, T.R. (2017). Automated Information Systems for Railway Management. In: *Materials of the XVII International Scientific and Methodological Conference*. Voronezh].
2. Бородин А.Ф. Автоматизированная система организации вагонопотоков. Принципы построения и функционирования. // Автоматика, связь, информатика. 2002, №6. – С.24-28. [In Russian: Borodin, A.F. (2002). Automated System for the Organization of Car Flows. The Principles of Construction and Operation. *Automation, Communication, Computer Science*, №6].

PREDICTION OF REMAINING RESOURCES OF REINFORCED CONCRETE BRIDGES

Rakhimjan MAMAZHANOV, DSc, Professor.
JSC «Uzogirsanoatloyiha»
88, ave Mustakillik, 100000, Tashkent, Uzbekistan
Tel.: (+998 71) 237-34-84
E-mail: uztp@proekt.uz

Abstract. The article below predicts the remaining resources of reinforced concrete bridges. The prediction of reinforced concrete structures of railway bridges material properties, taking into account the actual operation conditions, allows correctly determine the residual resource. The given theoretical part allows probably predicting the residual resource of bridge structures based on technical diagnostics data. The practical usage of the method is shown in a specific example. The results of the research can be used in the development of the project of reconstruction of old bridges.

Key words. Reinforced concrete bridges, residual resource, predict, diagnostics, span structures, support, overhaul period.

ТЕМИР БЕТОН КЎПРИКЛАР ҚОЛДИҚ РЕСУРСИНИ ПРОГНОЗИ

Рахимжан МАМАЖАНОВ, т.ф.д., профессор
АО «Узоғирсаноатлойиха»
100000, Ўзбекистон, Тошкент, Мустакиллик шоҳ кўч., 88
Tel.: (+998 71) 237-34-84
E-mail: uztp@proekt.uz

Аннотация. Темир йўлларидаги темир бетон кўприклар материаллари хусусиятларини эксплуатация жараёнида ҳисобга олиб прогноз қилиш кўприкларни қолдиқ ресурсини ишончли аниқлаш имкониятини беради. Келтирилган назарий боғланишлар кўприк конструкцияларини техник диагностикаси асосида уларни қолдиқ ресурсини эҳтимоллик усули билан ҳисоблаш мумкин. Таклиф қилинган усул аниқ мисолларда кўрсатилган. Тадқиқод натижалари эксплуатациядаги эски кўприкларни реконструкция қилиш лойиҳасини тайёрлашда фойдаланиши мумкин.

Калит сўзлар. Темир бетон кўприклар, қолдиқ ресурс, прогноз, диагностика, оралик қурилмалар, таянчлар, таъмирлаш ораликлари.

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ОСТАТОЧНОГО РЕСУРСА ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ МОСТОВ

Рахимжан МАМАЖАНОВ, д.т.н., профессор
АО «Узоғирсаноатлойиха»,
100000. Ўзбекистон, Тошкент, пр. Мустакиллик, 88
Tel.: (+998 71) 237-34-84
E-mail: uztp@proekt.uz

Аннотация. Надежное прогнозирование свойств материала железобетонных проектных строений железнодорожных мостов с учетом реальных эксплуатационных условий позволяет правильно определить их остаточный ресурс. Приведенные теоретические зависимости позволяют прогнозировать остаточный ресурс конструкций мостов вероятностным способом на основе данных технической диагностики. Практическое использование предлагаемого метода показано на конкретном примере. Результаты исследований могут быть использованы при разработке проекта реконструкций старых железобетонных мостов.

Ключевые слова: Железобетонные мосты, остаточный ресурс, прогноз, диагностика, интервал, опора, капитальный ремонт.

1. ВВЕДЕНИЕ

Все эксплуатируемые железнодорожные мосты в соответствии с нормативными документами должны быть классифицированы по грузоподъемности и установлены их категории по грузоподъемности. Установленные категории мостов характеризуют состояние эксплуатируемых сооружений к моменту диагностирования и определяют допустимый режим эксплуатации. Таким образом, создается общая характеристика конкретного объекта с учетом имеющихся неисправностей и повреждений. Однако получить исчерпывающие данные, по которым можно было бы планировать предупредительные работы по сохранению надежности элементов сооружений, не представляется возможным.

Такую проблему можно решить при наличии прогноза поведения материала элементов пролетных строений в будущем с учетом реальных эксплуатационных условий и надежных данных по остаточному

ресурсу. Выполнение этих работ весьма трудоемко и требует высокой степени организации обработки необходимого статистического материала по состоянию эксплуатируемых сооружений.

По современным воззрениям [1, 3] технической прогностке поведению устройств и сооружений должны предшествовать исследования вопросов технической генетики и технической диагностики объектов.

Основная задача технической генетики определения состояния, в котором находилось сооружение в прошлом, а технической диагностики - организация эффективных процессов для определения технического состояния конструкций. В процессе технической диагностики проверяется исправность, работоспособность и правильность функционирования мостовой системы.

Надежность предсказания поведения сооружений существенно зависит от технической диагностики. На рис. 1 показана логическая связь технической диагностики с другими этапами работ по прогнозированию остаточного ресурса элементов пролетных строений.



Рис 1. Логическая связь технической диагностики с прогнозированием остаточного ресурса эксплуатируемых сооружений

2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ОСТАТОЧНОГО РЕСУРСА МОСТОВ

Основанием для проведения технической диагностики заданного объекта может служить появление в эксплуатируемых пролетных строениях неисправностей и повреждений, снижающих долговечность или плановые работы по установлению грузоподъемности мостов, ведение новых, более тяжелых или перспективных нагрузок.

В соответствии с блок-схемой (рис. 1) на первом этапе производится сбор и изучение технической документации по пролетному строению. Основные сведения по объему работ при сборе данных технической документации приведены в [2, 4]. Необходимо получить данные по характеристике бетона - проектной прочности и фактической отпускной прочности, приводимые обычно в паспорте пролетного строения.

Данные по грузообороту линии и количеству поездов различных типов, где эксплуатируется обследуемый мост, устанавливаются на службе эксплуатации дороги по форме 4 статистической отчетности.

Кроме указанных работ, в подготовительном периоде анализируются результаты проведенных ранее обследований и испытаний элементов пролетных строений. В процессе обследования и испытания проводится проверка соответствия основных геометрических размеров пролетного строения проектным, производится измерение фактической прочности бетона в элементах пролетных строений по методике «Руководства для определения грузоподъемности железобетонных мостов».

Прочность бетона определяется для каждого элемента пролетного строения отдельно на поверхности, подверженной солнечной радиации и в тени. статистическая обработка результатов измерения прочности с

целью определения его разброса может быть произведена на компьютере. При обследовании следует обратить особое внимание на развитие трещин на поверхности элементов в указанных условиях.

Напряжение бетона в сжатой зоне от подвижной нагрузки определяется по обычной методике в соответствии с Руководством.

В работе для оценки меры повреждения бетона и арматуры принят основной параметр механики разрушения-коэффициент интенсивности напряжений K_{1c} [1, 2].

Для вычисления коэффициента интенсивности напряжения бетона K_{1c} в сжатой зоне применяется гидравлический пресс, используемый так же для определения прочности бетона на отрыв со скалыванием [2].

При испытании прочности бетона состояние поверхности бетона практически не влияет на грузоподъемность пролетных строений, так как конструкция подвергается местному разрыву на глубину 4...5 см. при испытании следует пользоваться стержнями, имеющими разжимные конусы. Для этого в бетоне просверливают или пробивают шлямбуром, или молотком шпур диаметром 25 мм и глубиной 45 мм, установленный в шпур разжимной конус прочно закрепляется в бетон сегментными щеками, раздвигающимися при завинчивании муфты-тяги.

Во время испытания бетона возможно проскальзывание режимного конуса относительно стенок шпура. В результате вырывная сила уменьшается. Учет этого явления производится с помощью зависимости

$$P_p = \frac{P_\phi \cdot H_0}{H}, \quad (1)$$

где P_p - фактическое усилие вырыва;

H_0 - начальная глубина шпура;

H - фактическая глубина шпура, измеренная после испытания.

Расстояние между шпурами на поверхности конструкции должно быть не менее 50 см. после завершения испытаний поверхность бетона должна быть надежно заделана цементно-песчаным раствором.

В период испытаний, кроме вырывного усилия, по манометру гидравлической установки измеряется деформация при вырыве с помощью индикатора с ценой деления 0,001 мм, устанавливаемых на специальных креплениях.

Фактическое значение критического коэффициента интенсивности напряжений для модели трещины может быть установлено по результатам измерений вырывного усилия P_{cr} по формуле

$$K_{1c} = \frac{P_{cr}}{t\sqrt{\pi}l_0}, \quad (2)$$

где t – максимальная ширина воронки вырыва;

l_0 – ширина расчетной трещины, равная 2,5 см.

Значение K_{1c} по результатам замера предельных деформаций ε_{cr} вычисляется по зависимости

$$K_{1c} = \sqrt{\sigma_{bt}} \cdot E_b \cdot \varepsilon_{cr} \quad (3)$$

В результате испытаний определяются не менее трех значений K_{1c} по двум указанным методикам.

При необходимости получения более достоверных данных по остаточному ресурсу пролетных строений выбирается керн. На полученных цилиндрических образцах при помощи алмазных пил нарезается искусственная кольцевая трещина глубиной $0,2d$. Испытание этих образцов производится на изгиб по обычной методике. Коэффициент интенсивности напряжений по результатам испытания определяется по формуле:

$$K_{1c} = \frac{6M\sqrt{\lambda}}{D^2\sqrt{D}} Y_u \quad (4)$$

где M – изгибающий момент в середине пролета

$$Y_u = 2,45 - 3,28\lambda + 5,55\lambda^2; \left(\lambda = 1 - \frac{d}{D}, 0,2 \leq \lambda \leq 0,8\right)$$

Для практических расчетов остаточного ресурса эксплуатируемых пролетных строений используем формулу:

$$\gamma_{ki} = \frac{K_{ic} - \left[1 - \frac{\Delta T_{res}}{\Delta T(q)\delta q}\right]^{\alpha_k/2} K_{in}}{\sigma_{Ki}} \quad (5)$$

где γ_{ki} – коэффициент, соответствующий заданной обеспеченности.

Решая уравнение (5) относительно ΔT_{res} и учитывая соотношение $\Delta T(q) = \Delta T_c (R_{bf}/q)^{1/\alpha_k}$, получаем

$$\Delta T_{res} = \Delta T_c \left(\frac{R_{bt}}{q}\right)^{1/\alpha_k} \left\{ 1 - \left[\frac{K_{in}}{K_{ic}} (1 + \omega_k) \gamma_k\right]^{2/\alpha_k} \right\} \quad (6)$$

Здесь $\omega_k = \sigma_k/K_{ic}$ - коэффициент вариации критического коэффициента интенсивности напряжений.

Уравнение (6) можно представить в виде [2]

$$\Delta T_{res} = \frac{N_{cr} - \Delta t \sum \beta_3 n_{oi}}{\sum \beta_3 n_i} \delta_q \delta_k m_b \quad (7)$$

$$\delta_q = \left[1 + \frac{1}{2\alpha_k} \left(\frac{1}{\alpha_k} - 1 \right) \omega_q^2 \right]^{-1} \quad (8)$$

$$\delta_k = 1 - \left[\frac{K_{in}}{K_{1c}} (1 + \omega_k) \gamma_k \right]^{2/\alpha_k} \quad (9)$$

где, N_{cr} – предельное количество циклов многократно повторного приложения нагрузок до разрушения;
 Δt – время от начала эксплуатации до момента диагностирования;
 n_{oi} – количество поездов i -го типа в год, прошедших за период эксплуатации;
 n_i – количество поездов i -го типа в год после диагностирования;
 β_3 – эквивалентное количество циклов;
 ω_q – коэффициент вариации нагрузки.

Коэффициент интенсивности напряжений K_{in} характеризует накопление повреждений в бетоне к моменту диагностики элементов конструкций и определяется по выражению

$$K_{in} = K_{1c} (N_{cr} - \Delta t \sum \beta_3 n_{oi})^{\alpha_k/2} \quad (10)$$

$$\alpha_k = \frac{c}{\ln 10} \left[\frac{(q_{max} - q_{min}) \sqrt{\pi}}{E_b} \right]^2 \quad (11)$$

$$10^7 c = 2,5 \rho^{-0,2}$$

где ρ – коэффициент асимметрии цикла напряжений

Величины напряжений в расчетных сечениях q_{max} и q_{min} определяются перерасчетом элементов пролетных строений по результатам обследований и испытаний обычными способами.

Расчетные значения функции δ_q принимаются по таблице 1.

Таблица 1

Расчетные значения функции δ_q

Показатель $1/\alpha$	Коэффициент вариации нагрузок					
	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,1
15	0,80	0,72	0,66	0,60	0,54	0,5
20	0,67	0,59	0,52	0,45	0,40	0,35
25	0,57	0,50	0,40	0,34	0,30	0,25

Коэффициент вариации величины K_i по результатам опытных данных, может быть принят равным $\delta_k = 0,15$. Величина γ_k для заданного уровня обеспеченности 0,99 принята $\gamma_k = 2,3$

Примечание: для значений $1/\alpha_k$, отличных от приведенных в таблице, δ_q принимается по линейной интерполяции.

3. ПРАКТИЧЕСКОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ

Использование приведенного выше метода прогнозирования остаточного ресурса при сохранении заданного уровня надежности показано на примере технического диагностирования железобетонных мостов железнодорожной линии Андижан-Хонабад. Всего обследовано и инструментально исследовано 19 мостов различного года проектирования и строительства.

Общее количество опор мостов на рассматриваемом участке – 65. Из этого количества 57 опор – массивные, каменные и бутобетонные, построены до 1915 года и запроектированы по нормам 1907 года. Промежуточные опоры в основном возведены в руслах рек и им приданы обтекаемые формы для уменьшения завихрения водного потока, который может привести к их подмыву. Поперечные сечения концевых опор – прямоугольные П-образной конфигурации.

На путепроводе, построенном по расчетной нагрузке С14 после 1962 года, использована рамно-стоечная опора.

Для пролетных строений, изготовленных по нормам 1907 года разнообразие конструктивных решений – плитные, ребристые – монолитные. монолитные пролетные строения возводились на месте эксплуатации конструкции с постоянной по длине пролета высотой несущих элементов. Для них характерна большая высота продольных бортов балластных корыт, иногда изготовленные из бетона с крупными заполнителями.

Удаление воды из балластных корыт через водоотводные трубки, число которых явно недостаточно для обеспечения нормального водоотвода, гидроизоляция – мешковины, пропитанные битумом. Арматура в них применялась гладкая, диаметром до 40 мм. Проектная марка бетона 200 (В15). Полная длина пролетных строений колеблется от 2,4 до 13,5 м. На рисунке 2 показан общий вид моста на ПК344+005 и поперечный разрез пролетного строения. Общее количество обследованных пролетных строений – 46 шт

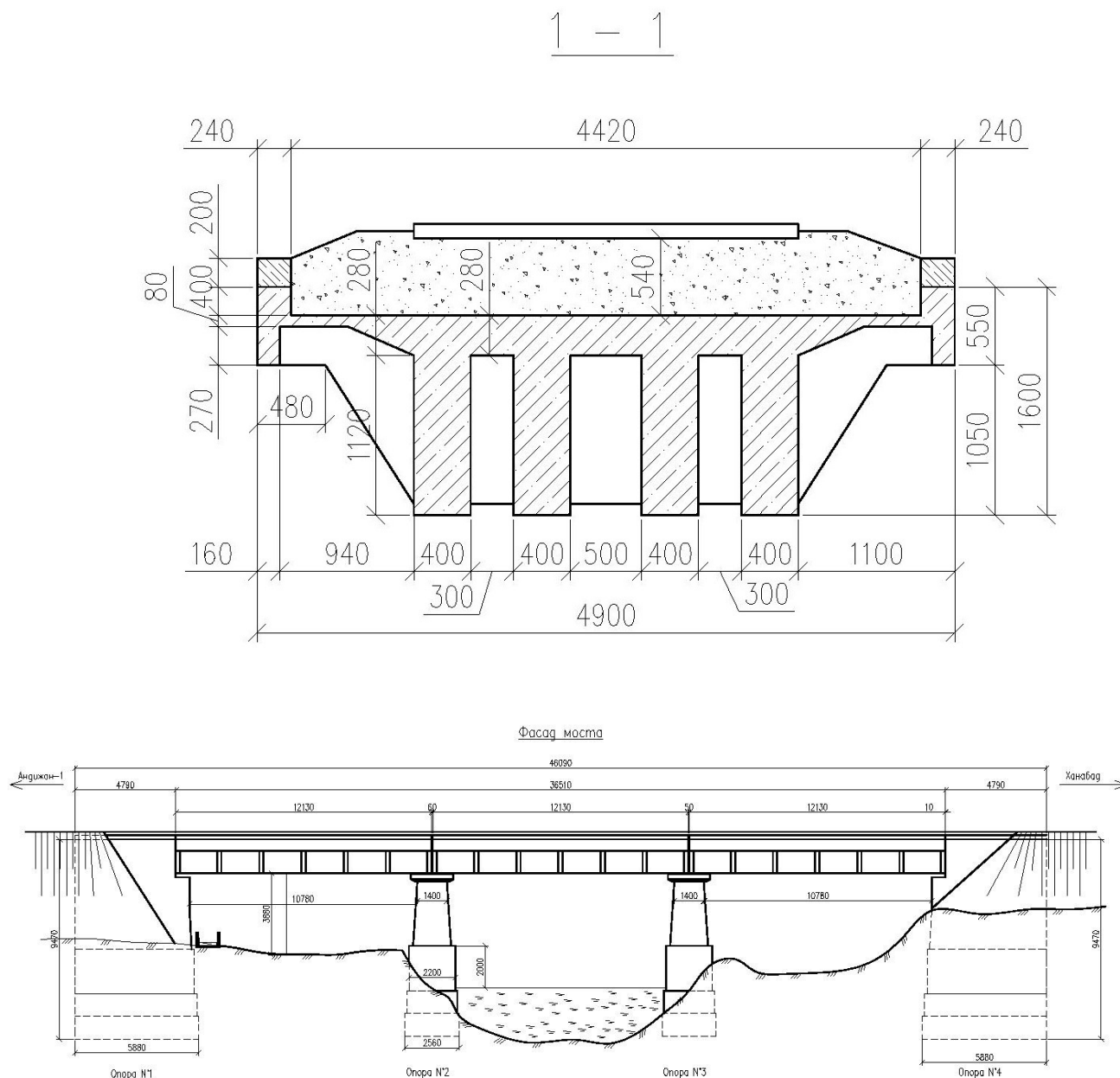


Рис. 2. Общий вид моста на ПК344+005

На одном путепроводе (г.Андижан) пролетные строения с ездой понизу по схеме 4х17,3 м построены по нормам 1962 года под нагрузку С14. На 4 мостах старые пролетные строения в 2005-2006 годах заменены на плитные сборные, запроектированные под нагрузку С14. Количество таких пролетных строений – 20 шт.

Инструментальные исследования конструкций сооружений выполнены в 2019 году с использованием современных методов неразрушающего испытания: определение прочности бетона – склерометром Шмидта; коэффициента интенсивности напряжений – приборами для определения прочности бетона методом отрыва со скалыванием; степень коррозии бетона – методом пропитки бетона раствором фенолфталеина; степень коррозии арматуры определяли вскрытием защитного слоя бетона.

В результате обследования установлено, что в большинстве мостов водный поток в русле реки распределен неравномерно (фото 1 и 3), в результате чего начался местный размыв с сильной коррозией бетона свай опор (фото 2). Опоры малого моста на ПК353+907 имеют сильные повреждения (фото 4). На других опорах видны многочисленные места нарушения штукатурки и раковины. Имеются трещины по швам бетонирования, глубинные расстройств кладки, расстройство облицовочных камней, трещины в боковых стенах устоев, неисправности сопряжения насыпей устоями, загрязнение подферменных площадок, подмыв конусов водным потоком.



Фото 1. Неравномерное распределение водного потока. Мост на ПК 335+070



Фото 2. Коррозия бетона и арматуры в сваях. Мост на ПК 335+070



Фото 3. Общий вид моста на ПК 344+005. Размыв русла реки



Фото 4. Общий вид малого моста на ПК 353+907



Фото 5. Коррозия бетона и арматуры в пролетных строениях



Фото 6. Разрушение приопорных участков главных балок моста на ПК 388+310

В пролетных строениях, изготовленных по нормам 1907 года имеются случаи обрывов рабочей арматуры, продольные и поперечные трещины в консолях, разрушенный защитный слой с оголенной проржавевшей арматурой более 20% площади сечения на приопорных участках пролетных строений (фото 5, 6 и 7), разрушение борта балластной призмы (фото 8), недопустимое наращивание борта балластной призмы (фото 9), сквозные трещины, отделяющие плиту от главной балки, поперечные трещины раскрытием более 0,3 мм.

В пролетных строениях, установленных взамен старых в 2005 году дефекты и повреждения, снижающие их грузоподъемность не установлены.

Остаточный ресурс диагностированных пролетных строений и опор вычислен по вышеприведенным формулам и результаты занесены в таблицу. В расчетах учтено повышение грузонапряженности линий в ближайшей перспективе, а также то, что существующие старые пролетные строения будут заменены на новые современные типовые конструкции.

Из таблицы 2 видно, что остаточный ресурс опор 1915 года постройки, за исключением одной опоры, рекомендованных на замену, после их ремонта, составляет до 40 лет.



Фото 7. Разрушение приопорных участков балки деформационного шва. Мост на ПК 388+701



Фото 8. Разрушение борта балластной призмы пролетного строения, отсутствие балок моста на ПК 388+310



Фото 9. Недопустимое наращивание борта балластной призмы. Мост на ПК 362+129

Таблица 2

Результаты расчетов остаточного ресурса опор и пролетных строений и рекомендации по дальнейшей их эксплуатации

Название опор	Нормы проектирования	Кол-во (шт.)	Диапазон остаточного ресурса	Количество опор и пролетных строений, требующих замены или капитального ремонта		
				Замена	Капитальный ремонт	Текущий ремонт
Опоры	1907	56	30-40	1	20	36
	1962	8	60-70	-	2	6
Пролетные строения	1907	46	Ресурс исчерпан	46	-	-
	1962	24	30-45	-	2	22

Техническая диагностика пролетных строений 1915 года изготовления показала, что в них имеются недопустимые повреждения, оказывающие влияние на безопасность. По результатам расчетов остаточный ресурс этих пролетных строений исчерпан, и для увеличения грузооборота в перспективе требуется их замена.

Пролетные строения, рассчитанные по нормам 1962 года при их нормальном содержании, могут обеспечить их нормативный срок службы.

4. ВЫВОДЫ

Методика определения остаточного ресурса железнодорожных мостов позволяет правильно организовать эксплуатационный процесс, своевременно планировать ремонтно-восстановительные работы и обоснованно определить межремонтные периоды с учетом перспективы развития грузооборота.

5. ЛИТЕРАТУРА

1. Болотин В.В. *Ресурс машин и конструкций*. М.: Машиностроение, 1998. 446 с. [In Russian: Bolotin, V.V. (1998) *Resource machines and structures*. Moscow: Mechanical Engineering].
2. Мамажанов Р.К. *Вероятностное прогнозирование ресурса железобетонных пролетных строений мостов*. Ташкент : Фан 1993. 156 с. [In Russian: Mamazhanov, R.K. (1993) *Probabilistic forecasting of the resource of reinforced concrete bridge spans*. Tashkent: Science].
3. Иосилевский Л.И. *Практические методы управления надежностью железобетонных мостов*. М.: НИЦ Инженер 2005. 323 с. [In Russian: Iosilevsky, L.I. (2005) *Practical methods for managing the reliability of reinforced concrete bridges*. Moscow: Research Center Engineer].
4. Чирков В.П. *Вероятностные методы расчета мостовых конструкций*. М.: Транспорт, 1980. 128с. [In Russian: Chirkov, V.P. (1980) *Probabilistic methods for calculating bridge structures*. Moscow: Transport].