

II. ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ ТРАНСПОРТНОЙ ЛОГИСТИКИ

УДК 656:078

КЛАСТЕРИЗАЦИЯ РЕГИОНАЛЬНЫХ ТРАНСПОРТНО- ЛОГИСТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Копылова О.А.

*ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический
университет им. Г.И.Носова» (МГТУ),
455000, г. Магнитогорск, пр-т Ленина, 38,
кафедра «Промышленный транспорт», olesya.k863@yandex.ru*

Аннотация

В статье рассмотрен процесс группировки регионов РФ по уровню их социально-экономического развития, инфраструктурной оснащенности и объему выполняемой транспортной работы с использованием метода кластерного анализа.

Ключевые слова: транспортно-логистическая инфраструктура, кластерный анализ, регион, факторы рыночной среды.

CLUSTERING OF REGIONAL TRANSPORTATION AND LOGISTICS SYSTEMS

Kopylova O.

Magnitogorsk State Technical University named after G.I. Nosov

Abstract

The article describes the process of grouping the regions in terms of social and economic development, infrastructure equipment and volume of transport work using cluster analysis.

Key words: transport and logistics infrastructure, cluster analysis, the region, the factors of the market environment.

Эффективность функционирования объектов транспортно-логистической инфраструктуры в значительной степени определяется уровнем развития экономики региона [1]. Однако существующие методы оптимизации размещения логистических мощностей недостаточно учитывают влияния рыночных факторов [2, 3]. Предлагается проводить исследование рыночной среды регионов потенциальных мест размещения элементов транспортно-логистической инфраструктуры в однородных группах, поскольку для разных регионов могут существовать различные закономерности и зависимости между рыночными факторами.

Группировка региональных транспортно-логистических систем проводилась по показателям, которые оказывают наиболее значимое влияние на размещение объектов транспортно-логистической инфраструктуры. К таким показателям были отнесены:

- социально-экономические: численность населения (ЧН); среднедушевые доходы населения (Д); Валовой региональный продукт (ВРП); объем розничного товарооборота (ОТ); объем обрабатывающего производства (ОбП); объемы экспортной (Э) и импортной продукции (И);
- инфраструктурные и географические факторы: плотность автомобильных дорог (Пл.авто); плотность железнодорожных дорог (Пл.жд); принадлежность к климатической зоне (КЗ); наличие транспортных коридоров на территории региона (ТК);
- показатели транспортной работы региона: объем транспортных услуг на душу населения ($V_{т.у}$); объем автомобильных перевозок ($V_{авто}$); объем железнодорожных перевозок ($V_{жд}$) [4, 5].

Поскольку группировку региональных транспортно-логистических систем требуется произвести по ряду факторов, которые имеют разнородную природу (количественная, балльная оценка), то для решения этой задачи использовались методы кластерного анализа.

Кластерный анализ представляет собой способ группировки многомерных объектов, основанный на представлении результатов отдельных наблюдений точками подходящего геометрического пространства с последующим выделением групп как «сгустков» этих точек (кластеров) [60]. Методы кластерного анализа разделяют на иерархические и неиерархические. Иерархические методы используются при небольшом количестве наблюдений. Учитывая, что необходимо провести кластеризацию 80 регионов по 14 параметрам, то в настоящей работе решено было использовать неиерархические методы. Данные методы основаны на интерактивном разделении исходной совокупности данных методом k -средних, также называемым быстрым кластерным анализом.

Метод k -средних заключается в построении k кластеров, расположенных на максимально больших расстояниях друг от друга. Первоначально объекты распределяются по кластерам, количество кластеров задается исследователем. На втором этапе вычисляются центры кластеров и происходит перераспределение объектов. Этот процесс повторяется до тех пор, пока кластерные центры либо не стабилизируются (все наблюдения должны принадлежать кластеру, которому принадлежали до текущей итерации), либо пока число итераций не станет равным максимальному значению [7].

Рассмотрим результаты кластерного анализа, проведенного с использованием программного пакета «Statistica». Исходными данными для проведения кластерного анализа являются значения по выявленным факторам за 2010 год. Московская область и г. Москва были исключены при кластеризации регионов, поскольку значения по анализируемым показателям резко отличаются от остальных регионов.

Исходные данные имеют разнородную природу и размерность. Так, например, значение показателя «среднедушевые доходы населения» изменяется в диапазоне от 7,5 до 51 тыс. руб, а значения показателя «климатическая зона» от 0 до 5. Поскольку при расчете величины расстояния между объектами параметр с большими значениями будет доминировать над параметрами с малыми значениями, необходимо устранить различие в дисперсиях и единицах измерения. Для этого следует предварительно стандартизировать переменные. Для нормирования значений показателей использовался встроенный модуль *Standardize* (рис. 1).

Данные (среднедушевые 2010 (34x by 8))

	1 Чел. тыс. чел.	2 Д. руб.	3 ВРП руб/чел.	4 ОП руб/чел.	5 ОТ руб/чел.	6 З доп/чел.	7 И доп/чел.	8 V пер.жд. млн.т.	9 V пер.авто. млн.т.	10 V тран.услуг. руб/чел.	11 Пл.зд. км. на 1000кв.м.	12 Пл.авто. км. на 1000кв.м.	13 ТК	14 КЗ
Атласский край	2419.4	10206	12364.1	66232.95	76470	212.78003	176.53337	16.1	25.5	2597	85	91	0	2
Амурская обл.	829.2	14064	216812	21980.56	89202	191.69889	343.10176	21.6	26.6	5629	81	22	1	1
Архангельская область	1225	19609	289058	80295.51	99958	4497.6327	163.26531	11.8	35.1	12104	30	18	1	1
Астраханская обл.	1010.7	14640.5	143924.4	39884.24	99251	376.76858	307.61494	24.8	5	2723	123	68	1	4
Белгородская обл.	1423.1	14838.7	368127.3	308626	64627	646.38064	7393.2686	47.6	36.6	8800	364	947	0	6

Данные: Стандартизированные данные 2010* (34x by 8)

	1 Чел. тыс. чел.	2 Д. руб.	3 ВРП руб/чел.	4 ОП руб/чел.	5 ОТ руб/чел.	6 З доп/чел.	7 И доп/чел.	8 V пер.жд. млн.т.	9 V пер.авто. млн.т.	10 V тран.услуг. руб/чел.	11 Пл.зд. км. на 1000кв.м.	12 Пл.авто. км. на 1000кв.м.	13 ТК	14 КЗ
Атласский край	0.4932329	-0.71796	-0.36763	-0.25124	-0.46926	-0.288477	-0.509376	-0.00589	-0.08958	-0.6446705	-0.5472913	-0.4211115	-1.36488	-0.322
Амурская обл.	-0.613829	-0.30736	-0.15496	-0.87649	-0.32965	-0.291695	-0.274002	-0.194264	-0.062293	-0.3378487	-0.586465	-0.8901393	0.452007	-1.075
Архангельская область	-0.263172	0.252189	0.014207	-0.05675	0.108346	0.341643	-0.528122	-0.16266	0.1465552	1.7282557	-1.0875392	-1.02312642	0.452007	-1.075
Астраханская обл.	-0.398887	-0.36294	-0.32099	-0.61564	0.093645	-0.264361	-0.324996	0.316667	-0.588697	-0.61322118	-0.1739615	-0.61078743	0.452007	1.1936
Белгородская обл.	-0.688308	-0.05734	-0.05481	1.636597	-0.03642	-0.24398	2.4674216	1.727241	0.1632005	-0.27152162	1.5219967	0.86538639	-0.30134	0.4353
Брянская обл.	-0.229644	-0.45294	-0.39328	-0.40197	-0.19456	-0.258862	0.2001677	0.083065	-0.528641	0.36537059	1.45672567	0.428306813	0.452007	0.4353
Владимирская обл.	-0.124101	-0.55056	-0.30393	0.613739	-0.63337	-0.265174	0.2730437	0.52108	-0.48151	-0.6323994	1.73178122	0.552008609	1.958697	0.4353
Волгоградская обл.	0.6140984	-0.36098	-0.26645	0.822994	-0.16270	-0.175884	-0.242511	-0.00389	-0.35044	0.280584462	0.02250801	-0.272698446	1.205352	0.4353
Вологодская обл.	-0.277648	-0.37464	-0.17018	-1.14844	-0.55578	-0.273325	0.721452	0.049707	0.206472	-0.01668248	-0.3816008	-0.5037893	-0.30134	0.4353
Воронежская обл.	-0.4402896	-0.42141	-0.32818	-0.19918	-0.28441	-0.261614	-0.26054	-0.1875	0.0642158	-0.41479095	0.7789906	0.51902139	0.452007	0.4353
Еврейская авт. округ	-0.927116	-0.23489	-0.22809	-0.9312	-0.24681	-0.312523	-0.45717	-0.56926	-0.678252	-0.33641724	0.00283998	-0.79221659	-1.06448	-1.075
Забайкальский край	-0.338154	-0.3667	-0.31537	-1.03265	-0.23145	-0.302452	-0.273972	-0.15044	0.0502647	-0.24245296	-0.3323074	0.07488438	-0.30134	-1.075

Рис. 1. Фрагмент результата нормирования значений показателей

Метод *k*-средних предполагает наличие гипотезы о вероятном количестве кластеров. Основываясь на результатах предыдущих исследований [8,9,100], выдвинута гипотеза о группировке регионов РФ на четыре кластера в зависимости от уровня социально-экономического и инфраструктурного развития. В результате первичной группировки регионов по выявленным факторам рыночной среды было выделено четыре кластера: первый кластер включает в себя 31 регион, второй – 5, третий – 36 и четвертый кластер – 8 регионов.

Корректность кластеризации определяется тем, насколько кластеры отличны друг от друга. Для этого рассчитываются средние значения параметров по каждому кластеру. При хорошей кластеризации должны быть получены сильно отличающиеся средние для всех измерений или хотя бы большей их части [7]. Также следует стремиться к тому, чтобы

значения внутригрупповой дисперсии (*Within SS*) были меньше значений межгрупповой дисперсии признаков (*Between SS*). Лучшей кластеризации также соответствуют большие значения *F*-критерия, используемого для проверки гипотезы о неравенстве дисперсий, и меньшие значения *p* (число степеней свободы для внутриклассовой дисперсии). Признаки с большими значениями *p* (больше 0,05) следует из процедуры кластеризации исключать.

Средние значения нормированных показателей по выявленным факторам рыночной среды представлены на рис. 2, результаты дисперсионного анализа сведены в табл.1.

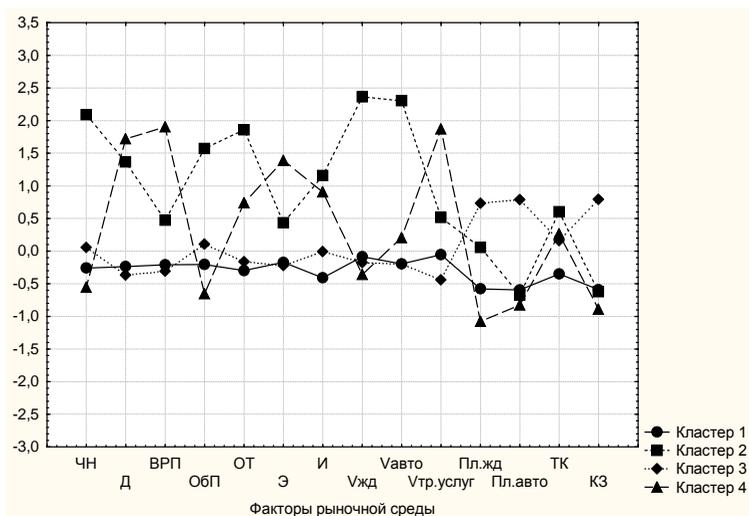


Рис. 2. Средние значения факторов рыночной среды по каждому кластеру (14 факторов)

Из табл.1 видно, что для более точной группировки регионов необходимо провести повторную кластеризацию, исключив такие параметры, как «наличие транспортных коридоров (ТК)» и «количество импорта на душу населения (И)», поскольку они имеют самые высокие значения *p* при малых значениях *F*. При следующей кластеризации не удовлетворял данному условию параметр «объем транспортных услуг», поэтому данный фактор был также исключен.

Результаты повторной кластеризации (11 переменных) сведены в табл.2. Графическое представление средних значений нормированных переменных (факторов) представлено на рис.3.

Повторная кластеризация регионов по уровню социально-экономического, инфраструктурного развития более точна по сравнению

с предыдущей кластеризацией. Значение F -критерия почти по всем факторам увеличилось. Однако значение внутригрупповой дисперсии превышает значения межгрупповой дисперсии практически по всем параметрам, это свидетельствует о неудовлетворительном разбиении на группы.

Таблица 1
Результаты дисперсионного анализа первичной кластеризации (14 факторов)

Variable	Between SS	df	Within SS	df	F	signif. p
ЧН, тыс.чел	26,47863	3	52,52137	76	12,77179	0,000001
Д, руб	39,67370	3	39,32630	76	25,55712	0,000000
ВРП, руб/чел	34,84358	3	44,15642	76	19,99039	0,000000
ОбП, руб/чел	17,43429	3	61,56570	76	7,17394	0,000264
ОТ, руб/чел	25,39270	3	53,60730	76	11,99989	0,000002
Э, долл/чел	19,07423	3	59,92577	76	8,06354	0,000099
И, долл/чел	18,46104	3	60,53896	76	7,72527	0,000143
V пер.жд, млн.т.	30,24707	3	48,75293	76	15,71719	0,000000
V пер.авто, млн.т.	29,45708	3	49,54292	76	15,06261	0,000000
V тран.услуг, руб/чел	36,35040	3	42,64960	76	21,59168	0,000000
Пл.жд, км. на 10000кв.м.	38,95208	3	40,04792	76	24,64013	0,000000
Пл.авто, км. на 1000кв.м.	41,08172	3	37,91828	76	27,44684	0,000000
TK	7,07906	3	71,92094	76	2,49352	0,066340
КЗ	41,80079	3	37,19921	76	28,46710	0,000000

Таблица 2
Результаты дисперсионного анализа повторной кластеризации (11 факторов)

Variable	Between SS	df	Within SS	df	F	signif. p
ЧН, тыс.чел	38,31639	3	40,68361	76	23,85929	0,000000
Д, руб	34,97689	3	44,02311	76	20,12764	0,000000
ВРП, руб/чел	52,22158	3	26,77842	76	49,40348	0,000000
ОбП, руб/чел	29,05204	3	49,94796	76	14,73504	0,000000
ОТ, руб/чел	26,81496	3	52,18504	76	13,01738	0,000001
Э, долл/чел	39,06124	3	39,93876	76	24,77671	0,000000
V пер.жд, млн.т.	23,15973	3	55,84027	76	10,50699	0,000007
V пер.авто, млн.т.	31,39349	3	47,60651	76	16,70573	0,000000
Пл.жд, км. на 10000кв.м.	42,56169	3	36,43831	76	29,59054	0,000000
Пл.авто, км. на 1000кв.м.	39,58093	3	39,41907	76	25,43735	0,000000
КЗ	35,60425	3	43,39575	76	20,78485	0,000000

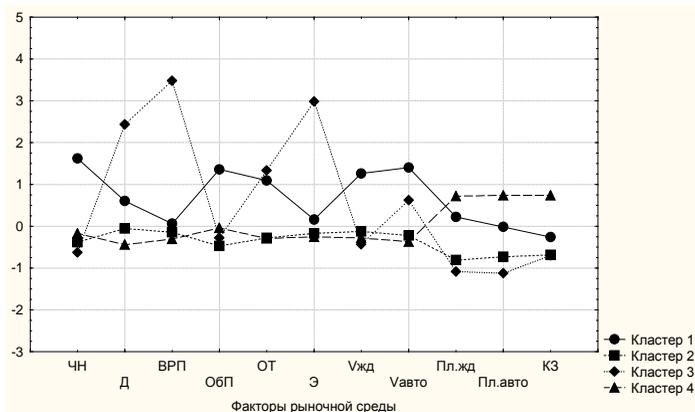


Рис. 3. Средние значения факторов рыночной среды по каждому кластеру (11 факторов)

Результаты окончательной кластеризации (8 переменных) сведены в табл.3. Значения p не превышают 0,05, а значение F -критерия увеличились по показателям «принадлежность к климатической зоне» и «объем обрабатывающего производства». Анализ величин дисперсии позволяет говорить о значимости показателей при группировке регионов, так как значение межгрупповой дисперсии либо превышает, либо близко к значению внутригрупповой дисперсии. Средние значения нормированных показателей различаются по большинству факторов рыночной среды (рис.4).

Таблица 3

Результаты дисперсионного анализа окончательного варианта кластеризации (8 факторов)

Variable	Between SS	df	Within SS	df	F	signif. p
ЧН, тыс.чел	23,47203	3	55,52797	76	10,70856	0,000006
Д, руб	32,54588	3	46,45412	76	17,74860	0,000000
ВРП, руб/чел	52,07089	3	26,92911	76	48,98526	0,000000
ОбП, руб/чел	52,96037	3	26,03963	76	51,52386	0,000000
Э, долл/чел	38,93728	3	40,06272	76	24,62167	0,000000
Пл.жд, км. на 10000кв.м.	39,96444	3	39,03556	76	25,93615	0,000000
Пл.авто, км. на 1000кв.м.	38,44485	3	40,55515	76	24,01511	0,000000
КЗ	40,22500	3	38,77500	76	26,28068	0,000000

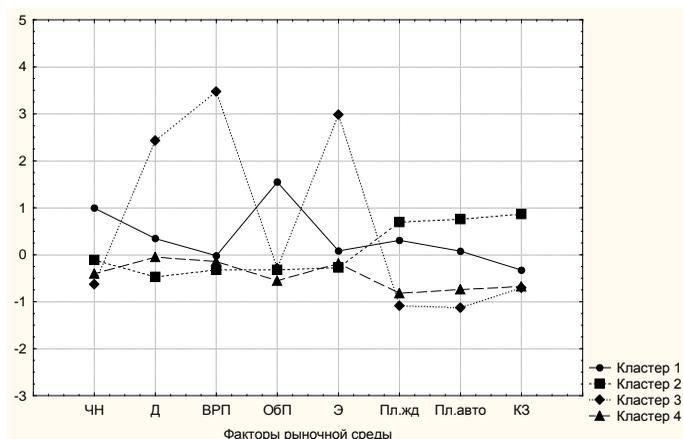


Рис.4. Средние значения факторов рыночной среды по каждому кластеру (8 факторов)

Поэтапное исключение анализируемых показателей, например, «численность населения», привело к выделению в отдельный кластер Ненецкого автономного округа. Таким образом, дальнейшие эксперименты с составом переменных и количеством кластеров показали, что использование приведенных ниже показателей позволяют получить, на наш взгляд, наиболее удачную группировку регионов. К показателям, которые

вошли в окончательную группировку, отнесены следующие показатели: численность населения; среднедушевые доходы населения; Валовой региональный продукт на душу населения; объем промышленной продукции на душу населения (обрабатывающее производство); объем экспортной продукции на душу населения; плотность железнодорожных путей сообщения; плотность автодорог с твердым покрытием; принадлежность к климатической зоне.

Окончательный вариант группировки регионов включает в себя 4 кластера:

- Кластер 1: Ленинградская обл. и г. Санкт-Петербург, Свердловская обл., Республика Башкортостан, Республика Татарстан, Самарская, Тюменская, Челябинская области и др. регионы, всего по кластеру 17 регионов. На рис. 4 видно, что данные регионы являются лидирующими по численности населения и объему промышленной продукции обрабатывающего производства, расположены в умеренной климатической зоне. Добыча полезных ископаемых и распределение газа и энергии были исключены из анализа внешних факторов объектов логистической инфраструктуры, поскольку для логистического обслуживания интерес представляет продукция обрабатывающей промышленности. Особенностью промышленного потенциала регионов первого кластера является преобладание в структуре их производства машиностроения и металлообработки, химической промышленности, черной и цветной металлургии. Этот факт объясняет и более высокие значения экспорта, по сравнению со значением этого показателя для второго и четвертого кластера. Для регионов первого кластера характерно сбалансированное развитие экономики и инфраструктуры: достаточно высокие показатели среднедушевых доходов населения, плотности железнодорожных и автомобильных дорог;
- Кластер 2 включает в себя 31 регион, это: Саратовская, Ульяновская, Рязанская, Ростовская области, Ставропольский край и др. Регионы данного кластера имеют самые низкие значения уровня социально-экономического развития при высоких инфраструктурных показателях. В основном это регионы Южного и Центрального федеральных округов;
- Кластер 3: Ненецкий авт. округ, Сахалинская область, Ханты-Мансийский авт. округ, Ямало-Ненецкий авт. округ. Как видно из графика (рис.4), при небольшой численности населения эти регионы обеспечивают высокий Валовой региональный продукт и среднедушевой объем экспорта, что связано с особенностью промышленного производства в данных округах (основная деятельность – добыча полезных ископаемых, распределение газа и энергии). Это,

а также сложные климатические условия (самая низкая балльная оценка по параметру принадлежность к климатической зоне), объясняют высокие значения показателя «среднедушевые доходы населения». Для данного кластера характерны низкие значения инфраструктурных показателей;

- Кластер 4: Алтайский край, Приморский край, Томская, Мурманская, Иркутская области и др., всего 28 регионов. Преимущественно данный кластер представлен субъектами Дальневосточного и Сибирского федеральных округов. Для данного кластера характерны невысокие значения практически по всем анализируемым показателям.

В результате проведенного кластерного анализа методом *k*-средних регионы были сгруппированы в четыре кластера, в зависимости от их уровня социально-экономического и инфраструктурного развития. Классификация регионов на однородные группы позволит в дальнейшем строить по каждому кластеру типологические регрессионные уравнения взаимодействия рыночных факторов, что повысит точность исследования динамики развития рыночной среды регионов потенциального месторазмещения элементов транспортно-логистической инфраструктуры.

Библиографический список

1. Рахмангулов А.Н., Гавришев С.Е. О механизме обеспечения надежного функционирования логистической системы // Проблемы адаптации предприятий: труды НТЦ-НИИОГР. – Екатеринбург: УрО РАН, 1999. – №. 4. – С. 74-77.

2. Копылова О.А., Рахмангулов А.Н. Применение метода системной динамики для исследования факторов размещения элементов транспортно-логистической инфраструктуры // Современные проблемы транспортно-логистического комплекса России: межвуз. сб. науч. тр. – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2012. – № 2. – С.92-97.

3. Рахмангулов А.Н., Кайгородцев А.А. Проблема выбора места размещения логистического распределительного центра. Существующие подходы к решению // Современные проблемы транспортно-логистического комплекса России: межвуз. сб. научн. тр. – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2011.– № 1. - С. 39-49.

4. Копылова О.А., Рахмангулов А.Н. Анализ спроса и предложения на рынке транспортно-логистических услуг России // Современные проблемы транспортно-логистического комплекса России: межвуз. сб. науч. тр. – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2011. – №1. – С.115-121.

5. Методика формирования энергоэффективной транспортно-логистической инфраструктуры / В.В. Багинова, А.Н. Рахмангулов, О.А Копылова [и др.]/Бюллетень транспортной информатии. – 2012.–№ 5.–С.26-30

6. Кузнецов Д.Ю., Трошина Т.Л. Кластерный анализ и его применение // Ярославский педагогический вестник. – 2006. – № 4. – С.103-107.

7. Чубукова И.А. Лекция: Методы кластерного анализа. Итеративные методы // Интернет университет информационных технологий [Электронный ресурс]. URL: <http://www.intuit.ru/>.

8. Рахмангулов А.Н. Копылова О.А. Методика выбора мест размещения транспортно-логистических центров на основе интегрированной оценки факторов рыночной среды // Логистика и экономика ресурсосбережения в промышленности: сб. науч. тр. по материалам VI Международной научно-практической конференции 11-13 декабря 2012 года. – Саратов: Изд-во Саратовской гос. техн. ун-та, 2012. – С.28-32.

9. Копылова О.А. Развитие региональной транспортно-логистической инфраструктуры // Сборник научных трудов Sworld. Материалы международной научно-практической конференции «Современные проблемы и пути и решения в науке, транспорте, производстве и образовании 2012». – Одесса: КУПРИЕНКО, 2012. – Т. 1. № 4. – С.42-46.

10. Рахмангулов А.Н., Копылова О.А., Аутов Е.К. Выбор мест для логистических мощностей // Мир транспорта. – 2012. – № 1 (39). – С. 84-91.

УДК 656.07

МЕТОДИКА ОПТИМИЗАЦИИ ТРАНСПОРТНО-ГРУЗОВОГО КОМПЛЕКСА ГОРНО-ОБОГАТИТЕЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Тариков Д.Ш., Корнилов С.Н.

*ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И.Носова» (МГТУ),
455000, г. Магнитогорск, пр-т Ленина, 38,
кафедра «Промышленный транспорт», dark_no_dark@mail.ru*

Аннотация

В статье представлена методика оптимизации транспортно-грузового комплекса (ТГК) горно-обогатительных предприятий на основе математической модели. Применение методики позволит повысить рентабельность производства.

Ключевые слова: транспорт, логистика, модель, согласованность, горно-обогатительные предприятия.

THE OPTIMIZATION METHOD OF TRANSPORT AND CARGO COMPLEX MINING ENTERPRISE

Tarikov D., Kornilov S.

Magnitogorsk State Technical University named after G.I. Nosov

Abstract

The paper presents a methodology for optimizing the transport and cargo complex ore mining are processing enterprises on the basis of a mathematical model. Application of the technique will improve the profitability of.