

А.К. Кемкина<sup>1</sup>, И.В. Благоразумов<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Забайкальский институт железнодорожного транспорта, г. Чита, Российская Федерация

## СРАВНЕНИЕ ВАРИАНТОВ ТРАНСПОРТНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ НЕРЧУГАНСКОГО УГОЛЬНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ В МОГОЧИНСКОМ РАЙОНЕ ЗАБАЙКАЛЬСКОГО КРАЯ С УЧЕТОМ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОЙ ОЦЕНКИ

**Аннотация.** В статье предлагается методика сравнения вариантов проектируемых линейных объектов с использованием многокритериальной оценки. В качестве примера рассмотрен проект транспортного обеспечения Нерчинского угольного месторождения в Могочинском районе Забайкальского края.

**Ключевые слова:** новая железная дорога, месторождение, вариант, критерий, Забайкальский край.

А.К. Kemkina<sup>1</sup>, I.V. Blagorazumov<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Zabaikal Institute of Railway Transport, Chita, Russian Federation

## COMPARISON OF TRANSPORT OPTIONS FOR THE NERCHUGAN COAL FIELD IN THE MOGOCHINSKY DISTRICT OF THE TRANS-BAIKAL TERRITORY WITH A MULTI-CRITERIA ASSESSMENT

**Abstract.** The article proposes a methodology for the comparison of design options for linear objects using multi-criteria evaluation. As an example, the project of transport support for the Nerchinsky coal Deposit in the Mogochinsky district of the TRANS-Baikal territory is considered.

**Keywords:** new railway, deposit, option, criterion, Trans-Baikal territory.

### Введение

В текущий период, несмотря низкую экономическую активность, особенно в регионах Сибири, Забайкалья и Дальнего Востока, привлекательной остается сфера добычи самого различного вида полезных ископаемых. Как правило, речь идет о труднодоступных, малонаселенных районах с неразвитой транспортной инфраструктурой, а иногда и полным отсутствием дорог общего пользования. Можно наблюдать немало примеров строительства относительно небольших участков железных и автомобильных дорог, сопутствующих открытию новых месторождений с целью их транспортного обеспечения и доставки продукции до существующей железнодорожной сети и далее до потребителя. Отсутствие государственной стратегии планомерного освоения природных ресурсов и развития для этого транспортной сети приводит к возникновению ряда общих проблем экономического, социального и экологического свойства. Наблюдается стремление владельцев всеми путями снизить затраты на строительство, зачастую за счет пренебрежения вопросами экологии района, интересами местного населения.

В этой связи актуальным является выработка единых принципов построения транспортных схем, которые бы учитывали социально-экономические интересы региона, позволяя использовать его потенциал.

### Основные сведения об объекте освоения природных ресурсов

Одним из ключевых вопросов на этапе планирования инвестиций в проект освоения природных ресурсов является вопрос транспортного обеспечения. Выбор вида транспорта и основного направления трассы будущей дороги в первую очередь зависит от размеров добычи и перспективных запасов, определяющих период эксплуатации объекта.

При выборе основного направления дороги на этапе предпроектного рассмотрения необходимо принять во внимание показатели  $K_i$ , наиболее ярко отражающие плюсы и минусы каждого из намеченных к рассмотрению вариантов. Каждый из принятых показателей  $K_i$ ,

в свою очередь, включает группу факторов  $\sum_1^n(X_i)$ , объединенных свойствами влияния на объект. Помимо традиционных показателей сравнения – капитальных затрат и эксплуатационных расходов самой железной дороги, непременно следует учитывать широкий круг вопросов, связанных с аспектами организации строительства, экологической безопасности, интеграции в сложившийся уклад района проектирования.

Рассмотрим на примере транспортного освоения одного из многочисленных угольных месторождений расположенного на территории Забайкальского края. Участок проектирования новой железной дороги к Нерчуганскому угольному месторождению расположен в Могочинском районе на северо-востоке Забайкальского края. Территория граничит к северо-западу с Тунгокоченским и на западе с Чернышевским районами (рис.1).



Рис. 1. Нерчуганское угольное месторождение на территории Забайкальского края

Нерчуганское месторождение каменного угля расположено в бассейне реки Нерчуган – левого притока р. Нерча, протекающей в Тунгокоченском районе.

Сложные природные и климатические условия района, отсутствие путей сообщения, низкая плотность населения делают проект создания транспортной инфраструктуры месторождения чрезвычайно сложным и капиталоемким предприятием. Именно эти факторы и являлись долгое время причиной того, что месторождения угля высокого качества до настоящего времени находилось в практически нетронутом состоянии.

#### **Назначение вариантов транспортного обеспечения объекта освоения полезных ископаемых**

Принципом назначения вариантов основного направления стал выбор кратчайшего пути, соединяющего месторождение со станциями существующей железной дороги. Таким образом, в сферу сравнения были включены станции на участке Забайкальской железной дороги от станции Зилово до станции Ксеньевская. Всего было намечено восемь вариантов основного направления дороги (длина которых варьируется в пределах 50-100 км). На рис. 2 представлены возможные направления дорог к этим станциям.

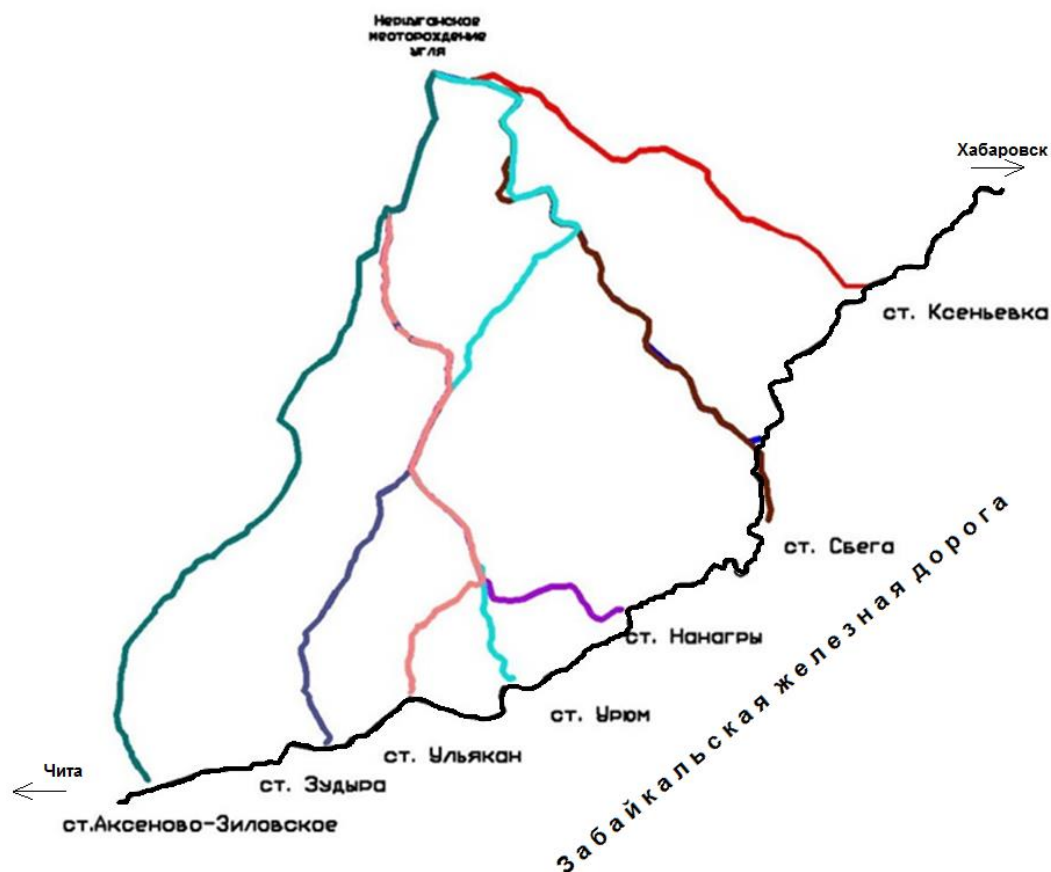


Рис. 2. Варианты выхода к станциям Забайкальской железной дороги

Для выбора наиболее рационального варианта выполнено сравнение по показателям, оказывающим наибольшее влияние на условия строительства и эксплуатации будущей железной дороги.

При выборе направлений учитывались возможные технические характеристики проектируемой дороги, зависящие от объемов перевозок, условий примыкания и особенностей района.

Этап принятия решений значительно осложняется степенью влияния тех или иных факторов (существующая сложившаяся инфраструктура района проектирования, показатели эксплуатационной работы, объемно-строительные показатели и т.д.). Сложность выбора решения в таких случаях определяется, как правило, отсутствием однозначности выбора и уверенности, что учтены абсолютно все возможные последствия реализации этого решения. В каждом из подобных случаев остается определенный риск непредвиденных негативных последствий.

Качество исходной информации, полнота, достоверность и точность является основной процесса принятия решений. Для учета разнообразных эффектов взаимного влияния нового объекта строительства и района строительства формируются дополнительные критерии оценки вариантов, величина которых определяется, как правило, экспертным путем.

В результате для сравнения были назначены шесть показателей  $K_i$ , оказывающих максимальное влияние на объемы затрат по строительству и эксплуатации дороги, а также определяющих взаимное влияние дороги и социально-экономической структуры района. Каждый из показателей, в свою очередь определяются рядом факторов.

Объемно-строительные показатели ( $K_1$ ) – определяют общие размеры объекта и наиболее существенных элементов его инфраструктуры. В данном случае для оценки принималась строительная длина трассы, число отдельных пунктов, количество искусственных сооружений, включая большие и малые мосты и водопропускные трубы. Также учтены пересечения с существующими путями сообщения и линиями электропередач. Для большей точности все эти сооружения подразделяют в зависимости от их размера и стоимости.

Показатели, характеризующие условия строительства ( $K_2$ ) – отражают места индивидуального проектирования земляного полотна, особенности технологии и организации строительных работ, влияющие на их стоимость. Применительно к линейным объектам сложность строительства в первую очередь определяется рельефом местности, который в общем виде можно оценить по таким показателям, как сумма преодолеваемых высот по направлениям, величина среднего и максимально уклона геодезической линии. Кроме этого следует отдельно оценить участки с особо сложным рельефом - пересечение хребтов и глубоких долин, прижимы, с крутыми поперечными уклонами, требующими мероприятий по обеспечению устойчивости земляного полотна. Следует выделить в отдельную группу участки с неблагоприятными геологическими условиями. В первом приближении ориентируясь на крупномасштабные инженерно-геологические карты района к таким участкам следует отнести заболоченные долины рек, участки распространения горносклоновых процессов, распространения вечномёрзлых грунтов. К числу факторов, могущих оказать влияние на условия производства работ, следует отнести состояние транспортной и энергетической инфраструктуры района. Наличие или отсутствие подъездных путей и стационарных источников электроэнергии, безусловно, скажутся на стоимости работ.

Поскольку основная цель транспортной составляющей горнодобывающего комплекса является доставка продукции к пунктам существующей сети железных дорог и далее до потребителя, то показатель технической оснащённости и условий грузовой работы станции примыкания ( $K_3$ ) выходит на первые позиции в числе показателей для принятия решения при сравнении вариантов. При оценке этого показателя, прежде всего, следует учесть путевое развитие станции – число и протяженность приемоотправочных путей, уровень технической оснащённости станции – наличие складов и погрузочных площадок, условия производства маневровой работы, выполняемый объём грузовой работы. На период строительства железной дороги, данная станция будет играть роль базы снабжения и вахтового поселка, с этой точки зрения при оценке места устройства станции необщего пользования необходимо оценить возможность устройства прирельсовой базы и развертывания участка сборки РШР, складирования материалов ВСП и ИССО и формирования укладочных и рабочих поездов. Так же следует обратить внимание на возможность устройства погрузочных терминалов или станции необщего пользования для перегрузки продукции. Немаловажное значение имеет общая протяжённость доставки груза до конечного пункта, с учётом количества погрузо-выгрузочных операций за весь цикл грузоперевозки.

Влияние новой железнодорожной линии на социально-экономические условия района ( $K_4$ ) – отражают вопросы интеграции новой линии в сложившуюся систему экономической и социальной жизни, в том числе вопросы открывающихся перспектив развития района тяготения, как на этапе строительства, так и эксплуатации. Прежде всего - это возможность использования продукции местными жителями и предприятиями, создание новых рабочих мест на этапе строительства объекта и последующей его эксплуатации, рост числа населения района за счет привлекаемых специалистов и работников, создание сопутствующих производств по оказанию услуг, использование дороги для создания транспортных маршрутов

Оценка влияния будущей железной дороги на экологию района ( $K_5$ ) - отражает воздействие объекта на природу в полосе функционирования объекта. Необходимо учитывать, что северная экосфера особо чувствительна к внешним воздействиям, а восстановление нарушенных в ходе строительства участков тайги, водных и земельных объектов занимает периоды исчисляемые сотнями лет. В данном случае анализировалось воздействие на лесные массивы, участки болот и водные объекты – реки, ручьи, озера.

Условия и особенности эксплуатации объекта ( $K_6$ ) показатель, который подчёркивает нестандартность организации работ по текущему содержанию и ремонтам в районе пролегания трассы. Железная дорога имеет сложный план и профиль, изобилует участками с высокими насыпями и глубокими выемками, большим числом водопропускных сооружений индивидуального проектирования. Кроме того нужно учесть особенности организации движения поездов по перевозке угля до станций примыкания.

Современные математические методы оптимизации, такие как аддитивный, мультипликативный метод, метод идеальной точки, позволяют проводить многофакторный анализ больших массивов показателей и определять наилучшие варианты при заданных критериях. Учет всего комплекса факторов позволит с большой долей уверенности заявлять о выбранном варианте основного направления трассы новой железной дороги.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Благоразумов И.В., Кирпичников К.А., Непомнящих Е.В., Клочков Я.В., Подвербный В.А., Подвербная О.В. Предпроектные соображения по строительству железнодорожного пути по направлению "Окино-Ключевское месторождение угля – Гусиноозёрская ГРЭС" // Проектирование развития региональной сети железных дорог. 2013. № 1. С. 39-42.

2. Кирпичников К.А. Транспортная составляющая освоения Зашуланского угольного месторождения в Красночикоиском районе Забайкальского края // Транспортная инфраструктура Сибирского региона. 2013. Т. 1. С. 528-532.

3. Благоразумов И.В., Кирпичников К.А., Непомнящих Е.В., Зимин Р.Н. // Создание транспортной инфраструктуры для освоения Зашуланского угольного месторождения в Забайкальском крае // Транспортная инфраструктура Сибирского региона. 2016. Т. 1. С. 424-432.

4. Быков Ю.А., Кирпичников К.А. Прогнозирование параметров технической эффективности железнодорожного полигона // Мир транспорта. 2004. Т. 2. №4(8). С. 16-21.

### REFERENCES

1. Blagorazumov I.V., Kirpichnikov A.K., Nepomnyashchikh, E. V., Klochkov J. V., Podverbnyi V. A., Podverbnyaya V. O. Predproektnye soobrazheniya po stroitel'stvu zheleznodorozhnogo puti po napravleniyu «Okino-Klyuchevskoe mestorozhdenie uglya – Gusinoozyorskaya GRES» [Pre-project considerations the construction of the railway in the direction "of Okino-Klyuchevsky coal Deposit - Gusinoozerskaya TPP"]. *Proektirovanie razvitiya regional'noi seti zheltznykh dorog* [The development of a regional network of Railways], 2013, No. 1, pp. 39-42.

2. Kirpichnikov K.A. *Transportnaya sostavlyayuschaya osvoeniya Zashulanskogo ugol'nogo mestorozhdeniya v Krasnochikoiskom raione Zabaikal'skogo kraja* [Transport development Zashulansky coal deposits in Krasnochikoyskoe district of Transbaikal region]. *Transportnaya infrastruktura sibirskogo regiona* [Transport infrastructure of the Siberian region], 2013, Vol. 1, pp. 528-532.

3. Blagorazumov I.V., Kirpichnikov K.A., Nepomnyashchikh E.V., Zimin R.N. *Sozdanie transportnoi infrastruktury dlya osvoeniya Zashulanskogo ugol'nogo mestorozhdeniya v Zabaikal'skom krae* [Creation of transport infrastructure for the development of the Zashulansky coal Deposit in the TRANS-Baikal territory]. *Transportnaya infrastruktura sibirskogo regiona* [Transport infrastructure of the Siberian region], 2016, Vol. 1, pp. 424-432.

4. Bykov Yu. A., Kirpichnikov K.A. *Prognozirovanie parametrov tekhnicheskoi effektivnosti zheleznodorozhnogo poligona* [Forecasting parameters of technical efficiency of the railway polygon]. *Mir transporta* [World of transport], 2004, Vol. 2, No. 4(8), pp. 16-21.

### Информация об авторах

Кемкина Анастасия Кирилловна – студентка 3-го курса специальности «Строительство железных дорог, мостов и транспортных тоннелей», Забайкальский институт железнодорожного транспорта, г. Чита, e-mail: kemak1210@gmail.com

Благоразумов Игорь Викторович – к.т.н., доцент кафедры «Строительство железных дорог», Забайкальский институт железнодорожного транспорта, г. Чита, e-mail: Zabdir\_60@mail.ru

### **Authors**

*Anastasia Kirillovna Kemkina* – 3rd year student of the specialty "Construction of Railways, bridges and transport tunnels", TRANS-Baikal Institute of railway transport, Chita, e-mail: kemak1210@gmail.com

*Igor Victorovich Blagorazumov* – Ph. D., associate Professor of the Department "Construction of Railways", Zabaykalsky Institute of railway transport, Chita, e-mail: [Zab-dir\\_60@mail.ru](mailto:Zab-dir_60@mail.ru)

### **Для цитирования**

Кемкина А.К. Сравнение вариантов транспортного обеспечения Нерчуганского угольного месторождения в Могочинском районе Забайкальского края с учётом многокритериальной оценки [Электронный ресурс] / А.К. Кемкина, И.В. Благоразумов // Молодая наука Сибири: электрон. науч. журн. – 2020. – №3. – Режим доступа: <http://mnv.irkups.ru/toma/28-20>, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ. (дата обращения: 20.05.2020)

### **For citation**

Kemkina A.K., Blagorazumov I.V. *Sravnenie variantov transportnogo obespecheniya Nerchuganskogo ugolnogo mestorogdenia v Mogochinskom rayone Zabaikalskogo kraja s uchetom mnogokriterialnoy otsenki* [Comparison of transport options for the Nerchugansk coal field in the Mogochinsky district of the Trans-Baikal territory, taking into account a multi-criteria assessment]. *Molodaya nauka Sibiri: ehlektronnyj nauchnyj zhurnal* [Young science of Siberia: electronic scientific journal], 2020, no. 3. [Accessed 20/05/20].