

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Санкт-Петербургский горный университет»



*На правах рукописи*

**ЛАРИН НИКОЛАЙ СЕРГЕЕВИЧ**

**ОБОСНОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИХ МЕТОДОВ  
ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ КАРЬЕРОВ НЕРУДНЫХ  
СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ ПО ПРОИЗВОДСТВУ ЩЕБНЯ**

**Специальность 05.02.22 – Организация производства  
(в горной промышленности)**

**Диссертация  
на соискание ученой степени кандидата технических наук**

**Научный руководитель –  
доктор технических наук,  
профессор С.И. Фомин**

Санкт-Петербург – 2016

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	4
1 СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ РАБОТ ПРИ ОТКРЫТОЙ РАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ НЕРУДНЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ .....	9
1.1 АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ОТРАСЛИ НЕРУДНЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ РОССИИ .....	9
1.2 АНАЛИЗ ПРОБЛЕМ ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ ОТКРЫТОЙ РАЗРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ НСМ .....	25
1.3 ОБОСНОВАНИЕ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ И РАЗВИТИЯ ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ОТКРЫТОЙ РАЗРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ НСМ .....	39
ВЫВОДЫ ПО ГЛАВЕ .....	42
2 ОРГАНИЗАЦИЯ ОТКРЫТОЙ РАЗРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ЩЕБНЯ ИЗ ПЛОТНЫХ ИЗВЕРЖЕННЫХ ГОРНЫХ ПОРОД .....	44
2.1 АНАЛИЗ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ЗАТРАТ НА ПРОИЗВОДСТВО ЩЕБНЯ ИЗ ПЛОТНЫХ ИЗВЕРЖЕННЫХ ГОРНЫХ ПОРОД .....	44
2.2 УПРАВЛЕНИЕ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИМИ ПОКАЗАТЕЛЯМИ КАРЬЕРОВ НЕРУДНЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ АНАЛОГОВОГО МЕТОДА ОЦЕНКИ ЗАТРАТ .....	56
2.3 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ КАРЬЕРОВ С УЧЕТОМ СПРОСА НА ФРАКЦИИ ЩЕБНЯ ПРИ ПЛАНИРОВАНИИ ОТКРЫТОЙ РАЗРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ НСМ .....	63
2.4 ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РЫНОЧНЫХ ЦЕН НА ЩЕБЕНЬ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ КАРЬЕРА .....	73
ВЫВОДЫ ПО ГЛАВЕ .....	82
3 АНАЛИЗ ОРГАНИЗАЦИИ И ИНТЕГРАЦИИ КАРЬЕРОВ НСМ В СОСТАВЕ ЕДИНОЙ ВЕРТИКАЛЬНО ИНТЕГРИРОВАННОЙ ГОРНТЕХНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ .....	84
3.1 СПОСОБЫ ИНТЕГРАЦИИ И ОРГАНИЗАЦИИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ НСМ ПО ПРОИЗВОДСТВУ ЩЕБНЯ .....	84
3.2 ПРОМЫШЛЕННЫЙ АУТСОРСИНГ КАК ЭФФЕКТИВНЫЙ СПОСОБ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА НА КАРЬЕРАХ НСМ .....	94

3.3 ОБОСНОВАНИЕ ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ ГОРНОТРАНСПОРТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ НА КАРЬЕРАХ НСМ .....	101
ВЫВОДЫ ПО ГЛАВЕ .....	107
4 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ РАЗРАБОТКИ ШКУРЛАТОВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ГРАНИТОВ С ОРГАНИЗАЦИЕЙ БУЛЬДОЗЕРНОГО ОТВАЛООБРАЗОВАНИЯ.....	109
4.1 ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ И ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРЕДПРИЯТИЯ ПО РАЗРАБОТКЕ ШКУРЛАТОВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ГРАНИТОВ .....	109
4.2 ОСНОВНЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ И ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ РЕШЕНИЯ .....	117
4.3 АНАЛИЗ ПРОБЛЕМ ОРГАНИЗАЦИИ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ РАБОТ НА КАРЬЕРЕ ПО РАЗРАБОТКЕ ШКУРЛАТОВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ГРАНИТОВ.....	120
4.4 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА РАЗРАБОТКИ ШКУРЛАТОВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ГРАНИТОВ.....	123
ВЫВОДЫ ПО ГЛАВЕ .....	132
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	134
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	137

## ВВЕДЕНИЕ

**Актуальность темы.** Качественные и структурные изменения в экономике современной России, требования рынков строительных материалов, особенности инвестиционной деятельности предприятий осуществляющих открытую разработку месторождений нерудных строительных материалов (НСМ) вызвали усложнение требований к организационно-техническим решениям по управлению горным предприятием, поставили вопрос о реорганизации процесса планирования и совершенствовании методологии организации горных работ.

Организация эксплуатационных работ на карьерах нерудных строительных материалов не имеет достаточного научного обоснования и нуждается в анализе, систематизации и обосновании технических решений, повышающих эффективность разработки месторождений НСМ в современных условиях.

Особое внимание необходимо уделить организации отработки месторождений, образованных магматическими породами, т.к. именно месторождения данного генезиса пригодны для получения прочного щебня, используемого для строительства транспортных сетей и долговечных железобетонных конструкций.

Существующие методы организации эксплуатационных работ и технико-экономический анализ принимаемых решений не достаточны для эффективной оценки, а предложенные рекомендации, как правило, имеют ограниченную область применения. Строительство, эксплуатация и реконструкция карьеров не обеспечены современными научно обоснованными рекомендациями, позволяющими осуществить выбор оптимальной производственной мощности предприятия и эффективной организации эксплуатационных работы. Лица, принимающие решения (ЛПР), зачастую не могут обеспечить формулировку эффективных и оптимальных решений, основанных на современных экономических критериях.

Таким образом, обоснование и разработка организационно-технических методов повышения эффективности открытой разработки месторождений НСМ, является актуальной научной задачей.

**Цель работы:** Обоснование и разработка организационно-технических методов открытой разработки месторождений нерудных строительных материалов для производства щебня из плотных изверженных горных пород, на основе рационального управления основными технико-экономическими показателями, которые обеспечивают повышение эффективности принимаемых решений.

**Идея работы.** Управление основными технико-экономическими показателями должно базироваться на разработанных организационно-технических методах, учитывающих горнотехнические особенности открытой разработки месторождений нерудных строительных материалов для производства щебня из скальных горных пород, обеспечивающих повышение эффективности и обоснованности принимаемых решений.

#### **Основные задачи работы.**

- Анализ современного состояния проблемы организации эксплуатационных работ при разработке месторождений нерудных строительных материалов.
- Анализ организации финансирования разработки месторождений нерудных строительных материалов.
- Анализ эксплуатационных затрат на производство щебня из скальных горных пород.
- Разработка метода управления технико-экономическими показателями карьеров НСМ на основе аналогового метода оценки затрат.
- Обоснование и разработка метода определения производительности карьера с учетом фактора спроса на различные фракции щебня при планировании открытой разработки месторождений НСМ.
- Прогнозирование рыночных цен на щебень при определении производительности карьера.

- Анализ организации и интеграции карьеров НСМ по производству щебня в составе единой вертикально интегрированной горнотехнической системы.

- Промышленный аутсорсинг как эффективный способ организации производства на карьерах НСМ.

- Обоснование импортозамещения горнотранспортного оборудования на карьерах НСМ.

**Научная новизна:**

1. Разработан аналоговый метод предварительной оценки эксплуатационных удельных затрат, позволяющий обоснованно определить экономически целесообразный объем производства щебня.

2. Установлена эмпирическая зависимость удельных эксплуатационных затрат на 1 т добываемого минерального сырья для производства щебня ( $Z_i$ ) от годовой производительности карьера по добыче ( $A_i$ ), для карьеров-аналогов, описываемая нелинейным уравнением регрессии  $Z_i = 1386 \cdot A_i^{-0,304}$ .

3. Обоснован и разработан метод прогнозирования рыночных цен на щебень при оценке эффективности принимаемых организационных решений в процессе строительства и эксплуатации горнодобывающего предприятия по производству высококачественного щебня и определении стратегии дальнейшего развития производства.

**Защищаемые положения:**

1. Управление технико-экономическими показателями работы карьеров нерудных строительных материалов следует осуществлять на основе аналогового метода предварительной оценки эксплуатационных удельных затрат, позволяющего определить экономически целесообразный объем производства щебня.

2. Производительность карьера по добыче нерудных строительных материалов, с учетом спроса на щебень различных фракций, должна определяться на основе критерия максимум чистой текущей дисконтированной

прибыли, при равенстве относительных изменений себестоимости и дохода от реализации конечной продукции.

3. Повышение эффективности организационно-технических решений и реализации конечной продукции на высоко конкурентном рынке щебня, с учётом средней доли добавленной стоимости, достигается при вертикальной интеграции предприятий нерудных строительных материалов, позволяющей уменьшить зависимость от монополистов в сфере транспорта и энергетики.

**Методы исследований.** Общая теоретическая и методологическая основа работы базируется на использовании комплексного подхода, включающего анализ и обобщение фундаментальных исследований по организации горного производства при разработке месторождений НСМ. Основными методами исследований являются классические экономические и финансовые теории рыночных методов хозяйствования, геоинформатика, математическая статистика, динамическое программирование, моделирование на персональных компьютерах, системный анализ при исследовании организации эксплуатационных работ при открытой разработке месторождений НСМ.

**Достоверность научных положений, выводов и рекомендаций** подтверждается широким привлечением фактических и проектных материалов функционирования отечественных и зарубежных карьеров-аналогов по производству щебня; применением классических экономических и финансовых теорий, моделирования на персональных компьютерах, методов математической статистики; системным анализом при исследовании организации эксплуатационных работ на карьерах, разрабатывающих месторождения НСМ.

**Практическая значимость:**

1. На основе анализа данных по формированию цен установлены факторы, влияющие на сезонность цен на щебень: сезонность дорожных работ; распределение бюджетных средств, окончание конкурсов на строительство и ремонт дорожных сетей; объемы финансирования и прогнозы развития транспортной сети; взаимодействие дорожных служб между собой.

2. Предложены рекомендации по обеспечению эффективной организации производства эксплуатационных работ на карьерах по производству щебня.

3. Реализация модели оценки предлагаемых организационно-технических решений позволила определить для условий рассматриваемого варианта открытой разработки Шкурлатовского месторождения граничную цену на щебень составляющую 270,0 руб./т.

**Предполагаемое внедрение:** при организации открытой разработки месторождений НСМ, планировании развития горных работ на предприятиях по производству щебня из скальных горных пород, в проектной документации ОАО «Гипронеруд» и других проектных организаций.

**Апробация работы.** Основные положения диссертации в целом и отдельные ее положения докладывались, обсуждались и получили одобрение на конференции «Освоение минеральных ресурсов Севера: проблемы и решения» (Воркута, 2013 г.), на кафедральных конференциях (кафедра Разработки месторождений полезных ископаемых), на заседаниях кафедры Разработки месторождений полезных ископаемых Горного университета.

**Личный вклад автора.** Сформулированы цель и задачи исследований; обоснованы методики проведения исследований; проанализированы технико-экономические показатели карьеров по добыче плотных изверженных пород; проведены аналитические исследования, сформулированы основные научные положения и выводы, подготовлены публикации по выполненной работе.

**Публикации.** Основные результаты работы опубликованы в 5 печатных работах, из них 3 – в изданиях, рекомендуемых ВАК Минобрнауки России.

**Структура и объем работы.** Диссертация состоит из введения, четырех глав и заключения, содержит 146 страниц, 31 таблицу, 19 рисунков и список литературы из 107 наименований.



# 1 СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ РАБОТ ПРИ ОТКРЫТОЙ РАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ НЕРУДНЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

## 1.1 АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ОТРАСЛИ НЕРУДНЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ РОССИИ

Российская промышленность нерудных строительных материалов является одной из важнейших составляющих народного хозяйства, так как с момента её образования обеспечивает экономику и население страны долговечными строительными изделиями, которые используются в виде обработанных и необработанных блоков, кусков, дробленого, отсортированного, мытого или обогащенного минерального сырья.

Развитие экономики России напрямую зависит от темпов промышленного и дорожного строительства. Экономическая безопасность и независимость страны в значительной степени базируется на развитом и высокоэффективном промышленном комплексе, составной частью которого является строительная отрасль, представляющая собой сложный многоотраслевой производственно-технологический комплекс, осуществляющий добычу, переработку, реализацию НСМ, геологоразведочные работы, производство горного оборудования.

В соответствии с Общероссийским классификатором продукции по видам экономической деятельности (ОКВЭД) деятельность по добыче гравия, песка (код 14.2) и разработка гравийных и песчаных карьеров (код 14.21) относится к разделу С, подраздел СВ «Добыча полезных ископаемых, кроме топливно-энергетических» [43].

Россия является одной из богатейших стран по запасам нерудных материалов, тем не менее, в современных условиях российские производители не могут выйти на высокий уровень добычи и производства этих материалов по различным причинам. С одной стороны, это связано с трудным доступом к большинству месторождений, а с другой — с существующими экономическими условиями, ежегодным ростом транспортных и коммунальных тарифов.

Объем производства нерудных строительных материалов в Российской Федерации (по данным Росстата - Единая межведомственная информационно-статистическая система) с 2000 по 2015 гг. представлен на диаграмме 1.1.

Для сравнения, перед распадом СССР объем производства НСМ в РСФСР составлял более 700 млн.м<sup>3</sup> в год, а наибольший объем производства был отмечен в 1989 г. и составил 727 млн. м<sup>3</sup>.

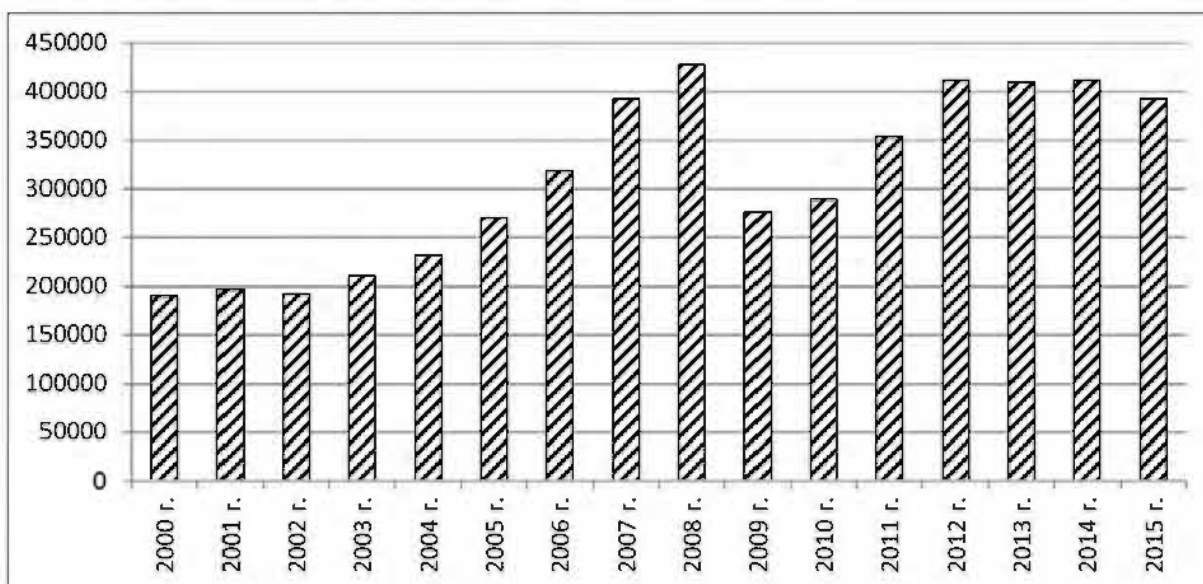


Рисунок 1.1 – Диаграмма объемов производства нерудных строительных материалов в Российской Федерации (по данным Росстата - Единая межведомственная информационно-статистическая система) с 2000 по 2015 гг.

Показатели, отражающие изменение объемов производства нерудных строительных материалов, представлены в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Показатели изменения объемов производства нерудных строительных материалов за 2000-2015 гг., %

Год	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Объем	14,4	3,6	-2,5	9,9	9,6	16,7	18,0	23,3
Год	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Объем	9,0	-35,5	5,0	22,1	16,3	-0,5	0,5	-4,6

Анализ статистических данных по отрасли позволяет условно выделить три периода развития отрасли нерудных строительных материалов постсоветского периода:

1 этап (1992 – 1998 гг.) характеризуется резким снижением объемов производства НСМ в виду тяжелой для строительной отрасли экономической ситуации вплоть до экономического кризиса 1998 г. Отрасль функционировала только за счет материалов и средств, заложенных в советское время.

Новая карьерная техника не закупалась или приобреталась крайне редко. Сократилась численность сотрудников проектных институтов. К примеру, количество работников ведущего отечественного института в области проектирования предприятий НСМ ОАО «Гипронеруд» уменьшилось с 800 до 30 человек. Существенно был сокращен объем выпуска проектов на строительство новых предприятий по добыче НСМ.

2 этап (1999 – 2008 гг.) связан с постепенным наращиванием объемов производства НСМ. В данный период отрасль динамично развивалась, достигая показателей 1992 года. В сферу пришли крупные инвесторы, образовалось множество строительных и добывающих холдингов и т.п. Большинство карьеров приобрело новую современную технику импортного производства, успешно начали работать кредитные и лизинговые программы. Открылось множество проектных организаций, способных подготовить проектную и строительную документацию для разработки новых месторождений или реконструкции уже существующих. Однако данный этап закончился экономическим кризисом 2008-2009 гг.

3 этап (2009 г. – н.в.) – посткризисный, начался с резкого сокращения объемов производства НСМ в 2009 г. на 35,5 %, что связано с мировым экономическим кризисом [19]. В дальнейшем выпуск продукции увеличился, отрасль динамично развивалась до 2012 г., после чего перешла в стадию стагнации. Выйти на докризисные объемы производства отрасли позволили государственные строительные программы, которые способствовали развитию рынка НСМ.

В современных условиях прогнозируется рост производства в отрасли, в основном, благодаря государственным программам, направленным на

подготовку проведения различных мероприятий мирового уровня, а также широкомасштабную поддержку жилищного и дорожного строительства.

В секторе НСМ широкое применение получает промышленный аутсорсинг, как эффективный способ организации производства на карьерах НСМ. Большое количество организаций передают компаниям аутсорсерам часть процессов горного производства, проблемы которого невозможно решить имеющимися силами предприятия, что позволяет оперативно удовлетворить новые требования рынка, уйти от крупных капиталовложений на приобретение оборудования, требуемого на короткий период времени, избежать необходимости привлечения дополнительных трудовых ресурсов, сохранить существующую ремонтную базу без перестроения под обслуживание нового оборудования [16].

Таким образом, с 2000 года отрасль развивалась динамично, несмотря на резкие колебания спроса, как например, в 2007 и 2011 гг. наблюдался рост добычи НСМ на 23,3 % и 20,2%, и спад в 2009 гг. на 35,5 %. Различные социально-экономические, научно-технические факторы влияли на состояние промышленности НСМ. После адаптации отечественных предприятий строительной сферы к условиям рыночной экономики произошел рост технико-экономических показателей и объемов добычи.

К научно-техническим аспектам, оказавшим особое влияние на состояние отрасли, в первую очередь, относится выход на российский рынок продукции таких известных фирм по производству оборудования для открытых горных работ, как «Caterpillar», «Volvo», «Komatsu», «Hitachi», «Liebherr» и др., которые составили конкуренцию «Уралмашу» и «НКМЗ» в классе карьерных горных машин. Так же на отечественный рынок пришли лидеры мировой промышленности в области переработки горных пород – «Metso Minerals», «Sandvick» и др., чье оборудование значительно выигрывало в сроках строительства дробильно-сортировочных заводов по сравнению с российскими аналогами. Проектирование объектов открытых горных работ вышло на новый качественный уровень благодаря внедрению компьютерных технологий,

появлению специализированного программного обеспечения и вспомогательного оборудования.

Данные факторы различным образом оказывали воздействие на развитие отрасли НСМ в зависимости от природных и социально-экономических возможностей регионов России.

Объемы производства в Российской Федерации нерудных строительных материалов по округам (по данным Росстата) с 2008 по 2015 гг. представлены в таблице 1.2, доля каждого региона в общем объеме отражена в таблице 1.3.

Анализ данных, представленных в таблице 1.3, позволяет выделить три лидирующих по объемам производства НСМ региона – это Северо-Западный, Уральский и Центральный федеральные округа. На их долю в рассматриваемый период приходилось от 52,2 до 63,5 % всего производства НСМ страны. В последние годы доля этих районов стабильно держится на уровне 58-60%.

Представленные результаты, связаны с географическим местоположением данных регионов, т.к. они владеют значительными запасами нерудного сырья, а именно, Балтийский щит в СЗФО, Магнитогорский прогиб в УФО и Воронежский щит в ЦФО, а также самими крупными кадровыми ресурсами.

В посткризисный период (2009 г. – н.в.) доля производства щебня в общих объемах выпуска НСМ стабильно держится в диапазоне 50-60%.

Таблица 1.2 – Объемы производства в Российской Федерации нерудных строительных материалов по округам, тыс.м<sup>3</sup>

Округ	2008 г.	2009 г.	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.
Дальневосточный федеральный округ	16593	16492,5	14771,65	26722,4	29427,9	21077,8	22970,3	21715,5
Крымский федеральный округ	-	-	-	-	-	-	-	1715,4
Приволжский федеральный округ	54902,9	30982,7	33306,2	38616,1	49337,7	50961,4	48600,1	45868,2
Северо-Западный федеральный округ	65708,3	52458,7	50600,2	76990,3	86835,5	87939,7	82763,7	79500,9
Северо-Кавказский федеральный округ	13496,6	12338,7	11334,6	11423,0	11618,4	12843,2	12810,4	11328,7
Сибирский федеральный округ	47221,1	27651,9	30386,5	38486,5	42561,4	45149,0	47718,8	48730,4
Уральский федеральный округ	111310,4	50661,5	57175,6	60784,8	70602	67462,6	74939,1	66611,1
Центральный федеральный округ	85107,7	60795,7	61737,5	69178,1	81433,3	85707,9	87404,4	83288,6
Южный федеральный округ (с 2010 года)	-	24503,0	30451,2	31536,7	39724,7	38255,4	34292,4	33696,5
Южный федеральный округ (по 2009 год)	46839,9	-	-	-	-	-	-	-
Российская Федерация	427683,3	275884,7	289763,45	353737,9	411540,9	409397,0	411499,2	392455,3

Таблица 1.3 – Индекс производства в Российской Федерации нерудных строительных материалов по округам, %

Округ	2008 г.	2009 г.	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.
Дальневосточный федеральный округ	3,9	6,0	5,1	7,1	7,2	5,1	5,6	5,5
Крымский федеральный округ	-	-	-	-	-	-	-	0,4
Приволжский федеральный округ	12,8	11,2	11,5	10,8	12,0	12,4	11,8	11,7
Северо-Западный федеральный округ	15,4	19,0	17,5	21,2	21,1	21,5	20,1	20,3
Северо-Кавказский федеральный округ	3,2	4,5	3,9	3,4	2,8	3,1	3,1	2,9
Сибирский федеральный округ	11,0	10,0	10,5	10,8	10,3	11,0	11,6	12,4
Уральский федеральный округ	26,0	18,4	19,7	18,0	17,2	16,5	18,2	17,0
Центральный федеральный округ	19,9	22,0	21,3	19,8	19,8	20,9	21,2	21,2
Южный федеральный округ (с 2010 года)	-	8,9	10,5	8,9	9,7	9,3	8,3	8,6
Южный федеральный округ (по 2009 год)	11,0	-	-	-	-	-	-	-
Российская Федерация	100	100	100	100	100	100	100	100

Данные по проектной производительности крупнейших предприятий на территории страны по добыче и переработке нерудных строительных материалов (щебень) представлены в таблице 1.4.

Таблица 1.4 – Данные по проектной производительности крупнейших предприятий по добыче и переработке НСМ

В

Предприятие	Месторождение	Проектная мощность по добыче, тыс.м <sup>3</sup>	Проектная мощность по вскрыше, тыс.м <sup>3</sup>	Проектная мощность по горной массе, тыс.м <sup>3</sup>
ОАО «Павловск Неруд»	Шкурлатовское месторождение гранитов	5500	3300	8800
ООО «Регионснабсбыт»	Ново-Смолинский участок Смолинского месторождения гранодиоритов	1500	700	2200
ООО «ПРОМ-АКТИВ»	Новоорское месторождение гранитов	2300	700	3000
АО «Сырьевая компания»	Месторождение известняков Шах-Тау	1790	120	1910
ОАО «Карьер Покровское»	Месторождение базальта «Мяндуха»	1090	50	1140
ООО «Прионежская горная компания»	Месторождение габбро-диабазов «Чевжавара»	1300	300	1600
ЗАО «ЛСР-Базовые»	Месторождения гнейсо-гранитов «Ровное-1»	1420	80	1500
ЗАО «Выборгское карьероуправление»	Месторождение гранитов «Эркиля»	1200	-	1200
РУПП «Гранит»	Месторождение кристаллических пород «Микашевичи» (Беларусь)	9000	3400	12400
ОАО «ВБ-Девелопмент-Черноземье» (проектируется)	участок «Дон-Гранит» Казинского месторождения строительного камня	3720	4560	8280
ОАО «Геоперспектива» (проектируется)	Участок строительного камня «Гранитный»	3800	800	4600
«Диорит» (филиал РУПП «Гранит» (проектируется))	Ситницкое месторождение строительного камня (Беларусь)	4800	4100	9900



На территории России крупнейшим производителем НСМ является предприятие ОАО «Павловск Неруд» - основной поставщик гранитного щебня в ЦФО. Также следует выделить РУПП «Гранит», которое является крупнейшим предприятием по производству высококачественного гранитного щебня в Восточной Европе.

Обеспеченность отрасли запасами строительного камня для производства щебня довольно высока, по оценкам экспертов в настоящее время суммарные запасы по категориям А + В + С<sub>1</sub> составляют более 22 млрд.м<sup>3</sup>, по категории С<sub>2</sub> – 11 млрд.м<sup>3</sup>. В одном из наиболее крупных регионов, производящим высококачественный щебень – Ленинградской области – балансовые запасы строительных камней в настоящее время учитываются по 38 месторождениям и составляют по категориям А + В + С<sub>1</sub> – 790 млн.м<sup>3</sup>, по категории С<sub>2</sub> – 630 млн.м<sup>3</sup>.

Так как НСМ являются местным строительным материалом из-за своей относительной дешевизны, то соответственно основной объём рынка потребления НСМ приблизительно равен производству.

Нерудные строительные материалы остаются базовым сырьем для гражданского и промышленного строительства.

Для сооружения долговечных сооружений (мосты, тоннели, дамбы, дороги, здания) используются практически все известные НСМ. Значение нерудных строительных материалов в создании материальной базы строительной индустрии определяется удельными затратами в стоимости строительно-монтажных работ, равными 7,5%, и в общей стоимости строительных материалов, достигающими порядка 30% [97].

Согласно стратегии развития промышленности строительных материалов на период до 2020 г. расчетное потребление нерудных строительных материалов при инновационном пути развития достигнет показателя в 1040,3 млн.м<sup>3</sup> в год, при инерционном - 819,5 млн.м<sup>3</sup> в год. При этом расчетный ввод мощностей в отрасли на период 2009-2020 гг. в первом варианте должен составить 625,3 млн.м<sup>3</sup>, во втором – 404,5 млн.м<sup>3</sup> [99].

В этой стратегии представлен прогноз объемов потребления НСМ на период 2010-2020 гг. для двух вариантов развития отрасли – инновационном и инерционном (таблица 1.5).

Таблица 1.5 – Прогноз объемов потребления НСМ на период 2016-2020 гг.

Вариант развития	Показатель	2016	2017	2018	2019	2020
Инновационный	Объем, млн. м <sup>3</sup>	702,1	775	855,8	944,8	1 040,40
	% к предыдущему году	110,6	110,4	110,4	110,4	110,1
Инерционный	Объем, млн. м <sup>3</sup>	617,4	663	712,3	765,1	819,5
	% к предыдущему году	107,6	107,4	107,4	107,4	107,1

Сравнение планируемых показателей развития отрасли НСМ с фактическими представлено на рисунках 1.2 и 1.3.

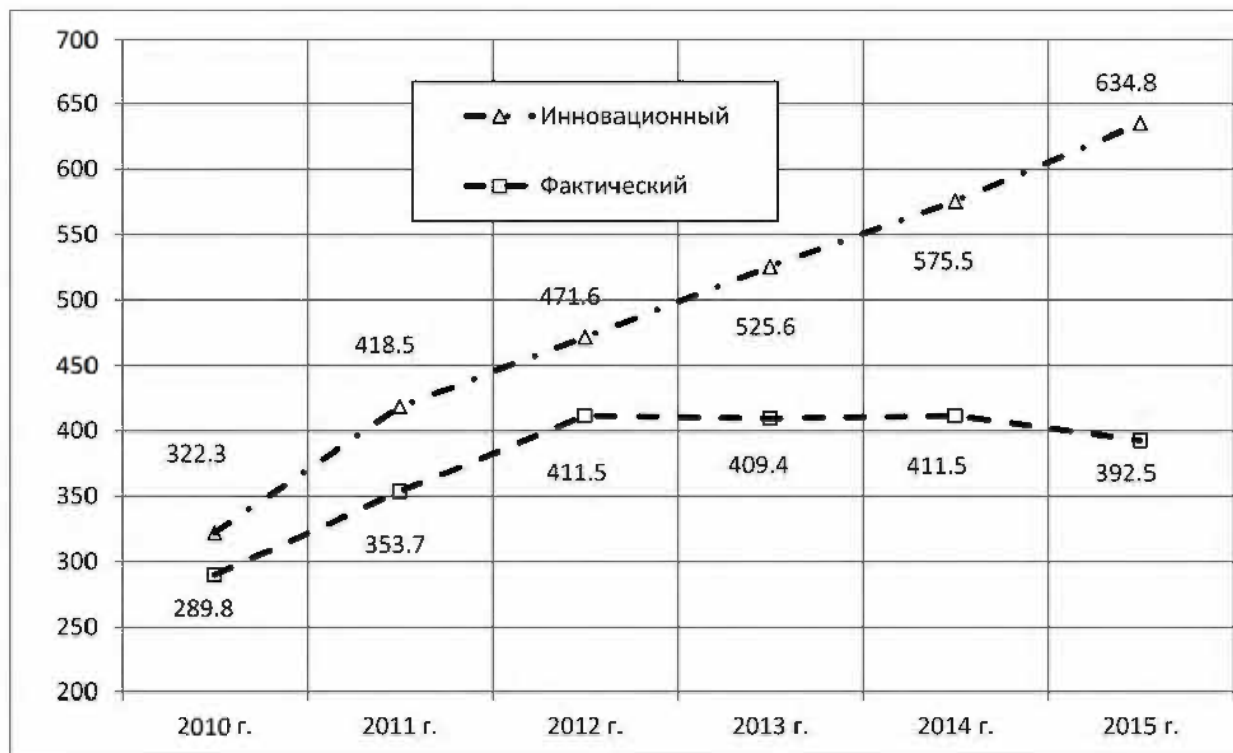


Рисунок 1.2 - Сравнение показателей инновационного развития отрасли НСМ с фактическими (в млн.м<sup>3</sup>)

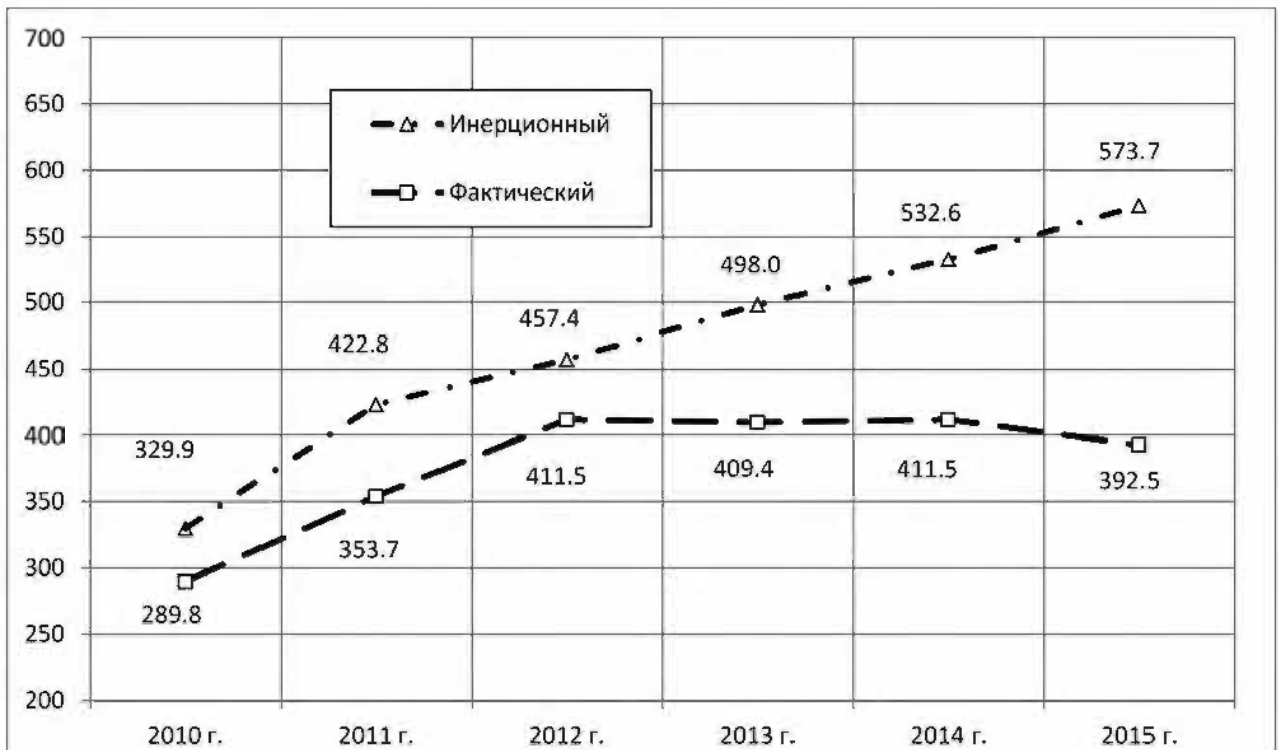


Рисунок 1.3 - Сравнение инерционных показателей развития отрасли НСМ с фактическими (в млн.м<sup>3</sup>)

Анализ данных, представленных в таблице 1.5, показывает, что при инновационном развитии отрасли ежегодный рост добычи НСМ после планируемого выхода отрасли из кризиса должен поддерживаться на уровне 10 %, при инерционном развитии – не менее 7 %.

По данным графиков, представленных на рисунках 1.2 и 1.3, можно сделать вывод, что с момента принятия стратегии отрасль фактически не развивалась и на начало 2016 г. образовался дефицит в 181,2 млн.м<sup>3</sup> НСМ для инерционного развития отрасли, а для инновационного – 242,3 млн.м<sup>3</sup>. Во многом реализацию намеченных целей в стратегической программе развития отрасли НСМ отдалил кризис 2008-2009 гг. и стагнация 2014-2015 гг., поэтому достигать указанные показатели необходимо в более сжатые сроки. Оперативное наращивание мощностей промышленности НСМ чрезвычайно необходимо, учитывая планы проведения XXI чемпионата мира по футболу ФИФА в России, а соответственно, и Кубка Конфедераций 2017, что вызовет необходимость строительства большого числа спортивных объектов и инфраструктуры.

Работы по подготовке к проведению XXI чемпионата мира по футболу ФИФА входят в активную фазу. 12 стадионов будут либо полностью построенными, либо реконструированными. По оценкам специалистов, 70% запланированного строительства – это развитие территорий: аэропорты, дороги, гостиницы, и только 30 % – стадионы, центры проживания команд и тому подобное [106].

Следует обратить внимание на тот факт, что ОАО «РЖД», крупнейший потребитель НСМ, разрабатывает концепцию организации транспортного обслуживания пассажиров в период проведения Чемпионата мира по футболу 2018 г. в соответствии с поручением правительства РФ об организации скоростного железнодорожного сообщения между городами, принимающими матчи ЧМ. Необходимо учесть, что практически все намеченные мероприятия в рамках подготовки к ЧМ-2018 в области железнодорожных перевозок предполагают полную реконструкцию верхнего строения пути, т.к. применяемые в настоящее время материалы, а именно щебень, не соответствует требованиям, предъявляемым к балластному слою скоростных и высокоскоростных железнодорожных магистралей [98].

Возрастающие потребности в железобетоне и бетоне, значительное повышение темпов строительства автомобильных дорог, а также общий рост объемов капитального строительства в России предъявляют повышенные требования к дальнейшему расширению объемов производства и качеству нерудных строительных материалов в стране.

Качество и количество автомобильных дорог сегодня – одна из острейших проблем в транспортной системе России [92, 95]. Огромное отставание РФ в развитии дорожно-транспортной инфраструктуры от большинства развитых, а в ряде показателей, и развивающихся стран влияет на отечественную конкурентоспособность. Низкий технический уровень дорог оборачивается увеличением себестоимости перевозок в 1,5 раза, а расхода горючего на 30 % по отношению к показателям зарубежных стран [56].

В 2007 г. принята государственная программа реконструкции, строительства, инновационного развития железных дорог [98], включая строительство более 20 тыс. км железнодорожных путей со всей инфраструктурой на срок до 2030 г.

Все планируемые Правительством программы развития транспорта касаются в основном Европейской части Российской Федерации и требуют увеличения объемов строительных материалов высокого качества.

В таблице 1.6 представлены данные по проектной мощности крупных предприятий промышленности нерудных строительных материалов по производству щебня из плотных изверженных пород, снабжающие Европейскую часть страны.

Очевидно, что действующие предприятия не обеспечат растущий спрос на НСМ для реализации запланированных программ. Решением данной проблемы должно стать значительное увеличение бюджетного и инвестиционного финансирования основных потребителей нерудных материалов – дорожных служб и строителей. Значительное увеличение объемов производства НСМ является объективной необходимостью. Кроме того, следует повышать инвестиционную привлекательность организаций, осуществляющих деятельность в отрасли нерудных строительных материалов.

Значительное увеличение объемов производства НСМ является объективной необходимостью. Кроме того, следует повышать инвестиционную привлекательность организаций, осуществляющих деятельность в отрасли нерудных строительных материалов.

Таблица 1.6 – Проектная мощность крупных предприятий промышленности нерудных строительных материалов по производству щебня из плотных изверженных пород

Предприятие	Месторождение	Субъект Российской Федерации	Проектная мощность по производству щебня, тыс.м <sup>3</sup>
ОАО «Павловск Неруд»	Шкурлатовское месторождение гранитов	Воронежская область	6500
ЗАО «ЛСР-Базовые»	Месторождения гнейсогранитов «Ровное-1», Месторождение гранито-гнейсов «Кузнечное», Месторождение гранитов и гранито-гнейсов «Кузнечное-1»	Ленинградская область	5000
ЗАО «Камменогорский комбинат нерудных материалов»	Месторождения гнейсогранитов «Киркинское»	Ленинградская область	2000
ЗАО «Камменогорское карьероуправление»	Месторождение строительного камня «Камменогорское»	Ленинградская область	2000
ООО «Прионежская горная компания»	Месторождение габбро-диабазов «Чевжавара»	Республика Карелия	2000
ООО «Карелнеруд»	Месторождение габбро-диабазов «Голодай Гора»	Республика Карелия	1500
ЗАО «ЛСР-Базовые»	Месторождение гранито-гнейсов «Пруды-Моховое-Яскинское»	Ленинградская область	1000
ОАО «Сортавальский ДСЗ»	Месторождение гранитов «Кирьявилахсти»	Республика Карелия	1000
ЗАО «Камменогорское карьероуправление»	Месторождение габброидов «Островское»	Ленинградская область	700
ОАО «Питкярантское карьероуправление»	Месторождение гранитов «Нюрин-Саари-2»	Республика Карелия	700
ЗАО «ЛСР-Базовые»	Месторождение гранито-гнейсов «Петровское»	Ленинградская область	500
РУПП «Гранит»	Месторождение кристаллических пород «Микашевичи»	Беларусь, Брестская область	7700

На данный момент по оперативным данным Росстата по состоянию на июль 2016 года (таблица 1.7) произведено более 237 млн.м<sup>3</sup> нерудных

строительных материалов, что на 17,3 % больше, чем по состоянию на аналогичный период предыдущего 2015 года.

Таблица 1.7 – Оперативные данные Росстата по объемам добычи нерудных строительных материалов

Округ	Январь-июль 2015 г., тыс.м <sup>3</sup>	Январь-июль 2016 г., тыс.м <sup>3</sup>	Изменение объемов, %
Дальневосточный федеральный округ	10997,9	14236,9	29,5
Крымский федеральный округ	957,3	1396,1	45,8
Приволжский федеральный округ	22869,1	23116,9	1,1
Северо-Западный федеральный округ	41868,2	48988,8	17,0
Северо-Кавказский федеральный округ	6137,9	5122,3	-16,5
Сибирский федеральный округ	24512,7	26691,6	8,9
Уральский федеральный округ	32999,8	59076,6	79,0
Центральный федеральный округ	44424,0	41972,8	-5,5
Южный федеральный округ	17619,1	16573,9	-5,9
Российская Федерация	202204,0	237175,9	17,3

Рост добычи НСМ показали практически все субъекты Российской Федерации.

Анализ развития рынка НСМ позволяет прогнозировать объем добычи нерудных строительных материалов в 2016 г. на уровне объемов 2014-2015 гг., т.е. ориентировочно 390 - 410 млн. м<sup>3</sup>.

Дальнейшие ежегодные темпы роста по добыче нерудных строительных материалов, не превысят 2 – 3 %, что ниже заложенных в стратегии развития промышленности строительных материалов на период до 2020 г. в случае инерционного развития отрасли. По данным ОАО «Гипронеруд», за 2012 - 2015 гг. выполнялись, в основном, проекты, связанные с техническим перевооружением действующих карьеров, и также были запроектированы только два новых карьера с годовой производительностью порядка 4 млн.м<sup>3</sup>/год.

Анализ информации по рынку щебня позволяет прогнозировать незначительный рост отрасли на ближайшие 5 - 10 лет, если существенно не изменится ситуация в макроэкономике. К 2020 г. объемы добычи в отрасли с большой вероятностью не превысят 450 млн.м<sup>3</sup>, объемы производства щебня – 250 тыс.м<sup>3</sup>.



## 1.2 АНАЛИЗ ПРОБЛЕМ ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ ОТКРЫТОЙ РАЗРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ НСМ

Производство нерудных строительных материалов является одной из старейших сфер деятельности человека. Так, например, в Ленинградской области функционирует расположенный в Кировском районе карьер на месторождении известняков «Путиловское», который отрабатывает месторождение с 1712 г. Территориально близко к нему расположено месторождение известняков «Сельцо Бабино» («Волховские плитные разработки»), добытый на нем камень использовался для строительства крепостных стен Старой Ладogi.

Однако на протяжении многих лет производство НСМ было малоэффективным, так как основывалось на ручном труде без применения средств механизации. В дореволюционной России отрасль находилась на крайне низком техническом уровне. Началом становления промышленности нерудных строительных материалов как крупной строительной отрасли считаются послевоенные годы XX в. – период интенсивного строительства и индустриального характера организации строительных работ. Благодаря разработкам в области теоретического обоснования вопросов организации производства карьеры приобрели современный вид, на них появилась новая специальная техника: экскаваторы, автосамосвалы, драглайны, бульдозеры и т.д., таким образом, повысилась эффективность ведения открытых горных работ.

Фундаментальные основы в теории организации производства были заложены в трудах известных зарубежных исследователей, таких как Ч. Барнард, Г.Л. Гант, Ф. Гилберт и Л. Гилберт, Ф.У. Тейлор, А. Файоль, М.П. Фоллетт, Г. Форд, Г. Эмерсон. В России вопросы организации производства рассматривали К. Адамецкий, Н.Ф. Чарновский, А.А. Богданов и др. Позднее их идеи были всесторонне рассмотрены и развиты исследователями в работах, посвященных проблемам организации производства [4, 18, 22, 25, 31, 34, 46, 55, 66, 74, 76].

Основоположником методов оптимизации горных работ является проф. Б.И. Бокий, который на рубеже XIX и XX вв. первым провел основательные исследования в данном направлении и применил существовавшие на тот период подходы к решению практических задач на шахтах Донбасса.

Интенсивное развитие производства нерудных строительных материалов было невозможно без соответствующего развития машиностроения, создания отраслевых научно-исследовательских институтов и проектных организаций.

Процесс ведения горных работ вышел на новый и более сложный технический и технологический уровень. Промышленность нерудных строительных материалов преобразовалась – усовершенствовались техника и технологии добычи, переработки скальных и полускальных пород [86]. Избирательное дробление, сортировка и классификация при переработке горных пород значительно повысили качество выпускаемой продукции. Авторами [20, 21, 29, 32, 96] подробно рассмотрена специфика производства именно нерудных строительных материалов.

К строительным материалам относятся добываемые горные породы, из которых путем переработки получают щебень, гравий, песок, стеновой камень и природный облицовочный камень [70]. Данные НСМ должны отвечать установленным в нормативных документах требованиям в зависимости от направления использования, что определяет технологию и механизацию разработки месторождений.

По происхождению породы, слагающие месторождение НСМ, делятся на: магматические, осадочные и метаморфические [89, 91].

Особое внимание необходимо уделить отработке месторождений, образованных магматическими породами, т.к. именно месторождения данного генезиса пригодны для получения прочного щебня, используемого для строительства транспортных сетей и долговечных железобетонных конструкций.

По классификациям, представленным в источниках [62, 89, 91], месторождения плотных изверженных горных пород по форме залегания

представляют собой крупные массивные залежи, развитые сравнительно равномерно во всех направлениях. Вопросы открытой разработки массивных залежей нашли широкое освещение в трудах ведущих ученых: акад. В.В. Ржевского [60, 62], акад. Н.В. Мельникова [49], проф. М.Г. Новожилова [53, 54], проф. К.Е. Веницкого [23] и др.

Вскрытие массивных залежей рассмотрено в работах [3, 5, 9, 10, 53, 54, 80, 81, 88]. В качестве критерия при выборе рационального варианта вскрытия, порядка и направления отработки месторождений данного типа принято оптимальное условие обеспечения максимальной эффективной разработки месторождения открытым способом – минимальный коэффициент вскрыши при обеспечении требуемого качества и количества полезного ископаемого, подаваемого на переработку. Как правило, технический контур карьера определяется границей подсчета запасов полезного ископаемого с учетом внешнего разноса бортов карьера по покровной вскрыше.

Авторы [48] отмечают, что одной из особенностей разработки месторождений НСМ является специфика потребления строительных материалов, массовость и повсеместность спроса на них в различных объемах, широкая распространенность и относительно невысокая стоимость продукции, не выдерживающая дальних перевозок.

В условиях рыночной экономики производительность карьеров нерудных строительных материалов определяется спросом на одноименном рынке. При проектировании новых предприятий определение производительности при открытой разработке карьеров подробно рассмотрено в работах [1, 6, 8, 30, 54, 79, 90]. В случае если рассматривать действующие предприятия по производству щебня, то максимальная производительность карьера определяется мощностью дробильно-сортировочного завода, иногда возможно незначительное увеличение мощности за счет реализации бутового камня непосредственно из добычного забоя. Например, на предприятии ОАО «Владивостокский бутощебеночный завод» из карьера на Северном участке Первореченского месторождения андезитов доля реализуемого

бутового камня из забоя составляет более 10 % от годовой мощности предприятия.

Заданная производительность карьера определяет длину фронта работ при выбранной комплексной механизации вскрышных и добычных работ [35, 61, 62]. Наиболее полно комплексная механизация при разработке месторождений нерудных строительных материалов рассмотрена акад. В.В. Ржевским [60, 61, 62]. В работе [62] он определил, что наиболее распространенным комплексом на карьерах по добыче и переработке прочных горных пород на щебень является экскаваторно-транспортно-разгрузочный (ЭТР) комплекс. Причем можно выделить наиболее распространенный комплекс ЭАР, где в качестве транспортной составляющей комплекса выступает автотранспорт.

Комплекс ЭЖР с применением железнодорожного транспорта на современных карьерах НСМ практически не встречается. Исключением является флагман России по производству щебня из прочных горных пород ОАО «Павловск Неруд». Применение ЭЖР комплекса на нем связано, во-первых, с большими объемами вскрышных пород (средняя мощность вскрыши около 50,0 м) и, во-вторых, залеганием мела во вскрышных породах (средняя мощность мела около 15,0 м, но достигает местами и 30,0 м).

Также применение комплекса ЭЖР встречается на карьерах, проектировавшихся в конце 1950-х – начале 1960-х гг. (например, карьер на месторождении «Ровное-1» в Ленинградской области), когда необходимого количества карьерных автосамосвалов «БелАЗ» для отрасли нерудных строительных материалов не было, а первоочередными получателями большегрузной техники становились рудные и угольные карьеры.

Практически все предприятия, которые также были запроектированы на применение железнодорожного транспорта в карьере, в настоящее время отказались от его использования в связи с технической, финансовой и кадровой невозможностью поддержания железнодорожного хозяйства. Так, например, в ОАО «Павловск Неруд» разработка глубоких горизонтов сегодня производится

только с применением автотранспорта. Неоспоримыми преимуществами комплекс ЭАР являются сравнительно небольшие капитальные затраты, возможность отрабатывать месторождения сложной формы и большая мобильность оборудования.

Особое внимание следует уделить работе выемочно-погрузочной составляющей комплекса. По мнению авторов [1, 2, 43], выемка и погрузка горных пород является одним из основных процессов технологии добычи полезных ископаемых открытым способом. От выбора выемочно-погрузочных машин и их соответствия конкретным горнотехническим, гидрогеологическим и технологическим условиям в значительной степени зависят базовые технико-экономические показатели работы карьера. Выемочно-погрузочные работы на карьерах нерудных строительных материалов в основном выполняются одноковшовыми экскаваторами циклического действия – дизельными экскаваторами, погрузчиками и электрическими карьерными экскаваторами.

Выемочно-погрузочные работы, как правило, делятся на добычные и вскрышные (за исключением экскаваторного отвалообразования, которое в настоящее время на карьерах НСМ практически не применяется, кроме ОАО «Павловск Неруд», где используется только экскаваторное отвалообразование). Соотношение добычных и вскрышных работ характеризует текущий коэффициент вскрыши. В таблице 1.8 представлены основные горно-геологические показатели ряда крупных карьеров по добыче изверженных пород для получения щебня. Анализ данных, представленных в таблице 1.8, показывает, что значения коэффициента вскрыши на указанных месторождениях меньше  $1,0 \text{ м}^3/\text{м}^3$  (особенно для карьеров, находящихся в СЗФО).

Представленные данные подтверждают информацию ГипроНИИнеруд, приведенные автором [91]: 45% карьеров, разрабатывающих скальные породы, имеют мощность вскрыши до 3 м и 25 % карьеров – от 3 до 6 м. Доля разрабатываемых месторождений скальных пород с коэффициентом вскрыши менее  $0,2 \text{ м}^3/\text{м}^3$  составляет до 58 %, а 18 % разрабатываемых месторождений

имеют коэффициент вскрыши 0,2 - 0,4 м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup>, но есть и месторождения разрабатываемые с коэффициентом вскрыши, достигающим и 1 м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup> (до 6%). При вскрытии и освоении проектной мощности в первые 3 - 5 лет эксплуатации месторождения коэффициент вскрыши может достигать 2 - 3 м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup>.

Таблица 1.8 – Горно-геологические показатели карьеров НСМ

Месторождение	Предприятие	Проектная мощность по добыче, тыс. м <sup>3</sup>	Проектная мощность по вскрыше, тыс. м <sup>3</sup>	Текущий коэффициент вскрыши, м <sup>3</sup> /м <sup>3</sup>	Кол-во добычных горизонтов	Средняя мощность обрабатываемого слоя полезной толщи, м	Кол-во вскрышных горизонтов	Средняя мощность разрабатываемой вскрыши по карьеру, м
Шкурлатовское месторождение гранитов	ОАО «Павловск Неруд»	5500	3300	0,6	10	106	3	49,0
Месторождение кристаллических пород «Микашевичи» (Беларусь)	РУПП «Гранит»	9000	3400	0,38	10	121	3	35,8
Месторождения гранитов «Гавриловское-1»	ЗАО «Гавриловское карьероуправление»	990	350	0,35	6	63	3	26
Месторождения гранитов «Эркия»	ЗАО «Выборгское карьероуправление»	1200	60	0,05	5	52	1	11
Месторождения гранитов «Каменногорское»	ЗАО «Каменногорское карьероуправление»	1200	30	0,025	8	97	1	8
Месторождения гранитов и гнейсо-гранитов «Кузнечное-1»	ЗАО «ЛСР-Базовые»	1100	100	0,09	6	75	1	7,5
Месторождения гранито-гнейсов «Кузнечное»	ЗАО «ЛСР-Базовые»	1204	25	0,02	6	80	1	6
Месторождения гнейсо-гранитов «Ровное-1»	ЗАО «ЛСР-Базовые»	1420	80	0,06	7	78	1	4,5

Данные, представленные в таблице 1.8 показывают, что при рассмотрении выемочно-погрузочных работ основные затраты на указанных карьерах приходится на добычные работы. Следовательно, при принятии решений по главным параметрам карьеров следует особое внимание обращать на процесс добычных работ.

Одним из главных параметров карьера является длина фронта работ, которая обеспечивает заданную производственную мощность карьера. Длина фронта работ карьера складывается из суммы длин экскаваторных блоков, количество которых определяет производительность по добыче и производственную мощность предприятия в целом.

Оптимальная длина экскаваторного блока (оптимальная длина экскаваторного блока) при производстве добычных работ на карьерах НСМ, как правило, задается проектными решениями на основе рекомендаций, изложенных в одном из основных документов, который используется при проектировании карьеров НСМ [94]. Согласно указанному документу, минимальная длина фронта работ на экскаватор при разработке скальных пород при погрузке в автотранспорт, в зависимости от вместимости ковша экскаватора, составляет – при вместимости ковша экскаватора  $2,5 - 3 \text{ м}^3 - 250 \text{ м}$ ,  $4,5 - 5 \text{ м}^3 - 400 \text{ м}$  и  $8 - 10 \text{ м}^3 - 500 \text{ м}$ .

Наиболее распространённым типоразмером выемочно-погрузочного оборудования на карьерах по разработке скальных пород являются экскаваторы типа «прямая» и «обратная» лопата с емкостью ковша до  $5 \text{ м}^3$ . Таким образом, оптимальная длина фронта работ на 1 экскаватор составляет 250-400 м. При известном количестве выемочно-погрузочного оборудования и его производительности возможно определение минимального фронта горных работ для всего карьера, что дает возможность работать карьере с минимальным коэффициентом вскрыши и, следовательно, с минимальными затратами. Я.В. Моссаковский отмечает, что эффективность работы предприятий горнодобывающей промышленности обуславливают не только



возможности и перспективы дальнейшего развития отраслей промышленности, но и величину их затрат на производство продукции [51].

Снижение затрат живого и овеществленного труда и соответственно повышение экономической эффективности производства возможны лишь при внедрении новой, более современной и эффективной техники, технологии и организации производства. Это может быть осуществлено при реконструкции или техническом перевооружении предприятий. Любой из этих процессов требует значительных капитальных затрат, которые в основном приходятся на заемные средства. Однако эти инвестиции будут экономически обоснованы лишь в случае получения достаточного экономического эффекта.

В настоящее время целесообразность инвестирования определяется с учетом экономических показателей, рекомендованных для оценки эффективности реализации инвестиционных проектов. Они разработаны Министерством экономики РФ и содержатся в документе - «Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов» [93].

Первоначально расширение объемов горного производства и появление более широкой номенклатуры горнотранспортного оборудования привели к пониманию необходимости учета влияния фактора времени на экономические показатели горных предприятий. Так, в начале 1960-х гг. начал формироваться динамический подход к решению задач горного производства, который нашел свое отражение в работах В.С. Хохрякова [85], а затем в фундаментальных трудах А.С. Астахова, посвященным динамическим методам оценки эффективности горного производства [12].

Современные подходы к оценке инвестиций в отрасли НСМ основываются на использовании качественно новых показателей экономической эффективности [7, 13, 15, 24, 42, 45, 52, 56, 64, 73, 79, 82, 84, 87].

Многие специалисты [57, 58, 71, 72] справедливо отмечают низкую инвестиционную активность как в стране в целом, так и в горнодобывающей отрасли, что можно объяснить общей нестабильностью экономической

ситуации, несовершенством законодательства и высокой степенью риска. Вложение средств в развитие промышленности нерудных строительных материалов России, которые используются, как правило, для потребления внутри страны, для иностранных инвесторов мало привлекательно.

Национальные рейтинги инвестиционного климата и рисков оценивает ряд мировых агентств: Moody's - рейтинг Ba1; Fitch - рейтинг BB+; Standard&Poor's - рейтинг BBB- [107], по оценке которых Россия является мало привлекательной страной для иностранных инвесторов.

Отечественные рейтинговые агентства [102] рассчитали инвестиционный потенциал регионов Российской Федерации:

- оценка 1А (высокий потенциал – минимальный риск) – Москва, Московская область, Санкт-Петербург, Краснодарский край, Республика Татарстан;
- оценка 1В (высокий потенциал – умеренный риск) – Свердловская область;
- оценка 2А (средний потенциал – минимальный риск) – Белгородская область;
- оценка 2В (средний потенциал – умеренный риск) – Красноярский край, Ростовская область, Пермский край, Ханты-Мансийский автономный округ, Республика Башкортостан, Нижегородская область, Самарская область, Челябинская область, Кемеровская область, Иркутская область, Новосибирская область.

Таким образом, количество субъектов России, которые могут быть привлекательны для инвесторов, ограничено, а число регионов с высоким потенциалом и приемлемым уровнем риска всего шесть. Оценивая возможности инвестирования в промышленность НСМ, следует, в первую очередь, опираться на внутренние источники дохода, за счет которых может быть реализован значительный объем работ при реконструкции или модернизации производства, а во вторую, на внутренних инвесторов и поддержку государства. Как правило, финансирование инвестиционных

проектов [7] обычно заключается в том, что заказчик использует собственные средства в размере 10 – 40%, остальное же финансирование осуществляется за счет банковских кредитов. Учитывая нестабильность рынка инвестиций в России и высокую банковскую ставку по кредиту, горнодобывающим компаниям следует рассчитывать на получение ограниченных займов на небольшие сроки.

Одним из решений данной проблемы является вертикальная интеграция карьеров. Организация и схемы вертикальной интеграции карьеров нерудных строительных материалов в составе единой административной системы по Ленинградской области представлены в таблице 1.9.

Таблица 1.9 – Вертикальная интеграция карьеров нерудных строительных материалов Ленинградской области

Предприятие	Структурное подразделение	Месторождение	Проектная мощность по производству щебня
ЗАО «ЛСР-Базовые»	ОАО «Гранит-Кузнечное»	Месторождения гнейсогранитов «Ровное-1», Месторождение гранито-гнейсов «Кузнечное», Месторождение гранитов и гранито-гнейсов «Кузнечное-1»	5000
	ООО «436 КНИ»	Месторождение гранито-гнейсов «Пруды-Моховое-Яскинское»	1000
	ООО «Карьер Петровский»	Месторождение гранито-гнейсов «Петровское»	500
	ОАО «Гранит-Кузнечное»	Месторождение гранитов «Гаврилово» (участки Заболотный и Юго-Восточный)	500
ЗАО «Ленстройкомплектация»	ЗАО «Каммогорский комбинат нерудных материалов»	Месторождения гнейсогранитов «Киркинское»	2000
	ЗАО «Каммогорское карьероуправление»	Месторождение строительного камня «Каммогорское»	2000
	ЗАО «Каммогорское карьероуправление»	Месторождение габброидов «Островское»	700

В СЗФО рынок производства щебня характеризуется доминирующим положением двух компаний: ЗАО «ЛСР-Базовые», которому принадлежат 6 карьеров и 3 относятся к ЗАО «Ленстройкомплектация». Все карьеры

ЗАО «ЛСР-Базовые» находятся в Ленинградской области, причем 3 из них в пос. Кузнечное – карьеры на месторождениях «Кузнечное», «Кузнечное-1», «Ровное-1». Карьер, отрабатывающий месторождение «Пруды-Моховое-Яскинское», находится примерно в 40 км от г. Выборг, вблизи ж/д ст. Пруды. В Выборгском районе, в 2,5 км к северо-востоку от ж/д ст. Гаврилово Октябрьской железной дороги и в 22 км к юго-востоку от г. Выборг, расположен карьер на месторождении гранитов «Гаврилово» (участки Заболотный и Юго-Восточный). Карьер, отрабатывающий месторождение гранито-гнейсов «Петровское», находится в Выборгском районе в 2,5 км к северо-востоку от станции Боровинка и в 10 км к северо-востоку от г. Каменногорск. Мощность ЗАО «ЛСР-Базовые» по выпуску щебня сопоставима с объемами производства ОАО «Павловск Неруд» - крупнейшего производителя щебня в стране.

В структуру ЗАО «Ленстройкомплектация» входят ЗАО «Каменногорский комбинат нерудных материалов» и ЗАО «Каменногорское карьероуправление». Причем последнее включает в себя карьеры на месторождениях «Каменногорское» и «Островское». Все объекты также находятся в Ленинградской области.

Я.В. Моссаковский [51] отмечает, что в производственном объединении все входящие в него карьеры имеют полную производственную самостоятельность в своей эксплуатационной деятельности по выполнению установленных для них объединением плановых показателей работы. При этом осуществляется централизация ряда производственных функций, таких как материально-техническое снабжение, маркетинговые исследования рынков сбыта своей продукции, сам сбыт добываемого полезного ископаемого, организация либо осуществление капитальных ремонтов горнодобывающего и другого оборудования, воспроизводство основных производственных фондов, подготовка кадров и прочее. Примером такой централизации является закупка в 2007 - 2008 гг. ОАО «Гранит-Кузнечное» для карьеров Кузнечное, Кузнечное-1 и Ровное новой карьерной техники на каждый карьер: на добычные работы – 1 экскаватор «Volvo EC700», 1 экскаватор «Terex RH40», 1 погрузчик «Volvo

L350F», 1 буровая установка «ROC L8», 1 экскаватор «Volvo EC360» с гидромолотом «HB2200»; на вскрышные - 1 экскаватор «Volvo EC360».

Горные работы при добыче НСМ характеризуются изменениями горно-геологических и горнотехнических условий отработки месторождения и необходимостью принятия управленческих, организационных, технических и технологических решений, требующих эффективности и обоснованности. Это предопределяет децентрализационные тенденции в процессе производства горных работ на предприятиях отрасли НСМ.

Преодоление этих неблагоприятных ситуаций возможно, если каждое предприятие имеет определенный резерв материальных и трудовых ресурсов. Существование таких зарезервированных возможностей, использование которых носит необходимый, но случайный и сложно прогнозируемый характер, значительно повышает издержки производства каждого конкретного предприятия. Возможным решением проблемы служит промышленный (производственный) аутсорсинг [16], который сегодня все чаще находит свое применение на российских горнодобывающих предприятиях.

Предприятия, предоставляющие услуги в области промышленного аутсорсинга для открытых горных работ, как правило, обслуживают сразу несколько предприятий одного региона, а иногда и в разных субъектах Российской Федерации.

Кроме того, практически каждое горнодобывающее предприятие имеет однотипные с другими предприятиями своего района обслуживающие и вспомогательные подразделения, объемы деятельности которых имеют малую эффективность в силу своего относительно малого масштаба, они ведут только к удорожанию себестоимости добычи нерудных строительных материалов. Все это служит основой для объединения однотипных горнодобывающих предприятий, располагающихся в пределах одного территориального района, в производственные объединения.

Вопросы эксплуатации карьеров в условиях планового ведения хозяйства и бюджетного финансирования проектов достаточно полно отражены в

технической литературе и научно-исследовательских работах. Однако, в условиях рыночной экономики, в работе горных предприятий проблематично использовать многие прежние организационно-технические решения. Определение оптимальной производительности карьера при воздействии внешних факторов является основополагающей задачей, от правильного и обоснованного решения которой в будущем зависит эффективность работы предприятия в целом. Требуется инновационные решения по организации эксплуатационных работ карьеров НСМ, которые позволят в условиях ограниченных финансовых ресурсов повысить эффективность инвестиционных проектов и их привлекательность для потенциальных инвесторов.

### 1.3 ОБОСНОВАНИЕ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ И РАЗВИТИЯ ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ОТКРЫТОЙ РАЗРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ НСМ

Теоретической базой работы послужили труды по методологии организации горного производства, таких ученых, как М.И. Агошков, Ю.И. Анистратов, А.И. Арсентьев, Ж.В. Бунин, В.Г. Близнюков, К.Е. Веницкий, С.Е. Гавришев, В.А. Галкин, А.В. Гальянов, Ф.Г. Грачев, П.И. Городецкий, С.А. Ильин, Ю.Г. Карасев, В.В. Квитка, Ю.Е. Капутин, В.С. Коваленко, В.Ф. Колесников, С.В. Корнилков, А.Н. Косолапов, М.В. Костромин, Н.А. Малышева, Н.А. Мацко, Н.В. Мельников, Н.Н. Мельников, М.Г. Новожилов, В.В. Ржевский, С.П. Решетняк, О.Н. Салманов, П.И. Томаков, К.Н. Трубецкой, С.И. Фомин, Г.А. Холодняков, В.С. Хохряков, В.Г. Шитарев, О.В. Шпанский, Н.Н. Чаплыгин, Б.П. Юматов, В.Л. Яковлев и ряда других.

Циклически возникающие кризисные явления в мировой и российской экономике, ухудшение горно-геологических и горнотехнических условий эксплуатации месторождений требуют совершенствования и развития организационно-технических методов при открытой разработке месторождений нерудных строительных материалов.

Особую важность имеют организационно-технические решения, которые принимаются на первоначальном этапе оценки целесообразности инвестирования в строительство, при оценке месторождения как объекта открытых горных работ, разрабатывающего нерудные строительные материалы, развития или реконструкции предприятия.

Сложность принятия организационно-технических решений связана с ограниченным объемом и стохастическим характером исходных данных, что не позволяет эффективно использовать традиционные методы планирования, проектирования и оценки. Решения об инвестициях должны приниматься с учетом рисков получения убытков, которые определяются по технико-экономическим показателям карьеров НСМ, установленным в ТЭО.

Технико-экономические показатели напрямую зависят от производительности карьера по добыче и выбранной комплексной механизации карьера.

Технико-экономические показатели должны прогнозироваться и определяться с учетом анализа рынка сырья, экономического состояния отрасли, данных по карьерам и месторождениям аналогам.

Основными критериальными показателями при экономической оценке организационно-технических и проектных решений в динамике являются следующие показатели [100]:

- Чистый дисконтированный доход ЧДД (чистая текущая стоимость, NPV) – экономическая стоимость проекта, рассчитанная путем суммирования его издержек и доходов, которые он будет приносить в течение всего времени своего функционирования, и вычитания первой суммы из последней. Если в результате расчетов чистая приведенная стоимость оказывается положительной, проект должен быть прибыльным.

- Внутренняя норма доходности ВНД (IRR) – норма прибыли, которая дисконтирует чистую текущую стоимость (ЧДД, NPV) проекта до нуля. Если внутренняя ставка дохода превышает рыночную ставку процента – проект является прибыльным. Для оценки проекта внутренняя ставка дохода обычно считается менее надежным показателем, чем действительная чистая текущая стоимость.

- Период окупаемости  $T_{ок}$  (PBP) – метод оценки инвестиционных проектов, когда важнейшим критерием их приемлемости выступает продолжительность периода, в течение которого окупаются первоначальные затраты. При этом предполагается, что вся отдача от инвестиций представляет собой чистую прибыль.

Учет временного фактора осуществляется при помощи дисконтирующего фактора, который служит инструментом приведения разновременных экономических показателей к одному моменту времени. Получение достоверных проектных решений возможно при перманентном поддержании



базы данных по карьерам НСМ и рынкам сырья, использовании программных продуктов, основанных на динамических методах оценки.

Большинство крупных карьеров НСМ, производящих высококачественный щебень, построены более 20 лет назад. Длительная эксплуатация большинства месторождений приводит к ухудшению горно-геологических условий разработки при переходе горных работ на более низкие горизонты: увеличивается дальность возки полезного ископаемого и вскрышных пород, а увеличение площади отработки приводит к более высоким объемам водопритоков в карьер, что значительно увеличивает расходы на карьерный водоотлив. Ввиду малого спроса на отсев значительно растут площади для его хранения и складирования.

Указанные горнотехнические проблемы усугубляются состоянием внутренней экономики, которое служит причиной сокращения инвестиций в разведку новых месторождений и строительство карьеров.

Ухудшение горнотехнических условий разработки месторождений, как правило, определяет необходимость эксплуатирующим предприятиям снизить текущий коэффициент вскрыши, не уменьшая при этом объем добычных работ. С течением времени это приводит к сокращению фронта горных работ, уменьшению рабочих площадок до минимально возможных, простоям буровой техники из-за отсутствия фронта буровых работ.

Процесс ухудшения горнотехнических условий не должен приводить к неизбежному снижению технико-экономических показателей работы карьера. Негативное влияние следует компенсировать использованием достижений научно-технического прогресса, внедрением эффективного менеджмента, привлечением инвестиций активными действиями во внешней сфере производства (отстаивание интересов в области тарифов на энергоносители и перевозки).

К главным особенностям горнодобывающей промышленности относятся: воспроизводство запасов и улучшение их природного качества невозможно, время отработки месторождения ограничено, объективное ухудшение

горнотехнических условий отработки месторождения. Все эти факторы повышают риск принятия необоснованных организационно-технических и проектных решений. Избежать отрицательных последствий таких решений возможно при использовании динамических показателей оценки и прогнозировании изменения во времени ситуации на рынке сырья и технико-экономических показателей карьеров.

Принятие решений при определении технико-экономических показателей карьеров производится исходя из условия наименьшего срока окупаемости капитальных вложений, минимума капитальных вложений и срока строительства, для получения в итоге минимально возможной себестоимости продукции.

Результат проведения обоснования инвестиций или технико-экономического обоснования целесообразности строительства, реконструкции или возможности возобновления работы карьера после консервации – это определение ЧДД, ВНД,  $T_{ок}$  и ориентировочных значений основных технико-экономических показателей разработки.

Учитывая значительный износ производственных фондов большинства предприятий отрасли НСМ, оценка эффективности организационно-технических решений необходима не только для новых, но и для действующих предприятий при их реконструкции, техническом перевооружении, изменении номенклатуры выпускаемой продукции.

## ВЫВОДЫ ПО ГЛАВЕ

1. Становление отрасли НСМ в условиях динамичных рынков минерального сырья происходило в несколько этапов, характеризующихся резкими колебаниями спроса, цен и объемов производства. К настоящему времени произошла адаптация отечественных предприятий в строительной сфере к условиям рыночной экономики, наблюдается рост технико-экономических показателей и объемов добычи.

2. Несмотря на финансовый кризис и стагнацию в экономике отрасль НСМ сохраняет объемы производства практически на докризисном уровне. В обозримом будущем, с учётом прогнозируемого спроса, объем выпуска НСМ может достигнуть 450 млн.м<sup>3</sup>, щебеночной продукции – 250 млн.м<sup>3</sup>.

3. Выполнение прогнозируемых объемов выпуска продукции в современной экономической ситуации требует разработки и обоснования новых организационно-технических решений для карьеров НСМ, позволяющих повысить эффективность инвестиционных проектов и их привлекательность для потенциальных инвесторов в условиях ограниченных финансовых ресурсов. В современных условиях необходимо внедрение более эффективных схем организации инвестирования предприятий отрасли нерудных строительных материалов.

## 2 ОРГАНИЗАЦИЯ ОТКРЫТОЙ РАЗРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ЩЕБНЯ ИЗ ПЛОТНЫХ ИЗВЕРЖЕННЫХ ГОРНЫХ ПОРОД

### 2.1 АНАЛИЗ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ЗАТРАТ НА ПРОИЗВОДСТВО ЩЕБНЯ ИЗ ПЛОТНЫХ ИЗВЕРЖЕННЫХ ГОРНЫХ ПОРОД

Практически все горнодобывающие предприятия нерудной отрасли России находятся в частной собственности. Как правило, это открытые и закрытые акционерные общества, основной задачей которых является получение прибыли. При высокой концентрации производителей щебня в одном регионе (например, производители щебня из плотных изверженных горных пород в Ленинградской области и Республике Карелия) стоимость производимой ими продукции, соответствующей стандарту, находится в одной ценовой категории.

Как правило, при наличии месторождений одного генезиса, характеристики продукции большинства предприятий соответствует всем действующим в России стандартам.

Следовательно, решающим фактором для получения максимально возможной прибыли является обеспечение минимальной себестоимости продукции. Себестоимость производства высококачественного щебня складывается из совокупности затрат на различные составляющие горно-перерабатывающего производства. Для эффективной организации производства на предприятии важным методом оптимального менеджмента является учет всех расходов по каждой структурной единице производственного процесса (по обычным видам деятельности). Первичными на карьере по добыче плотных изверженных пород являются затраты на получение горной массы гранулометрического состава, пригодного для дальнейшей переработки.

Анализ затрат 20 карьеров-аналогов по производству щебня из плотных изверженных пород показал, что затраты на получение раздробленных горных пород для дальнейшей переработки складываются из следующих составляющих [37]:

- Вскрышные работы с транспортировкой в отвал – 5 - 10 %;
- Буровые работы – 15 - 20 %;
- Взрывные работы – 30 - 35 %;
- Бульдозерные работы – 10 - 15 %;
- Погрузка в автотранспорт – 25 - 35 %.

Распределение затрат различных видов работ в общих расходах по карьере представлено в форме диаграммы на рисунке 2.1.

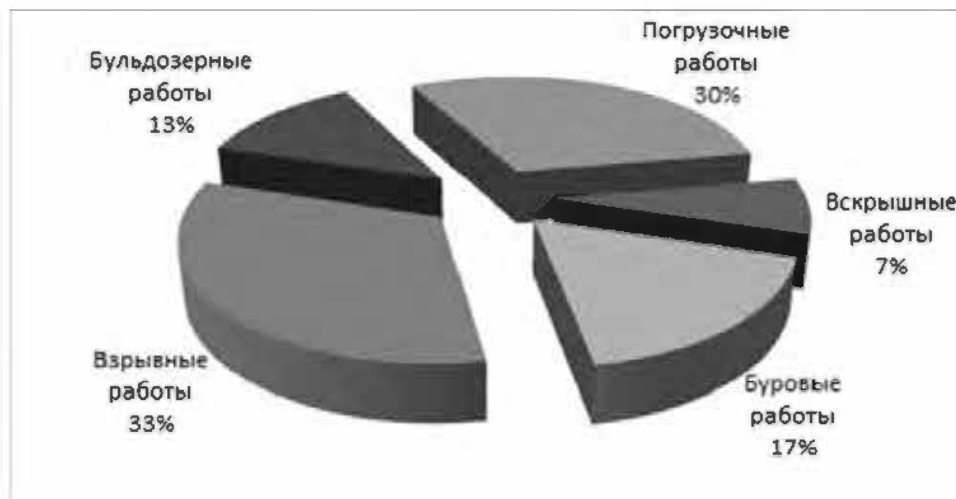


Рисунок 2.1 - Диаграмма распределения затрат различных видов работ в общих расходах по карьере (в процентах).

Анализ данных, представленных на диаграмме 2.1 показывает, что наиболее затратными в карьере являются взрывные и выемочно-погрузочные работы, составляющие в сумме до 75% затрат по карьере. В связи с тем, что практически все производители данной отрасли в рассматриваемых регионах перешли на подрядный способ производства взрывных работ, на первый план выходит проблема снижения стоимости производства выемочно-погрузочных работ.

Для оценки влияния затрат на выемочно-погрузочные работы на общую себестоимость продукции был проведён анализ состава этих затрат по данным работы 20 карьеров по производству щебня из плотных изверженных пород:

- Стоимость работ в карьере (добыча) – 30 - 35 %;

- Транспортировка на переработку – 10 %;
- Переработка на заводе – 25 - 30 %;
- Вспомогательные цеха и участки – 15 %;
- Отгрузка готовой продукции – 15 %.

Распределение затрат различных видов работ в общей себестоимости производства щебня представлено на рисунке 2.2.

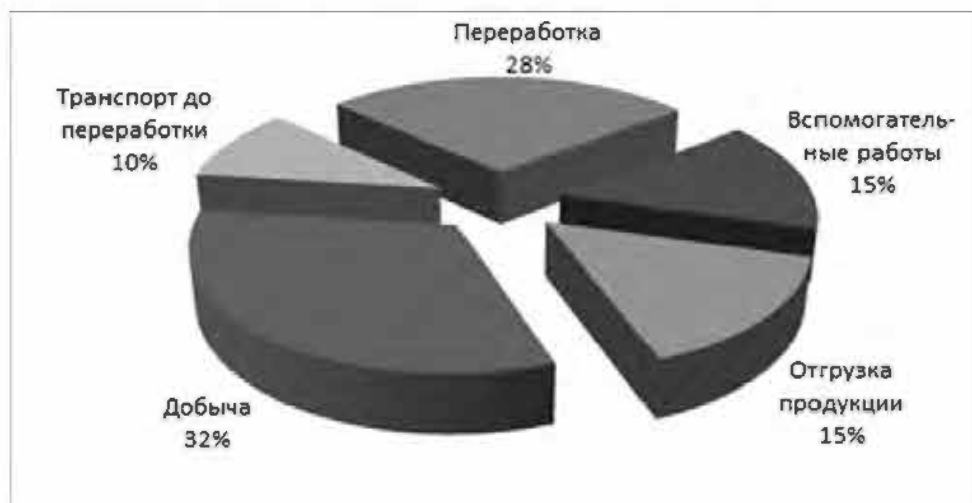


Рисунок 2.2 - Диаграмма распределения затрат различных видов работ в общей себестоимости производства щебня (в процентах).

Таким образом, особое внимание, при решении проблемы оптимальной организации горных работ, необходимо уделить вопросу снижения стоимости работ непосредственно в карьере, особенно, при производстве выемочно-погрузочных работ.

Потребление щебня, выпускаемого предприятиями Северо-Западного региона, происходит, в основном, Санкт-Петербургом, Москвой, Ленинградской и Московской областями. В последнее время из-за изменения тарифов на перевозку грузов железнодорожным транспортом потребление Московским регионом щебня с северо-западного направления значительно сократилось. Основными потребителями являются организации, работающие в сфере дорожного строительства и ремонта, а также строительные организации

[103]. Однако, если строительная отрасль относительно стабильна в своем потреблении материалов, то дорожные работы носят, как правило, сезонный характер. Вследствие сезонности работ цены на щебень также подчиняются сезонному распределению. Например, информация о колебаниях средней цены на щебень в Санкт-Петербурге с 2011 по 2014 гг. представлены в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Данные по изменению цен на щебень в Санкт-Петербурге за 2011-2014 гг., руб./м<sup>3</sup>

Год	Месяц												Ср. год
	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь	
2011	709	707	704	711	696	743	800	804	854	845	844	888	775
2012	841	904	900	814	874	889	804	858	807	913	1 006	1 035	887
2013	980	1 086	1 196	1 105	1 144	1 349	1 210	1 140	1 117	1 206	1 133	1 230	1158
2014	1387	1322	1380	1374	1287	1194	1053	1085	967	1078	1055	1187	1198

Данные по сезонным колебаниям цены относительно среднегодовой цены за рассматриваемый период представлены в таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Данные по сезонным колебаниям цены на щебень относительно среднегодовой в Санкт-Петербурге за 2011-2014 гг., %

Год	Месяц											
	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь
2011	-8,5	-8,8	-9,2	-8,4	-10,3	-4,2	3,1	3,7	10,2	9,0	8,8	14,6
2012	-5,2	1,9	1,4	-8,2	-1,4	0,2	-9,4	-3,3	-9,0	3,0	13,3	16,7
2013	-15,4	-6,2	3,2	-4,6	-1,2	16,5	4,5	-1,5	-3,5	4,1	-2,1	6,2
2014	15,8	10,4	15,2	14,8	7,5	-0,3	-12,0	-9,4	-19,2	-10,0	-11,8	-0,9

На рисунке 2.3 представлена диаграмма изменения во времени средней цены на щебень относительно среднегодовой в г. Санкт-Петербург за 2011-2014 гг.

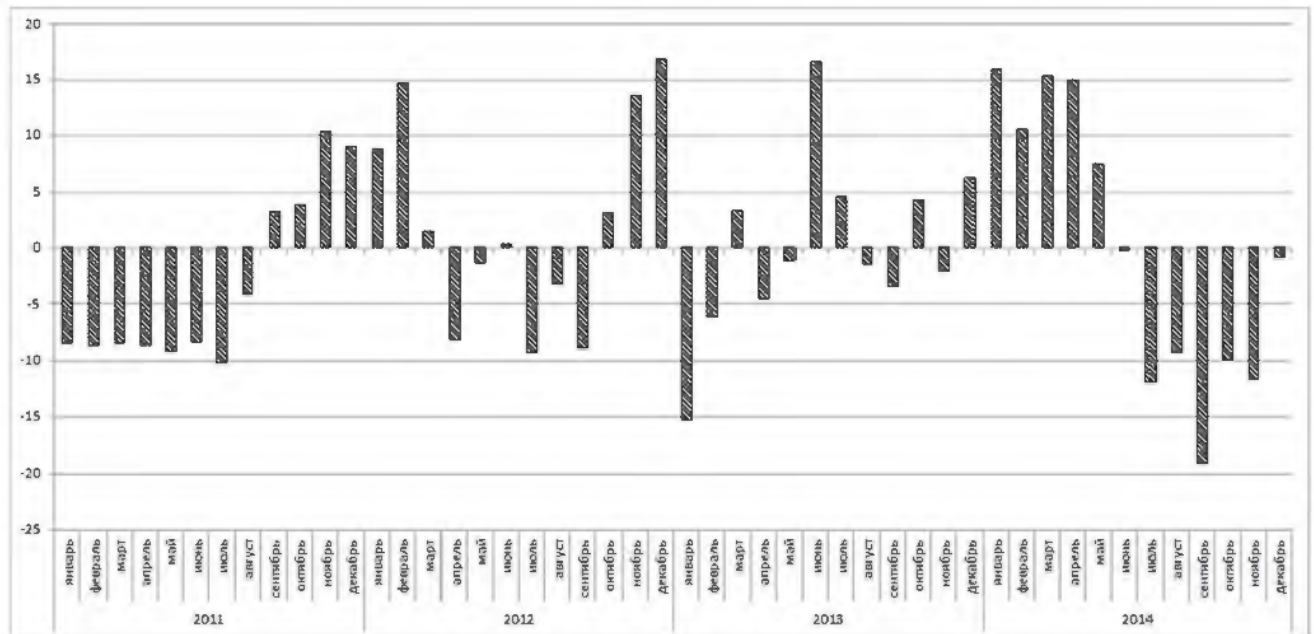


Рисунок 2.3 - Диаграмма изменения во времени средней цены на щебень в г. Санкт-Петербург за 2011-2014 гг.

Неравномерное распределение во времени цен на щебень в Санкт-Петербурге объясняется особенностями процесса финансирования программ строительства и ремонта дорожных сетей города. Начало 2011 года характеризовалось как посткризисный период, когда бюджеты всех уровней пересматривались весной. В Санкт-Петербурге в апреле-мае была проведена корректировка городского бюджета в сторону увеличения расходов по разным направлениям, в том числе, увеличения бюджетного финансирования строительства и ремонта дорог, были проведены конкурсы и начато целевое финансирование [33]. В итоге – с июня по декабрь цены на щебень превышали среднегодовую цену.

В 2012 году весенний и летний периоды цены имели отрицательную динамику по причине пересмотра бюджета города в апреле-мае в сторону уменьшения, а самые большие потери пришлось на Комитет по развитию транспортной инфраструктуры (КРТИ) – было отменено или перенесено на



следующий год множество проектов по строительству и ремонту транспортных сетей [69]. Некоторое оживление на рынке отмечалось в феврале-марте, что можно связать с перераспределением полномочий в правительстве города. Конец 2012 года ознаменовался ростом цен. В 2013 году подрядчики приступили к ремонту дорог в мае-июне, вследствие чего пик продаж строительных материалов пришелся на июнь, когда большая часть подрядных организаций начала активную фазу ремонта дорог. В августе же последовал спад цен, который объясняется остановкой конкурсов на ремонт дорог со стороны Управления Федеральной антимонопольной службы (УФАС) [104] и, следовательно, приостановкой закупок материалов дорожно-строительными фирмами. В конце года традиционно цена на щебень возросла, так как дорожные работы интенсифицировались с целью наиболее полного освоения средств бюджета.

Начало 2014 года характеризовалось стабильной высокой ценой на щебень, поддерживаемой ранним проведением тендеров на ремонт дорог, однако, уже к середине года стали проявляться кризисные явления в экономике, бюджет ремонта урезался – цены стремительно упали [105].

Цены на щебень в Ленинградской области также имеют сезонную зависимость. Данные по изменению цен на щебень в Ленинградской области 2011-2014 гг. представлены в таблице 2.3.

Таблица 2.3 – Данные по изменению цен на щебень в Ленинградской области 2011-2014 гг., руб./м<sup>3</sup>

Год	Месяц												Ср. год
	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь	
2011	819	766	829	883	883	919	974	981	973	889	964	1 026	909
2012	904	845	842	913	837	798	888	903	907	917	954	922	886
2013	996	1 212	1 239	1 199	1 365	1 037	1 034	1 150	1 166	1 239	1 147	996	1148
2014	889	917	848	934	976	982	972	1075	989	932	921	882	943

Данные по сезонным колебаниям цены на щебень в Ленинградской области относительно среднегодовой представлены в таблице 2.4.

Таблица 2.4 – Данные по сезонным колебаниям цены на щебень относительно среднегодовой в Ленинградской области за 2011-2014 гг., %

Год	Месяц											
	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь
2011	-9,9	-15,8	-8,8	-2,8	-2,8	1,1	7,2	7,9	7,1	-2,2	6,1	12,9
2012	2,1	-4,6	-5,0	2,9	-5,5	-9,9	0,2	2,0	2,4	3,6	7,7	4,1
2013	-13,2	5,5	7,8	4,4	18,9	-9,7	-10	0,2	1,5	7,9	-0,1	-13,2
2014	-5,7	-2,8	-10,1	-1,0	3,5	4,1	3,1	14,0	4,9	-1,2	-2,3	-6,4

На рисунке 2.4 представлена диаграмма сезонных колебаний цены на щебень относительно среднегодовой в Ленинградской области за 2011-2014 гг.

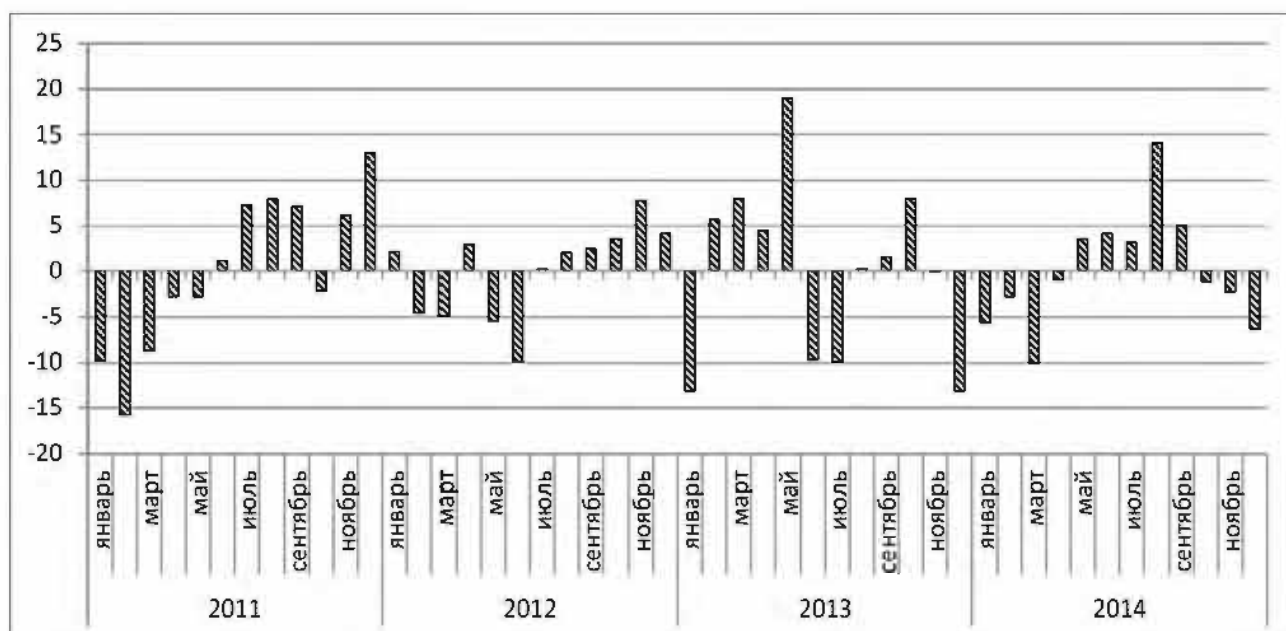


Рисунок 2.4 - Диаграмма сезонных колебаний цены на щебень относительно среднегодовой в Ленинградской области за 2011-2014 гг.

Динамика цен в Ленинградской области характеризуется рядом сезонных факторов. В мае 2011 года закончилась «весенняя просушка» областных дорог и начался сезон ремонта. 2011 год характеризовался относительной стабилизацией цен на щебень.

В январе 2012 года происходил инерционный рост цен с конца предыдущего года. Далее отмечен небольшой подъем цен в апреле – перед окончанием «весенней просушки» областных дорог, затем последовал застой в сфере дорожного строительства и ремонта, так как конкурс подрядчиков состоялся в августе [50], что привело к росту цен на щебень и положительной рыночной динамике до конца года.

На 2013 год бюджетом было запланировано увеличение бюджета на строительство и ремонт дорог в 2 раза по сравнению с предыдущим годом [101], поэтому закупки материалов начались уже в конце зимы, в связи с чем, цены выросли. Однако рост был прерван на фоне неблагоприятных экономических прогнозов, и динамика перешла в отрицательную фазу с небольшим всплеском в начале осени, связанным с окончанием работ в области и докупкой подрядчиками строительных материалов.

В 2014 годы дорожные работы активизировались ближе к лету, вследствие чего цены на щебень имели положительную динамику с мая по сентябрь, после падения, как и во всех сферах экономики.

Аналогично ценообразование формируется и в других регионах-потребителях щебня Северо-Западного округа – в Москве и Московской области. Данные регионы не только закупают материалы, но и имеют собственные предприятия в Карелии по производству высококачественного щебня из изверженных горных пород, такие как, «Питкярантское карьероуправление» и «Карьероуправление «Мосавтодор», для гарантированного обеспечения материалами реализации значимых строительных проектов. Данные по средней цене на щебень в Москве и Московской области за 2011-2014 гг. представлены в таблицах 2.5 и 2.6.

Данные по сезонным колебаниям цены на щебень относительно среднегодовой в Москве и Московской области представлены в таблицах 2.7 и 2.8.

Таблица 2.5 – Данные по средней цене на щебень в Москве за 2011-2014 гг., руб./м<sup>3</sup>

Год	Месяц												Ср. год
	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь	
2011	1 054	1 063	1 072	1 085	1 116	1 164	1 208	1 244	1 302	1 358	1 411	1 512	1216
2012	1 507	1 521	1 557	1 571	1 567	1 636	1 672	1 691	1 706	1 695	1 643	1 666	1619
2013	1 702	1 685	1 573	1 508	1 529	1 528	1 505	1 516	1 511	1 542	1 503	1 512	1551
2014	1529	1514	1526	1556	1553	1502	1512	1530	1525	1535	1513	1530	1527

Таблица 2.6 – Данные по средней цене на щебень в Московской области за 2011-2014 гг., руб./м<sup>3</sup>

Год	Месяц												Ср. год
	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь	
2011	1 055	1 112	1 040	1 116	1 319	1 205	1 223	1 266	1 287	1 409	1 504	1 757	1274
2012	1 216	1 187	1 251	1 288	1 391	1 485	1 644	1 690	1 511	1 744	1 822	1 618	1487
2013	1 649	1 387	1 467	1 714	1 498	1 476	1 617	1 591	1 460	1 587	1 724	1 573	1562
2014	1296	1208	1398	1646	1767	1426	1519	1394	1503	1423	1646	1345	1464

Таблица 2.7 – Данные по сезонным колебаниям цены на щебень относительно среднегодовой в Москве за 2011-2014 гг., %

Год	Месяц											
	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь
2011	-13,3	-12,6	-11,8	-10,8	-8,2	-4,2	-0,6	2,3	7,1	11,7	16,0	24,4
2012	-6,9	-6,1	-3,9	-3,0	-3,3	1,0	3,3	4,4	5,4	4,7	1,5	2,9

Год	Месяц											
	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь
2013	9,8	8,6	1,4	-2,8	-1,4	-1,5	-3,0	-2,3	-2,6	-0,6	-3,1	-2,5
2014	0,1	-0,8	-0,1	1,9	1,7	-1,6	-1,0	0,2	-0,2	0,5	-0,9	0,2

Таблица 2.8 – Данные по сезонным колебаниям цены на щебень относительно среднегодовой в Московской области за 2011-2014 гг., %

Год	Месяц											
	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь
2011	-17,2	-12,7	-18,4	-12,4	3,5	-5,5	-4	-0,7	1	10,5	18	37,9
2012	-18,2	-20,2	-15,9	-13,4	-6,4	-0,1	10,5	13,6	1,6	17,2	22,5	8,8
2013	5,6	-11,2	-6,1	9,7	-4,1	-5,5	3,6	1,9	-6,5	1,6	10,3	0,7
2014	-11,5	-17,5	-4,5	12,4	20,7	-2,6	3,7	-4,8	2,6	-2,8	12,4	-8,2

На рисунке 2.5 представлена диаграмма сезонных колебаний цены на щебень относительно среднегодовой в Москве за 2011-2014 гг.

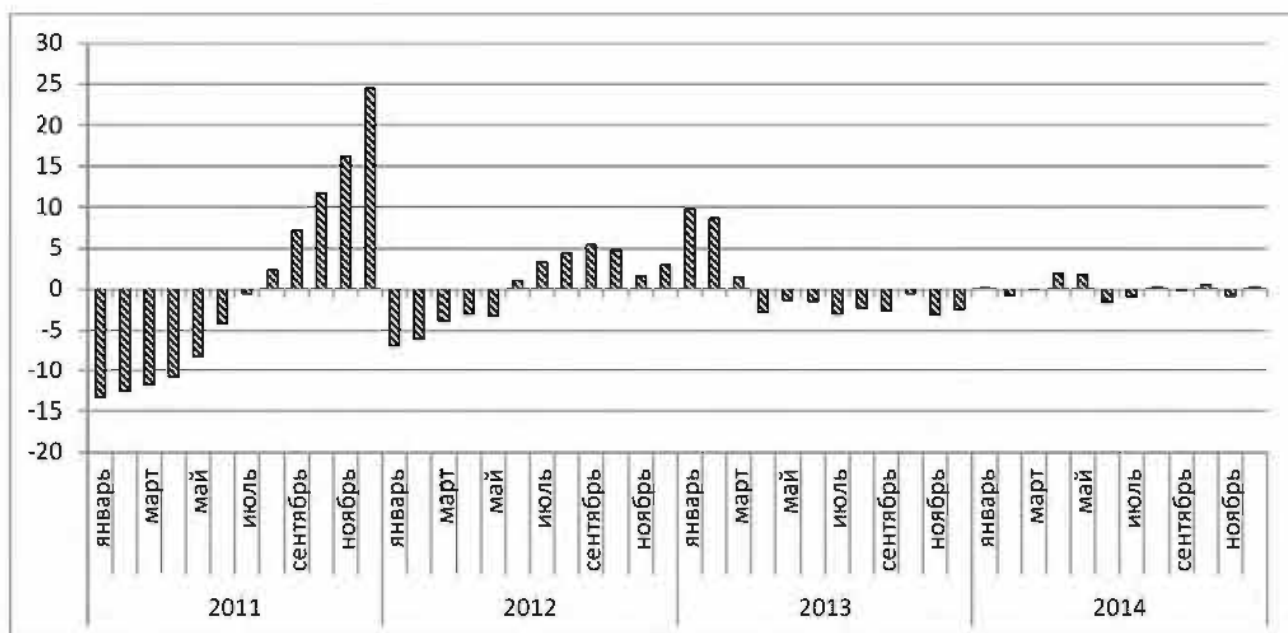


Рисунок 2.5 - Диаграмма изменения во времени средней цены на щебень относительно среднегодовой в Москве

На рисунке 2.6 представлена диаграмма сезонных колебаний цены на щебень относительно среднегодовой в Московской области за 2011-2014 гг.

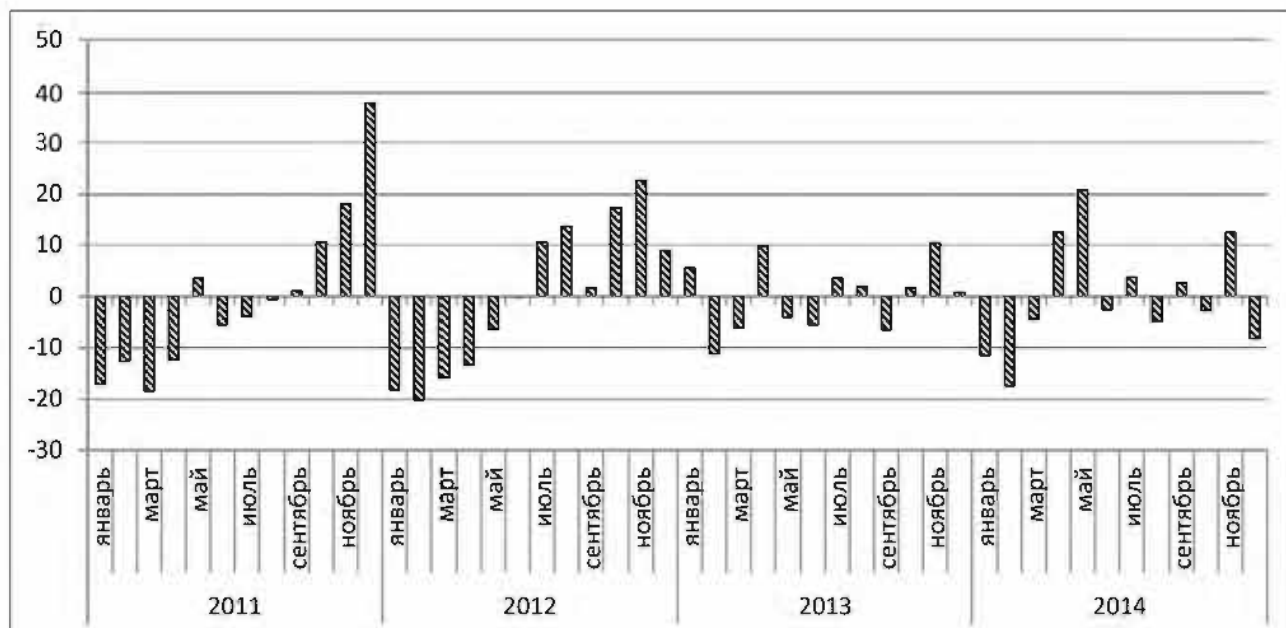


Рисунок 2.6 - Диаграмма изменения во времени средней цены на щебень относительно среднегодовой в Московской области

Таким образом, на основе анализа данных по формированию цен можно выделить факторы, влияющие на сезонность цен на щебень: сезонность дорожных работ; распределение бюджетных средств, окончание конкурсов на строительство и ремонт дорожных сетей; объемы финансирования и прогнозы развития транспортной сети; взаимодействие дорожных служб между собой (как правило, сводится к обращениям в УФАС по вопросам признания итогов конкурсов, что приводит к отсрочкам ремонта и строительства дорог).

Анализ данных, представленных на рисунках 2.3 – 2.6, показывает, что сезон высоких цен на щебень приходится на март, июнь, октябрь-декабрь (нетипичными являются колебания цен на щебень в 2014 году ввиду экономического кризиса). Для Санкт-Петербурга в сезон высоких цен превышение отпускной цены над среднегодовой достигает 16,7 %.

Соответственно, в этот период экономически целесообразно увеличить себестоимость производства отдельных видов работ при производстве щебня для нивелирования себестоимости в течение года. В период же низких цен наблюдается обратная ситуация – отпускная цена ниже среднегодовой на 19,2 %, что диктует необходимость снижения производственных издержек в данный период времени.

Существенные колебания цен в течение года (например, как в 2013 году в Санкт-Петербурге от минус 15,4 % в январе до 16,5 % в июне) диктуют необходимость распределения различного вида работ в зависимости от рыночной цены на продукцию предприятия. Из анализа данных по формированию затрат различных видов работ в общей себестоимости производства щебня следует, что в период высоких цен можно практически в 1,5 раза увеличить затраты на работы в карьере.

В период высоких цен следует повышать себестоимость в части производства вскрышных работ, увеличивать объёмы готовых к выемке запасов, планировать на этот период увеличение объемов работ по обурированию блоков и осуществлять закупку запасных частей для машин и механизмов.

В период же низких цен следует предусматривать плановые ремонты основного горнотранспортного оборудования, снижение объемов производства вскрышных и добычных работ, минимально возможное по нормативам производство буровзрывных работ.

Таким образом, выполнение представленных рекомендаций может обеспечить эффективную организацию производства эксплуатационных работ на карьерах по производству щебня.

## 2.2 УПРАВЛЕНИЕ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИМИ ПОКАЗАТЕЛЯМИ КАРЬЕРОВ НЕРУДНЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ АНАЛОГОВОГО МЕТОДА ОЦЕНКИ ЗАТРАТ

Современный рынок нерудных строительных материалов представлен большим количеством предприятий, которые ведут открытую разработку месторождений различного геологического строения. Особое внимание необходимо уделить отработке месторождений, образованных магматическими породами, т.к. именно месторождения данного генезиса пригодны для получения прочного щебня, используемого при строительстве транспортных сетей и долговечных железобетонных конструкций.

Спецификой предприятий, добывающих минеральное сырье для производства высококачественного щебня, является их географическая концентрация на сравнительно небольших по площади территориях. Рыночная цена на щебень в определенном районе формируется с учетом совокупности экономических факторов: себестоимости производства, стоимости доставки до потребителя, спроса на продукцию и др.

Организации, функционирующие в каждом сегменте рынка, реализуют товар по среднерыночной цене, имея при этом различные технико-экономические показатели (ТЭП) работы предприятия.

В процессе эксплуатации карьера возникают проблемы, связанные с стохастическим характером исходных данных, особенно при предварительной оценке ТЭП работы предприятия. В связи с тем, что ТЭП остается конфиденциальной информацией и в некоторой степени инсайдерской, отдельно взятому предприятию часто не представляется возможным оценить эффективность своей деятельности в сравнении с предприятиями-конкурентами и сделать выводы об эффективности своей работы, определить проблемные места в технологической цепочке производства с точки зрения величины эксплуатационных затрат.

Для достижения этих целей, при определении способности предприятия снизить эксплуатационные расходы, целесообразно прибегнуть к аналоговому



методу оценки затрат, который в данном случае будет заключаться в сопоставлении ТЭП оцениваемого объекта с соответствующими характеристиками карьеров-аналогов [39].

Реализация подобной операции требует создания и регулярного поддержания базы данных по эксплуатируемым карьерам-аналогам (также в базу возможно включение проектируемых и строящихся объектов с целью отслеживания появления в отрасли инновационных предприятий).

В геологической практике встречается термин «месторождение-аналог», используемый при оценке месторождений. При оценке деятельности карьеров, разрабатывающих плотные изверженные породы, сравнение производственных показателей по функционированию карьеров-аналогов до настоящего времени не получило широкого распространения.

Карьерами-аналогами являются предприятия, ведущие открытую разработку месторождений однотипного вида сырья в условиях общей экономической модели, имеющие схожие горно-геологические условия эксплуатации, физико-механические свойства разрабатываемых пород, аналогичную комплексную механизацию и систему разработки, схожую экономическую географию [76].

Так, в качестве примера карьеров-аналогов можно привести открытую разработку месторождений плотных изверженных пород. По данным ОАО «Гипронеруд», мощность предприятий, производящих щебень из плотных изверженных пород, в среднем составляет от 1500 до 4000 тыс.т в год.

Для определения удельных затрат оцениваемых карьеров рассмотрим некоторые ТЭП карьеров-аналогов, представленных в таблице 2.9.

Для анализа приняты данные 10 стабильно работающих отечественных карьеров-аналогов. Все предприятия ведут разработку месторождений плотных изверженных пород открытым способом. Комплексная механизация представлена экскаваторно-транспортно-разгрузочным комплексом. Удельные затраты производства приведены без учета переработки сырья на дробильно-

сортировочном заводе (учтены до разгрузки автосамосвала в приемный бункер установки первичного дробления).

Таблица 2.9 – Техничко-экономические показатели карьеров-аналогов

Карьер, №	Объем добычи, тыс.т	Коэффициент вскрыши	Удельные затраты производства добычных работ, руб./т
1	3510	менее 0,1	114,6
2	1435	менее 0,2	155,1
3	3180	менее 0,2	119,3
4	2673	менее 0,2	125,8
5	2610	менее 0,1	129,3
6	3002	менее 0,1	119,6
7	2561	менее 0,1	121,9
8	1973	менее 0,2	133,4
9	2255	менее 0,2	135,6
10	3050	менее 0,2	123,8

Данные, представленные в таблице 2.9, позволяют построить график зависимости удельных эксплуатационных затрат карьера на производство единицы продукции от производительности карьера (рисунок 2.7).

Зависимость удельных эксплуатационных затрат на 1 т добываемого минерального сырья ( $Z_i$ ) от годовой производительности карьера по добыче ( $A_i$ ) рассмотрена в исследованиях с использованием регрессионного анализа [78], где она достаточно точно описывается нелинейным уравнением регрессии

$$Z_i = a \cdot A_i^b, \quad (2.1)$$

где  $a$  и  $b$  – константы.

При построении графика, представленного на рисунке 2.7, было получено нелинейное уравнение вида

$$Z_i = 1386 \cdot A_i^{-0,304} \quad (2.2)$$

Из уравнения (2.2) определим значения констант  $a$  и  $b$

$$a = 1386 \text{ и } b = -0,304.$$

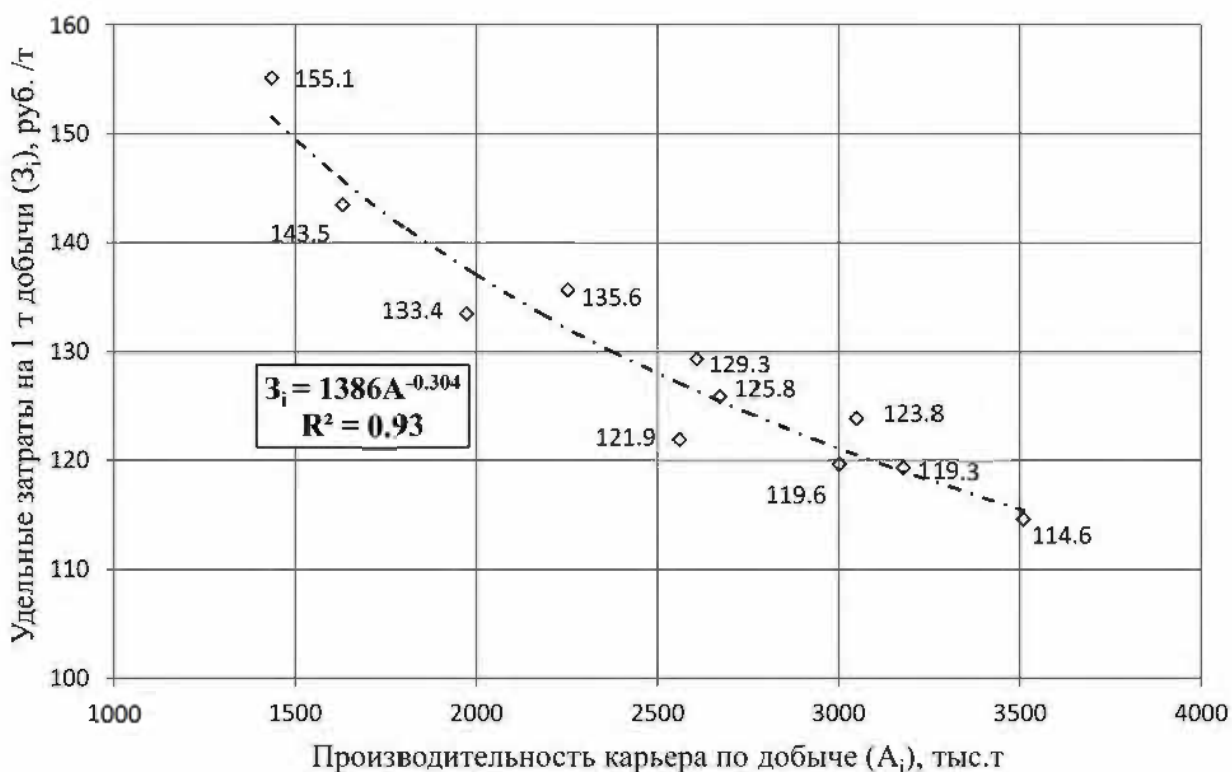


Рисунок 2.7 - График зависимости удельных эксплуатационных затрат карьеров-аналогов от производительности по добыче

Полученное значение коэффициента детерминации характеризует достоверный прогноз удельных затрат в зависимости от выбранной производительности карьера из анализируемого интервала значений [28, 47].

Очевидно, что различие в величинах производительности карьера должно оказывать существенное влияние на принятие решений по инвестированию открытой разработки месторождения. Однако удельные инвестиции рекомендуется использовать в процессе индивидуальной оценки месторождения при принятии решений по выбору инвестиционной стратегии с целью прогнозирования величины возможного спроса и предложения на минеральное сырье.

Рассмотрим производственную структуру, объединяющую 2 карьера-аналога с годовым объемом производства добычных работ:

Карьер 1 –  $A_1 = 2000$  тыс.т;

Карьер 2 –  $A_2 = 2800$  тыс.т.

В случае, если принято решение увеличить объем производства добычных работ на 1000 тыс.т, возможные варианты увеличения объемов производства:

1. Ввести в эксплуатацию новый карьер мощностью 1000 тыс.т в год;
2. Увеличить объемы добычи на первом карьере до  $A_1 = 3000$  тыс.т в год;
3. Увеличить объемы добычи на втором карьере до  $A_2 = 3800$  тыс.т в год.

Применив предлагаемую методику определения затрат, получим суммарный объем эксплуатационных удельных затрат по вариантам (таблица 2.10)

$$1. Z_1 + Z_2 + Z_3 = 1386 \cdot 2000^{-0,304} + 1386 \cdot 2800^{-0,304} + 1386 \cdot 1000^{-0,304} = 137,5 + 124,1 + 169,7 = 431,3 \text{ руб./т};$$

$$2. Z_1 + Z_2 = 1386 \cdot 3000^{-0,304} + 1386 \cdot 2800^{-0,304} = 121,5 + 124,1 = 245,6 \text{ руб./т};$$

$$3. Z_1 + Z_2 = 1386 \cdot 2000^{-0,304} + 1386 \cdot 3800^{-0,304} = 137,5 + 113,1 = 250,6 \text{ руб./т}.$$

Таблица 2.10 – Данные сравнения удельных затрат (без учета переработки и отгрузки) по вариантам

Показатель	1 вариант	2 вариант	3 вариант
Производительность, тыс.т/год	$A_1 = 2000$ $A_2 = 2800$ $A_3 = 1000$	$A_1 = 3000$ $A_2 = 2800$	$A_1 = 2000$ $A_2 = 3800$
Суммарная мощность, тыс.т/год	5800	5800	5800
Суммарные удельные затраты производства, руб./т	431,3	245,6	250,6

Таким образом, анализ результатов расчетов позволяет сделать вывод, что применение варианта 2 (увеличить объем добычи на первом карьере до  $A_1 = 3000$  тыс.т в год) приведет к минимальным суммарным удельным затратам по карьерам предприятия на 1 т добытого в карьере сырья.

В условиях предприятий, объединяющих несколько карьеров-аналогов, данная методика позволяет определить целесообразность изменения мощности того или иного предприятия при совместном рассмотрении.

Также, при известной средней цене на щебень в районе предполагаемого строительства нового горнодобывающего предприятия и приемлемом уровне прибыли для инвестора, преобразовав формулу (2.2), можно определить минимальную производственную мощность предприятия, при которой достигается экономический эффект

$$A_i = \exp\left(\frac{\ln 1386 - \ln 3_i}{0,304}\right), \text{ т.} \quad (2.3)$$

Например, необходимо определить минимальную мощность предприятия по выпуску щебня при цене реализации 1 т щебня 350 руб., планируемых удельных затратах на переработку горной массы и ее отгрузку – 180 руб., ожидании инвестора получать прибыль с продажи 1 т щебня – 20 руб. Применив формулу (2.3)

$$A_i = \exp\left(\frac{\ln 1386 - \ln 150}{0,304}\right) \approx 1500 \text{ тыс.т.}$$

В результате, минимальная производительность карьера по добыче, обеспечивающая экономическую целесообразность отработки, составляет 1500 тыс. т.

Полученное уравнение (2.3) следует использовать и при оценке результатов реконструкции карьеров для выявления возможного экономического эффекта при изменении производительности карьера. Аналоговый метод оценки затрат позволит обосновать необходимость снижения или увеличения производительности горнодобывающего производства.

После определения производительности карьера, возможно установление минимального фронта горных работ и количества выемочно-погрузочного оборудования. Например, годовая производительность карьера по полезному ископаемому составляет 3000 тыс.т., при использовании в работе 2

экскаваторов (емкость ковша  $3,0 \text{ м}^3$ ) с выработкой по 1600 тыс.т. в год минимальная длина фронта добычных работ составит 500 м.

Таким образом, применение аналогового метода оценки затрат позволяет достаточно точно управлять ТЭП карьеров, полученные уравнения (2.2) и (2.3) следует использовать с целью предварительной оценки удельных затрат на производство продукции и определения экономически целесообразного объема производства горнодобывающего предприятия.

### 2.3 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ КАРЬЕРОВ С УЧЕТОМ СПРОСА НА ФРАКЦИИ ЩЕБНЯ ПРИ ПЛАНИРОВАНИИ ОТКРЫТОЙ РАЗРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ НСМ

Методы определения производительности карьеров при разработке проектной и рабочей документации можно разделить на две основных группы: на основе горнотехнических и экономических факторов. Для повышения надежности принимаемых решений рекомендуется использование различных методов совместно с учетом максимально возможного количества факторов, которые оказывают влияние на производительность карьера.

При определении производительности карьера в современных условиях особое внимание необходимо уделить спросу на региональном рынке щебня, с учётом расположения карьера и определению географии возможных поставок в другие регионы. Срок отработки месторождения наряду с производительностью карьера оказывает непосредственное влияние на технико-экономическую оценку целесообразности открытой разработки месторождения, так как указанные показатели оказывают непосредственное влияние на себестоимость добычи полезного ископаемого и, соответственно, конкурентоспособность на рынке [63].

Спрос определяет связь цены на рынке щебня и производительности карьера. Реакция спроса на колебания цен на щебень может быть различна. Если реакция незначительна или вовсе отсутствует, то спрос жесткий или неэластичный. В случае, при котором реакция спроса на изменение цены значительная, то его можно характеризовать как эластичный. При этом рекомендуется использовать показатель - эластичность спроса по цене, который показывает, на сколько процентов уменьшается объем спроса на щебень при повышении цены на 1 % [26, 44].

Аналогично можно определить эластичность спроса по доходу - величина показывающая, на сколько процентов увеличивается объем спроса на щебень при повышении дохода на 1 %. Оба показателя дают возможность прогнозирования изменения спроса во времени. При возможности достаточно

точного определения коэффициента эластичности спроса, можно из предполагаемой динамики величины дохода установить вероятное развитие динамики спроса [77]. При определении объема спроса на щебень также необходимо обратить внимание не только на его рыночную цену, но и на стоимость замещающих его продуктов.

Функция, соотносящая любую заданную производительность карьера ( $A$ ) с затратами, которые связаны с добычей определенного объема сырья для получения щебня ( $Z$ ), является функцией затрат. Ведение работ с минимальными затратами возможно только в точке минимума удельных затрат. Удельными затратами называются затраты, отнесенные на единицу добываемого сырья ( $Z_y = Z / A$ ).

Иногда цена может быть даже ниже затрат, при этом добыча, производство и реализация щебня не будут приостановлены. В данном случае убытки будут отнесены на прошлые периоды, т.к. они обусловлены нерентабельностью инвестиций в настоящее время.

В случае, если цены на рынке щебня установились ниже минимума удельных затрат производства ( $C < (Z / A)^{\min}$ ), то добычные работы в карьере следует прекратить в ожидании улучшения ситуации на рынке щебня и повышения его цены.

Цена на рынке минерального сырья определяет цену добываемого и производимого на рассматриваемом карьере щебня, производительность карьера может увеличиваться до того момента пока не достигнут уровня этой цены максимальные предельные затраты.

В данных условиях возможно получение максимально возможного дохода карьером при оптимизации его производственной мощности к стоимости щебня.

Для определения оптимальной производительности карьера с учетом спроса по фракциям щебня возможно применение принципа предельности: для определения оптимума необходимо сопоставить дополнительные затраты, которые возникают при увеличении производительности карьера, со



стоимостью производимого при этом дополнительного объема каждой фракции щебня. Доход, получаемый при приросте производительности, должен быть не меньше дополнительных затрат от увеличения производительности.

Следовательно, предельные затраты ( $\Delta Z/\Delta A$ ) – это величина, показывающая на сколько должны измениться эксплуатационные затраты, для изменения производительности карьера на единицу. Предельный доход ( $\Delta R/\Delta A$ ) – это величина, на которую должен измениться доход в результате единичного изменения производительности карьера.

Проанализируем возможность получения максимально возможной прибыли от открытой разработки месторождения плотных изверженных пород, которые являются исходным материалом для производства щебня, при условии понижающейся кривой спроса (рисунок 2.8). В данной ситуации предельный доход является переменной величиной.

В то время как предельный доход превышает предельные затраты, т.е. выполняется условие

$$\frac{\Delta R}{\Delta A} \geq \frac{\Delta Z}{\Delta A}$$

наблюдается увеличение совокупной прибыли.

Предельный доход становится меньше предельных затрат когда производительности карьера достигает величины  $A_{\text{пред}} = 3,0$  млн.т/год (рисунок 2.8) и последующее увеличение производительности приведет к уменьшению совокупной прибыли. Производительность карьера  $A_{\text{пред}}$ , соответствующая максимуму прибыли находится в точке пересечения восходящей ветви кривой предельных затрат и кривой предельного дохода.

Цена, устанавливаемая предприятием на свою продукцию, определяется положением кривой спроса, а не положением кривой предельного дохода в точке  $A_{\text{пред}}$  - соответствующей максимуму прибыли. При производительности карьера  $A_{\text{пред}}$  удельная прибыль соответствует вертикальному разрыву между кривой спроса (характеризует цену) и кривой удельных совокупных затрат.

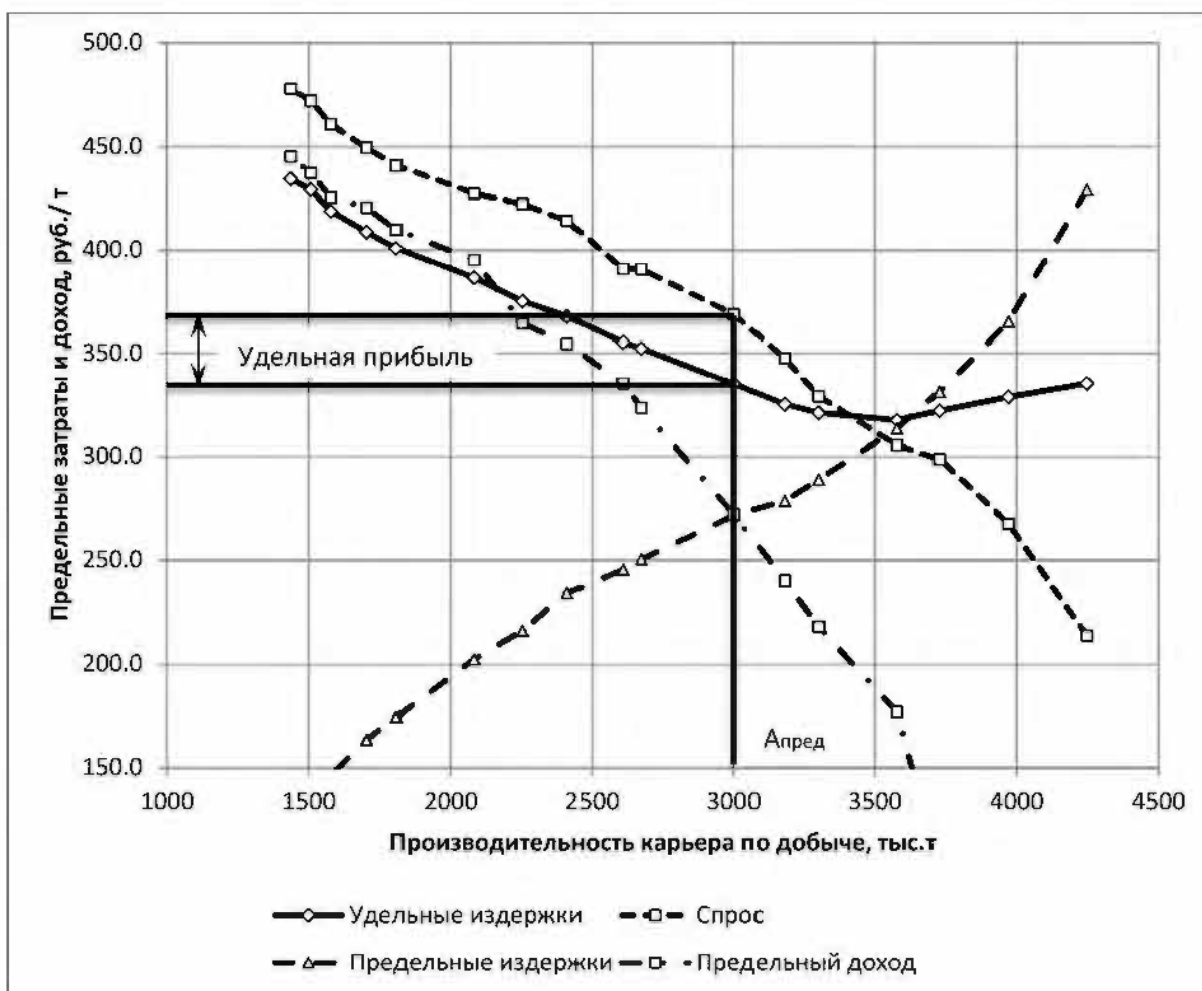


Рисунок 2.8 - График зависимости дохода и предельных затрат от производительности карьера по производству щебня

Сложив объемы производства щебня, реализуемые на рынке карьерами по альтернативным рыночным ценам, можно определить функцию совокупного предложения на данном рынке, которая характеризует возможную производительность карьера при альтернативной заданной стоимости продукции.

При повышении уровня цен на рынке щебня, одновременно с увеличением производительности работающих на рассматриваемом рынке карьеров, на рынок имеют возможность выйти новые предприятия, в том числе, и предельные карьеры, балансирующие на границе входа в рынок.

Как и в случае функции спроса, анализируя функцию производительности можно охарактеризовать реакцию предполагаемых

объемов добычи на изменения влияющих факторов, применяя принцип эластичности.

Эластичность производительности карьера определяет, на сколько процентов изменится объем добычи, при изменении рыночной цены на щебень на один процент. Эластичной функция производительности является, если объем производимого щебня изменяется в процентном выражении больше, чем его рыночная цена. Функция производительности является неэластичной, в случае если в процентном отношении объем производимого щебня изменяется меньше, чем рыночная цена.

Интенсификация отработки месторождения путем увеличения производительности карьера и, следовательно, сокращение срока эксплуатации месторождения, ведет к снижению себестоимости производства щебня при условии, если экономический эффект при увеличении производительности карьера по сырью превосходит увеличение себестоимости на величину недоамортизации [63].

Для рынка щебня производительность карьера, потребление производимого на нем щебня и равновесная цена определяются в точке пересечения кривой спроса и кривой предложения на графике зависимости цены на щебень от темпа роста производительности карьера и темпа роста потребления этой продукции, рисунок 2.8.

Кривую предложения можно представить в виде гистограммы общих стоимостей объемов щебня, поступающих на рынок. Равновесная цена определяется как общая стоимость производимого щебня, необходимого для удовлетворения спроса на рынке. В случае, если цена на рынке щебня длительное время остается ниже этого значения, карьер терпит убытки или не обеспечивает среднюю норму прибыли.

Таким образом, этот карьер должен приостановить добычные работы. Однако гистограмма стоимостей реализованного щебня не соответствует кривой предложения, построенной на основе принципов микроэкономической теории.

Оптимальное развитие рыночных отношений предполагает, что отдельные участники рынка не имеют возможности оказывать существенное влияние на цену щебня. Такое положение дел характерно для рынка щебня, т.к. в нем функционирует множество предприятий (по разным данным, от 3 до 5 тыс.) не имеющих возможности обеспечить значительную долю предложения на рынке.

В реальных условиях необходимо учитывать большое количество факторов, которые оказывают влияние на функции спроса и предложения.

Избыток спроса или превышение предложения на рынке должны привести к изменению цены для нивелирования спроса и предложения. На практике изменения рыночной цены не вызывают немедленной реакции со стороны производителей щебня. Существует проблема приспособления объемов предложения к ценам, отличающимся от равновесных.

Однако на рынке щебня в среднесрочной и долгосрочной перспективе ожидается решающее воздействие уровня спроса и предложения на изменение цен. Малодинамичная реакция рынка щебня зачастую даже становится некоторым преимуществом, так как в отрасли не наблюдается внезапных резких колебаний цен и производительностей карьеров, как это происходит, к примеру, на сырьевых биржах.

Не всегда рыночный механизм приводит к равновесию. Есть вероятность, что кривые спроса и предложения не пересекутся. В таком случае спрос и предложение не определяют ценообразование.

Интенсивный рост потребления щебня уменьшает относительную величину изменений цен и дает возможность реализации на рынке объемов, которые производятся на предприятиях сверх объемов спроса, что позволяет сократить периоды согласованного сокращения объемов производства участниками рынка.

В разделе 2.2 было показано, что снижение себестоимости достигается увеличением производительности. Данное снижение себестоимости происходит до момента, пока не начинают резко повышаться темпы недоамортизации

активной части основных фондов, срок службы которых в среднем не превышает 10-15 лет [41], это в свою очередь и приводит к оптимуму по минимуму себестоимости. Однако минимум себестоимости в условиях рыночной модели экономики не может быть корректным критерием при определении оптимальной производительности карьера.

Анализ влияния факторов рынка на производительность карьера осуществляется на двух уровнях: уровне предприятия и уровне рынка.

Эластичность кривой спроса, характеризующаяся отношением изменения объема реализации продукции в процентах к процентному изменению рыночной цены, графически определяется углом наклона кривой спроса.

Относительное изменение себестоимости ( $P_{от}$ ) характеризуется отношением разницы годовых эксплуатационных затрат к разнице годовых производительностей карьера [77]

$$P_{от} = \frac{\Delta(P_i \cdot A_i)}{\Delta A_i}, \quad (2.4)$$

где  $P_i$  – себестоимость производства щебня, руб./т;

$A_i$  – годовая производительность, т.

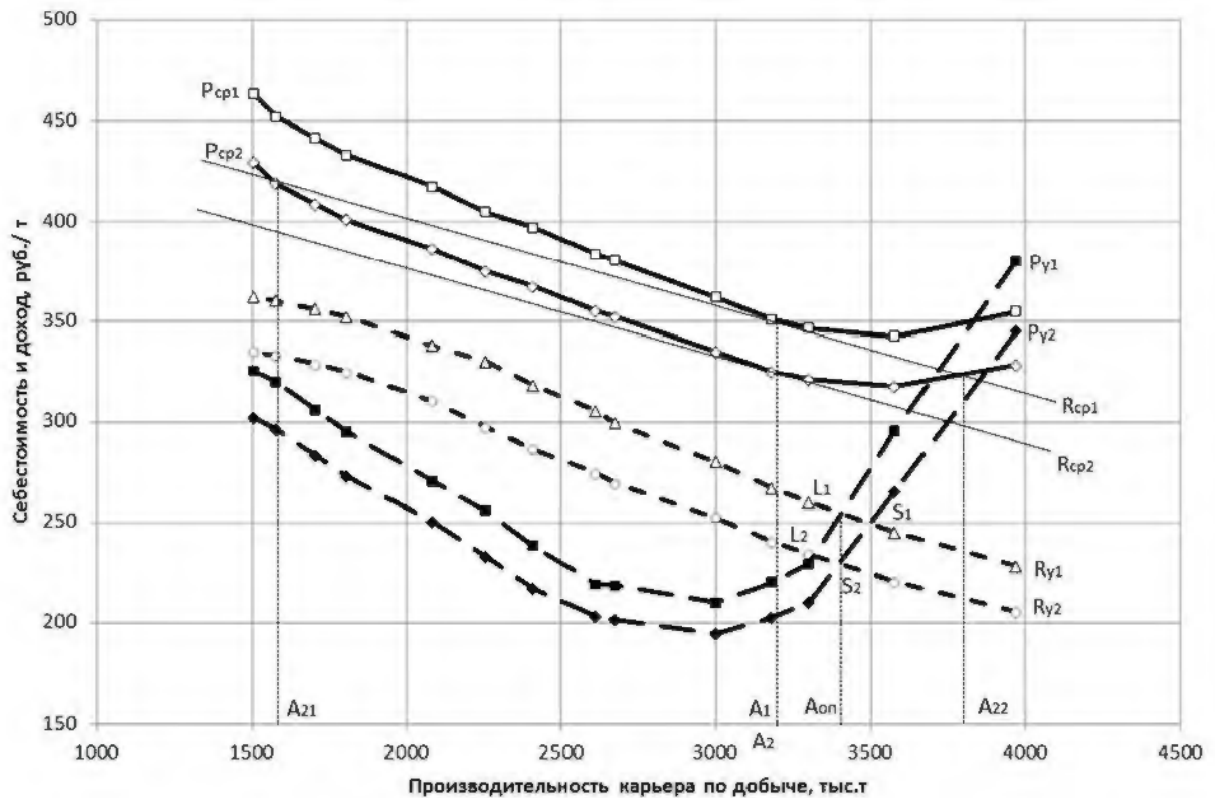
Относительное изменение дохода от реализации 1 т щебня ( $R_{от}$ ) определяется отношением разницы годовых доходов при реализации щебня к разнице годовых производительностей карьера

$$R_{от} = \frac{\Delta(\Pi_i \cdot A_i)}{\Delta A_i}, \quad (2.5)$$

где  $\Pi_i$  – цена щебня при реализации на рынке руб./т.

Зависимость себестоимости добычи ( $P$ ) от производительности карьера ( $A$ ) представлена на рисунке 2.9.

Для сырьевых рынков наиболее типична ситуация, характеризующаяся нисходящей кривой спроса при расширении рынка. Максимальная чистая текущая дисконтированная прибыль от реализации щебня за весь период разработки месторождения, достигается при равенстве относительного изменения дохода и относительного изменения себестоимости [79].



$R_{cp}$  – удельный доход средний  
 $R_y$  – изменение дохода относительное

$P_{cp}$  – себестоимость средняя  
 $P_y$  – изменение себестоимости относительное

Рисунок 2.9 - График зависимости себестоимости производства и удельного дохода от производительности карьера при выпуске различных фракций щебня

Представленные на рисунке 2.9 графики, определяющие зависимость себестоимости производства щебня и удельного дохода при его реализации от производительности карьера, дают возможность проанализировать влияние спроса на производительность.

При объеме первоначального спроса, который соответствует прямой  $R_{cp1}$  – средний доход от реализации щебня, производство карьером только фракций мелкого щебня будет рентабельно при работе карьера с годовой производительностью по добыче  $A_1 = 3,2$  млн. т/год (определяется точкой при пересечении кривой средней себестоимости  $P_{cp1}$  и прямой среднего дохода  $R_{cp1}$ ).

Производство равного количества фракций крупного и мелкого щебня будет рентабельно при производительности в диапазоне от  $A_{21} = 1,6$  млн.т/год

до  $A_{22} = 3,8$  млн.т/год (определяется точками при пересечении кривой средней себестоимости  $P_{CP2}$  и прямой среднего дохода  $R_{CP1}$ ).

Для рассматриваемых режимов выпуска щебня производительность по добыче соответствует значениям в точках  $L_1$  и  $S_1$  - пересечение кривых относительного изменения дохода  $R_{y1}$  и относительных изменений себестоимости  $P_{y1}$  и  $P_{y2}$ .

В случае понижения спроса на щебень с уровня характеризующегося прямой  $R_{CP1}$  до уровня, выражаемого прямой  $R_{CP2}$ , выпуск фракций только мелкого щебня окажется нерентабельным. Обеспечивающая рентабельность производительность карьера при выпуске фракций крупного и мелкого щебня составит  $A_2 = 3,2$  млн.т/год (определяется точкой при пересечении кривой средней себестоимости  $P_{CP2}$  и прямой среднего дохода  $R_{CP2}$ ).

Ситуация на рынке характеризующаяся понижением спроса приведет к снижению величины оптимальной производительности карьера, а следовательно и минимальной длины фронта горных работ, и в соответствии со сдвигом относительного изменения дохода  $R_{y2}$  переместится из точки  $L_1$  в точку  $L_2$  по кривой  $P_{y1}$  (при выпуске фракций только мелкого щебня), из точки  $S_1$  в точку  $S_2$  по кривой  $P_{y2}$  (при выпуске фракций крупного и мелкого щебня).

Таким образом, уменьшение спроса на щебень вызовет сокращение диапазона возможной производительности карьера, которое определяется сдвигом кривой спроса и ее эластичностью, а также к возникновению необходимости интенсификации производства.

В такой ситуации оптимальная производительность карьера, определяемая по максимуму чистой текущей дисконтированной прибыли от производства щебня, реализуемого за весь период разработки месторождения, достигается только при уменьшении объемов производства. Уменьшение объемов производства дает возможность уменьшить длину фронта горных работ.

Для корректного прогнозирования сроков эксплуатации карьеров необходимо проводить рассмотрение, анализ и прогнозирование спроса на рынке щебня.

Резкие колебания спроса на рынке щебня не дают возможности достаточно быстро на них реагировать, изменять скорость вскрытия и подготовки новых горизонтов, увеличивать фронт работ, интенсифицировать отработку месторождения, что можно объяснить инертностью горных работ и необходимостью действовать в рамках закономерностей формирования рабочей зоны карьеров.



## 2.4 ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РЫНОЧНЫХ ЦЕН НА ЩЕБЕНЬ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ КАРЬЕРА

Обоснованное принятие организационно-технических решений, планирование и проектирование открытой разработки месторождений плотных изверженных пород для производства щебня требует комплексной оценки специфической исходной информации.

В первую очередь оцениваются горно-геологические и горнотехнические условия эксплуатации карьера, во вторую – экономические факторы, влияющие на деятельность предприятия в целом (потребность в данном виде сырья в регионе, география поставок, планируемая себестоимость продукции, объем производства, уровень цен). Оптимальная производительность карьера является ключевым показателем при оценке эффективности организационно-технических и проектных решений. Величина оптимальной производительности оказывает существенное влияние на минимальную длину фронта горных работ на карьере, типоразмер и количество выемочно-погрузочного и транспортного оборудования.

На установление оптимальной производительности карьера влияют спрос и предложение на рынке щебня, равновесная цена и колебания рыночных цен на данный вид продукции [77]. Согласно микроэкономической теории состояние равновесия цены на рынке наблюдается при пересечении кривых спроса и предложения [44]. При рассмотрении сырьевых рынков кривая предложения определяется гистограммой всех стоимостей продукции на анализируемом рынке. Равновесная цена является суммарной стоимостью продукции, предложение которой необходимо для удовлетворения спроса по данной цене. Если в течение продолжительного времени цена будет ниже равновесной, то данный факт отрицательно скажется на работе предприятия, возможно, потребуется приостановить его работу или выполнить мероприятия по консервации карьера, что, в свою очередь, приведет к дефициту предложения, а, следовательно, и к повышению рыночной цены на продукцию.

Однако гистограмма стоимостей не соответствует составленной на основе микроэкономической теории кривой предложения. Кривая предложения характеризует ситуацию, при которой все предприятия-производители рынка НСМ приводят свою прибыль к максимальному значению, а предельные затраты становятся равными рыночной цене. Теоретически, все предприятия увеличивают выпуск продукции до момента уравнивания их предельных затрат с рыночной ценой, если это позволяют горнотехнические условия. В настоящее время многие предприятия, производящие щебень из плотных изверженных горных пород, могут увеличить выпуск продукции на 10-20 % без значительных капитальных вложений, увеличив только переменные затраты.

Пиковым в сфере производства щебня стал 2012 год. В последние годы объемы выпуска щебня в целом по стране падают, в дальнейшем также ожидается снижение объемов производства на многих предприятиях. Эксперты отмечают, что в условиях существующей экономической ситуации в ближайшие годы объем производства щебня 2012 года не будет достигнут. Таким образом, определение равновесной цены с помощью кривых спроса и предложения не представляется возможным. В таких условиях следует провести анализ и прогнозирование цены щебня на рынке.

Цена щебня на рынке является одним из основных показателей при оценке эффективности принимаемых решений в процессе строительства горнодобывающего предприятия, добывающего сырье для производства высококачественного щебня и определении стратегии дальнейшего развития действующего производства.

К сожалению, до настоящего времени в России не разработана система подготовки достоверной информации о возможном спросе на щебень на долгосрочную перспективу, вследствие чего вектор развития большинства щебеночных предприятий не определен. Многие карьеры, разрабатывающие месторождения для производства высококачественного щебня, имеют запасы сырья на 30-40 лет, а некоторые и более. При неопределенности в спросе на выпускаемую продукцию на первый план выходит прогнозирование будущей

цены на щебень. Прогнозирование цен является необходимым фактором для определения параметров эффективной работы предприятия.

Прогнозирование уровня цен на щебень носит и важный экономический характер в масштабах всей страны, т.к. стоимость строительства, определенная на основе цен базовых строительных материалов, заложенная в смету, является одним из основных показателей при определении целесообразности создания того или иного промышленного, гражданского, жилищного или иного объекта.

Для прогнозирования цен, а также установления закономерностей в их изменения с учетом фактора времени требуется иметь достаточно большой объем исходных данных.

Цены на щебень могут быть получены на основе прайс-листов производителей и посредников. Периодически интернет-порталы «СМ Про», «Щебень России», «Неруд-Инфо» публикуют обзор цен на российском рынке стройматериалов.

Однако рыночные цены на щебень имеют значительные колебания, зачастую трудно предсказуемые в силу некоторой нестабильности отечественной экономики, их использование возможно только после проведения предварительного анализа. Реализация принятых решений будет происходить через определенный срок, а ожидаемый экономический эффект может быть получен спустя еще несколько лет.

Например, предприятие решит увеличить объем выпуска щебня. Для этих целей компания приобретет комплектный завод импортного производства, от стадии проектирования до ввода которого в эксплуатацию пройдет не менее 3 лет, а срок окупаемости данного комплекса не менее 7 лет. Таким образом, определение динамики цен на щебень является важнейшим фактором при принятии стратегических решений организации и развития производства.

В период резких падений цен даже крупные производства, входящие в состав различных холдингов, испытывают трудности связанные с реализацией своей продукции. Например, крупный производитель гранитного щебня в Северо-Западном регионе ЗАО «ЛСР-Базовые» организовал распродажу щебня

в конце 2014 года, предлагая покупателям большие скидки. Эта ситуация не характерна для рынка стройматериалов, так как крупные производители щебня предпочитают складировать свою продукцию, а не продавать ее со скидкой. При определении эффективности реализации проектных решений возникает вопрос прогнозирования обоснованной средней цены и её колебаний во времени.

Анализ динамики цен на щебень может служить определенной основой для принятия стратегических организационных и управленческих решений. В качестве источника информации можно принять данные баз Росстата, размещенных на портале Федеральной службы государственной статистики Российской Федерации. При этом необходимо учитывать факторы, влияющие на ценообразование и правильно их интерпретировать. Пиковые цены следует исключать из анализа, т.к. они носят кратковременный характер в период высокого спроса.

Крупные предприятия с большими объемами производства щебня, как правило, представляют информацию об уровне цен на продукцию для общего пользования только для небольших объемов продаж. Основной объем продукции, реализуемый большими партиями, имеет цены конфиденциального характера.

При отсутствии доступа к информации по ценам возможно использование трех методов прогнозирования цен на рынках минерального сырья [14, 82], а окончательное решение должно основываться не на дискретном значении цены, а с учетом её стохастического характера, в виде распределения случайной величины.

Первый метод базируется на определении средней цены с учетом информации, полученной через специальные индексы. Использование дефлятора GDP (Gross Domestic Product) и CPI (Consumer Price Index), публикуемых Всемирным банком, не рекомендуется, т.к. рост потребительских цен несколько выше роста цен в промышленности, и полученные таким образом цены будут завышены. Индустриально развитые страны используют

для оценок рынков минерального сырья индекс цен производителей - (Producer Price Index – PPI), определяемого ежемесячно Росстатом и содержащий относительную информацию.

Цена щебня с учетом инфляции [82, 83]

$$P_x = P_y \frac{I_x}{I_y}, \quad (2.6)$$

где  $P_x$  и  $P_y$  – цена щебня в  $x$  и  $y$  год соответственно;

$I_x$  и  $I_y$  – индекс цен в год  $x$  и  $y$  соответственно.

Для анализа цен на щебень примем данные о ценах в Москве, Санкт-Петербурге, Московской и Ленинградской областях, а также в Уральском регионе за 2001 - 2014 гг. В 2001 году индекс цен производителей примем равным 100, и рассчитаем цены на щебень относительно уровня цен 2014 года. Полученные результаты представлены в таблице 2.11. Например, цена на щебень в 2001 году составляла 300 руб./м<sup>3</sup>, с учетом инфляции цена относительно уровня цен в 2014 году

$$P_{2014} = P_{2001} \frac{I_{2014}}{I_{2001}} = 300 \frac{424}{100} = 1272 \text{ руб./м}^3$$

Таблица 2.11– Уровень цен на щебень за 2001-2014 годы

Год	Цена на щебень, руб./м <sup>3</sup>	Индекс цен производителей PPI (2001=100)	Цена относительно уровня цен 2014 г., руб./м <sup>3</sup>	Колебание цены относительно предыдущего периода, %
2001	300,0	100	1272	-
2002	390,4	116	1427	12,2
2003	404,4	129	1329	-6,9
2004	453,6	154	1249	-6,0
2005	547,0	175	1325	6,1
2006	645,4	211	1297	-2,1
2007	752,2	263	1213	-6,5
2008	984,8	331	1261	4,0
2009	927,6	298	1320	4,7
2010	875,4	307	1209	-8,4
2011	1031,2	366	1195	-1,2

Год	Цена на щебень, руб./м <sup>3</sup>	Индекс цен производителей PPI (2001=100)	Цена относительно уровня цен 2014 г., руб./м <sup>3</sup>	Колебание цены относительно предыдущего периода, %
2012	1254,8	411	1294	8,3
2013	1361,4	414	1394	7,7
2014	1233,6	424	1234	-11,5

На основе анализа данных, представленных в таблице 2.11, можно сделать следующий вывод: номинально цена щебня выросла к 2014 году на 424 % относительно 2001 года, но при этом в реальном денежном выражении осталась практически на том же уровне.

Вторым методом прогнозирования средней цены является вычисление простых скользящих средних (SMA – Simple Moving Average). Для определения характерных периодов колебаний цен на щебень используют временные серии с вычислением по ним средних значений [17].

Как правило, для рынка щебня периоды роста цен и падений чередуются через каждые 3 года, поэтому расчет целесообразно проводить по 3-летним периодам. На основе данных, представленных в таблице 2.11, определим 3-летнее простое скользящее среднее цены на щебень. Первоначально рассчитаем 3-летнее простое скользящее среднее для 2002 года. Для этого суммируем цены 2001 - 2003 гг. и усредняем их. Далее для 2003 года складываем цены 2002 - 2004 гг. и опять усредняем их, и т.д.

Данные расчета показывают убывающую тенденцию с незначительным ростом цен в конце рассматриваемого периода.

Полученные результаты 3-летнего простого скользящего среднего цен на щебень представлены в таблице 2.12.

Третий метод определения цен – использование диаграмм эксплуатационных затрат. По отдельным видам полезных ископаемых существуют международные советы, которые периодически публикуют данные по эксплуатационным расходам карьеров. На основе базы данных по эксплуатационным затратам предприятий, производящих щебень, можно

установить значение минимальной (граничной) цены, которая обеспечивает только функционирование предприятия без получения прибыли. В современных условиях создание базы данных по всем карьерам-сегментам рынка невозможно как по причине их большого количества, так и по причине нежелания большинства руководителей данных предприятий разглашать информацию о себестоимости производимой продукции.

Таблица 2.12 – Результаты расчета 3-летнего простого скользящего среднего цен на щебень

Год	Цена относительно уровня цен 2014 г., руб./м <sup>3</sup>	Трехлетний движущий средний, руб./м <sup>3</sup>	Колебание цены относительно предыдущего периода, %
2001	1272	-	-
2002	1427	1343	-
2003	1329	1335	-0,6
2004	1249	1301	-2,5
2005	1325	1290	-0,8
2006	1297	1278	-0,9
2007	1213	1257	-1,7
2008	1261	1265	0,6
2009	1320	1263	-0,1
2010	1209	1241	-1,7
2011	1195	1233	-0,7
2012	1294	1294	5,0
2013	1394	1307	1,0
2014	1234	-	-

Крупные проектные организации, как правило, владеют информацией о средней себестоимости продукции в стране по различным регионам для установления рентабельности проектируемого предприятия.

В главе 1 и 2 была рассмотрена база карьеров-аналогов, производящих щебень из плотных изверженных пород. Интегральная кривая эксплуатационных затрат на производство переработанной горной массы

(учтены затраты до момента разгрузки взорванной горной массы в приемные бункеры завода) представлена на рисунке 2.10.

При условиях рыночной модели экономики, в соответствии с правилом «ниже трети» [14], граничная точка будет находиться между 25 и 33 %, т.е. в интервале 125,8 – 128,6 руб./м<sup>3</sup>.

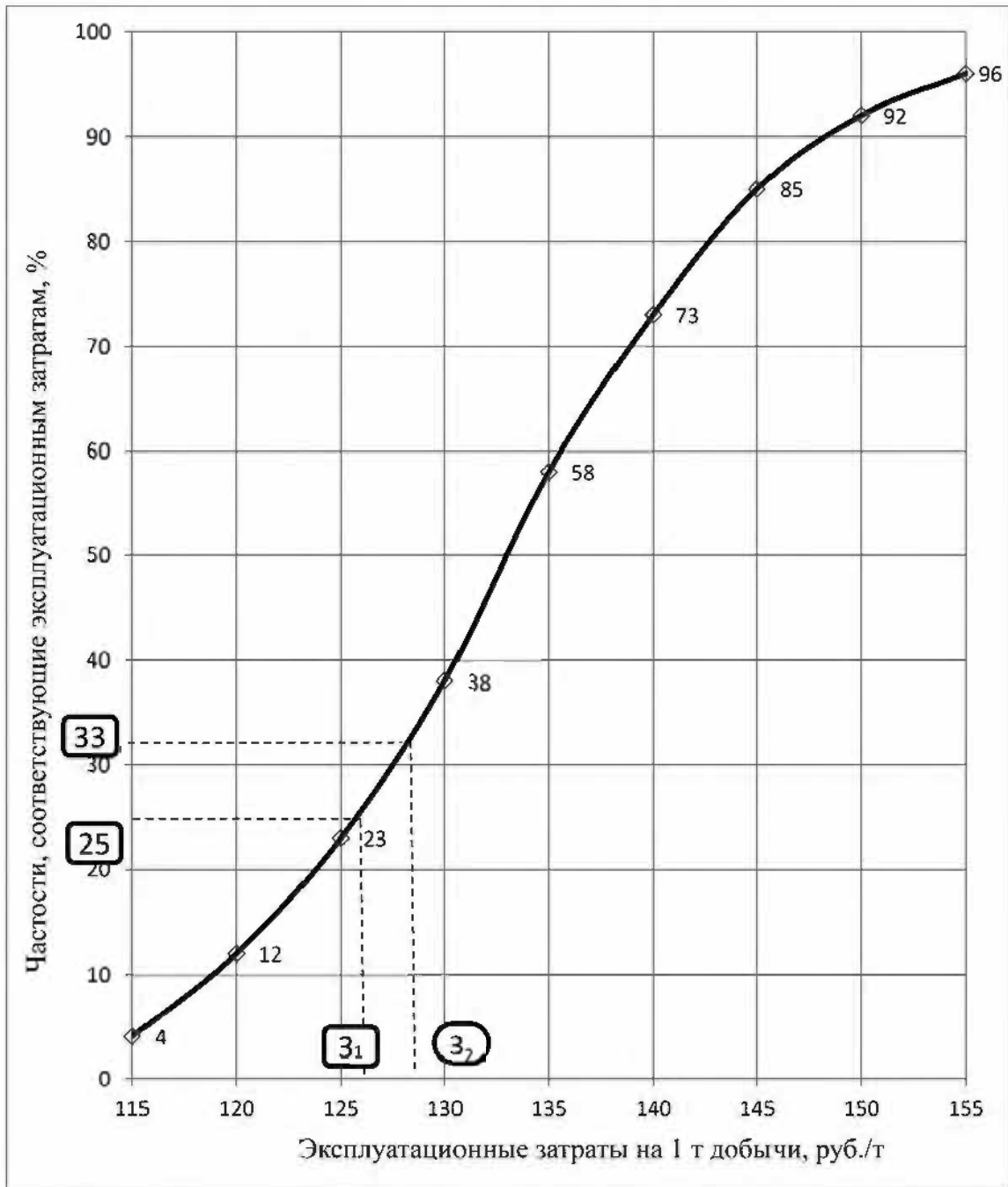


Рисунок 2.10 - Кумулятивная кривая частот удельных эксплуатационных затрат карьеров-аналогов



Следовательно, прибавив к указанному интервалу затраты на переработку, отгрузку, доставку потребителю и расходы на вспомогательные службы можно получить минимальную цену на продукцию предприятия при которой будет обеспечиваться только бесприбыльная работа производства.

Карьеры, имеющие удельные эксплуатационные затраты более указанного интервала, но близкие к граничным и балансирующие на границе входа в рынок, обеспечивают рынок щебня остаточными объемами, которые позволяют корректировать спрос и предложение, корректируют рыночную цену.

Предприятия, эксплуатирующие карьеры с затратами превышающими установленный интервал, в настоящее время неконкурентоспособны. Однако, эксплуатационные затраты являются переменной величиной, поэтому для обеспечения жизнеспособности карьера важно находится в рабочем состоянии, даже в случае наличия временных убытков.

Кроме экономических причин необходимости обеспечения дальнейшей эксплуатации карьера, важно учитывать социальные факторы, которые в определенных условиях главенствуют. Принятие стратегических организационных решений о дальнейшей работе предприятия должно основываться на данных о частоте изменений цен на щебень на долговременный срок.

Частота изменений определяет периодичность изменений цен в выбранном временном диапазоне

$$m = \frac{N}{n}, \quad (2.6)$$

где  $N$  – количество лет, в течение которых проходили наблюдения;

$n$  – количество изменений в выбранном интервале.

Результаты анализ динамики колебаний среднегодовых цен на щебень за период с 2001 по 2014 годы представлен в таблице 2.13.

Результаты расчетов показывают, что ожидание изменений цен на щебень следует ожидать через интервалы времени, указанные в последней колонке таблицы 2.13.

Таким образом, при оценке эффективности принимаемых организационно-технических и проектных решений ориентация только на текущие цены щебня, без учета прогнозных цен, может приводить к значительным ошибкам, которые влияют на результаты работы предприятия.

Таблица 2.13 – Анализ динамики колебаний среднегодовых цен на щебень за 2001 - 2014 годы

Интервал изменения цен, %	Количество изменений в интервале	Частота изменений в интервале, лет
более 10	1	14,0
от 10 до 5	3	4,7
от 5 до 0	2	7,0
от 0 до минус 5	2	7,0
от минус 5 до минус 10	4	3,5
более минус 10	1	14,0

Динамика колебаний цены на высококачественный щебень в целом показывает отрицательную тенденцию. За последние 14 лет реального повышения цены на данный вид продукции практически не произошло, рост цен объяснялся инфляцией [38]. В ближайшей перспективе значительных колебаний цены на щебень не прогнозируется, однако колебания в пределах 10 % с высокой вероятностью ожидаются через каждые 3 - 5 лет.

## ВЫВОДЫ ПО ГЛАВЕ

1. Анализ распределения затрат различных видов работ в общих расходах по карьере и анализ распределения затрат различных видов работ в общей себестоимости производства щебня показал, что особое внимание на карьерах следует уделить организации выемочно-погрузочных работ.

2. По данным карьеров-аналогов установлено, что производство щебня при стандартном выпуске продукции будет рентабельно при производительности в пределах  $A_{21} = 1,6$  млн.т/год и  $A_{22} = 3,8$  млн.т/год.

3. Установлена эмпирическая зависимость удельных эксплуатационных затрат на 1 т добываемого минерального сырья для производства щебня ( $Z_i$ ) от годовой производительности карьера по добыче ( $A_i$ ), для карьеров-аналогов, описываемая нелинейным уравнением регрессии  $Z_i = 1386 \cdot A_i^{-0,304}$ .

4. Доказано, что максимально возможная чистая текущая дисконтированная прибыль от реализации щебня за весь период разработки месторождения, достигается при равенстве относительного изменения дохода и относительного изменения себестоимости.

5. Проведен анализ динамики цен на щебень, служащий основой для принятия стратегических организационных и управленческих решений. Проведенный анализ позволят прогнозировать незначительные колебания цены на щебень в ближайшие 3 года. Высока вероятность возможных колебаний цен на щебень в пределах 10 % с интервалом в 3 - 5 лет.

### 3 АНАЛИЗ ОРГАНИЗАЦИИ И ИНТЕГРАЦИИ КАРЬЕРОВ НСМ В СОСТАВЕ ЕДИНОЙ ВЕРТИКАЛЬНО ИНТЕГРИРОВАННОЙ ГОРНОТЕХНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

#### 3.1 СПОСОБЫ ИНТЕГРАЦИИ И ОРГАНИЗАЦИИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ НСМ ПО ПРОИЗВОДСТВУ ЩЕБНЯ

Современная положительная динамика в строительной отрасли связана с развитием новых организационно-экономических способов взаимодействия и сотрудничества, что выражено в концентрации капитала, расширении сфер деятельности предприятия, а также в эффективном применении инновационных технологий. В данной связи большое внимание заслуживают интегрированные структуры в сфере строительства и производства НСМ, основная задача которых заключается в объединении материальных и нематериальных активов, ресурсного потенциала компаний с целью роста конкурентоспособности производственной части и ускорения инновационных процессов.

В мировой практике сформировались разнообразные типы интеграции предприятий, которые отличаются по целям объединения, характеру хозяйственных взаимоотношений между его участниками, уровню автономности организаций, входящих в интегрированную корпорацию: стратегические консорциумы, альянсы, картели, пулы, синдикаты, ассоциации, тресты, концерны, конгломераты, финансово-промышленные группы, промышленные холдинги и т.п. Прибегая к выбору различных организационных форм интеграции, субъекты рынка стремятся выстроить баланс между преимуществами и недостатками централизации и децентрализации управления, обозначить при этом степень ответственности участников.

Исследователи отмечают, что в современных условиях модель рынка, при которой каждое предприятие является обособленной и независимой производственной единицей, для некоторых отраслей является экономически нецелесообразной [65]. Данное утверждение наиболее актуально для сырьевого сектора экономики. Опыт ведущих мировых ресурсодобывающих компаний

показывает, что добыча и даже первичная обработка минерального сырья не так эффективна, как полный цикл производства (например, компании «Газпром» и «Shell» - от разведки и добычи нефти и газа до собственных сетей АЗС; «ФосАгро» - от добычи минерального сырья до продажи удобрений).

Мировая практика показывает, что интеграция производства занимает ведущее место в экономике развитых стран. Выделяется два вида интеграции предприятий – вертикальная и горизонтальная [40].

Вертикальная интеграция – это установление интеграционных связей между предприятиями поставщиками и предприятиями-потребителями по всем смежным звеньям технологического и распределительно-сбытового процесса [56]. Данный вид интеграции наиболее характерен для ресурсодобывающих отраслей.

Эксперты выделяют следующие основные причины для перехода компании к структуре вертикальной интеграции [11]:

1. рискованный или ненадежный рынок;
2. получение большей рыночной власти, чем у рассматриваемого предприятия;
3. повышение конкурентоспособности.

Применительно к карьерам НСМ отмеченные причины также являются характерными.

Во-первых, рынок строительных материалов довольно рискован и ненадежен, так как периодически происходят спады в сфере потребления материалов (минус 35,5 % в 2009 году, минус 12,7 % за январь-апрель 2015 года, значительные колебания в зависимости от сезона). Во-вторых, компании, занимающиеся различными видами строительства, имеют денежные активы и самостоятельно выбирают поставщика, а следовательно, имеют больше влияния на рынок, чем карьеры. В-третьих, объединение карьера с потребителем своей продукции дает недропользователю возможность большего влияния на рынок.

Таким образом, имеются объективные причины для перехода карьеров к вертикально интегрированной структуре.

Интеграция может происходить «назад» и «вперед» [27]. Карьеры НСМ, как правило, становятся объектами интеграции «назад» со стороны крупных строительных или дорожных организаций. В качестве примера можно привести крупнейшего производителя гранитного щебня в Ленинградской области – «Группа ЛСР».

«Группа ЛСР» основана в 1993 году. В том же году компания приобрела ОАО «Стройдеталь», включающее в себя заводы по производству бетона, железобетонных и металлических конструкций, а также столярной продукции. В 1994 году образовано ОАО «Строительная корпорация «Возрождение Санкт-Петербурга», занимающееся строительной деятельностью. В 1996 году в холдинг вошло предприятие ОАО «Ленстройреконструкция», которое являлся одним из основных застройщиков центра Ленинграда в советское время.

В 1997 году «Группа ЛСР» приобрела ОАО «Рудас», основной деятельностью которого является добыча карьерного и морского песка, и ОАО «Ленстройкерамика», предприятие по добыче глины с собственным производством кирпича. В 1999 году «Группа ЛСР» стала крупнейшим производителем кирпича в Санкт-Петербурге и Ленинградской области после приобретения ЗАО НПО «Керамика».

В 2000 году в состав «Группы ЛСР» вошел крупнейший производитель гранитного щебня на Северо-Западе России - ОАО «Гранит-Кузнечное», ведущее разработку 2 карьеров «Ровное» и «Кузнечное-1». В 2004 году к ОАО «Гранит-Кузнечное» присоединилось ОАО «458 КНИ», ведущее разработку карьера на месторождении «Кузнечное», находящееся поблизости от месторождений «Ровное» и «Кузнечное-1». Это слияние позволило организовать единый производственный комплекс с ежегодной производительностью щебня на уровне 4 млн.м<sup>3</sup> с возможностью отгрузки на 3 вида транспорта: железнодорожный, автомобильный, водный.

В том же году было приобретено еще одно предприятие по производству кирпича - ЗАО «Победа» с собственным месторождением. После данного объединения «Группа ЛСР» сконцентрировала до 70 % рынка кирпича в Санкт-Петербурге и Ленинградской области.

С 2008 года холдинг организовал производство щебня в Выборгском районе Ленинградской области на месторождении «Гаврилово» (участки «Заболотное» и «Юго-Восточный»). В 2010 году компания выкупила карьер на месторождении «Петровское» (пос. Боровинка Выборгского района Ленинградской области).

В 2011 году в состав «Группы ЛСР» вошло горно-добывающее предприятие ООО «436 КНИ», тем самым позволив увеличить компании суммарный объем производства щебня до 6,5 млн.м<sup>3</sup> в год.

В качестве примера использования вертикальной интеграции «вперед» можно привести также ПО «Ленстройматериалы», занимающее после «Группы ЛСР» второе место по объемам производства гранитного щебня в Санкт-Петербурге и Ленинградской области и ГК «Возрождение», являющийся крупнейшим подрядчиком в области производства дорожно-строительных работ и изделий из природного камня.

ПО «Ленстройматериалы» основано в 1992 году. В состав компании вошло АОЗТ «Каменногорское карьероуправление», разрабатывающее карьер на месторождении «Каменногорское». В 1994 году на его базе было образовано камнеобрабатывающее предприятие ООО «Минерал». Строительная компания ЗАО «Ленстройтрест» появилась в составе объединения в 1996 году. В 1997 году к промышленной группе присоединился ЗАО «Карьер «Пурга», которое осуществляет добычу и обработку гранитных блоков. В 2000 году в состав ПО «Ленстройматериалы» вошло АОЗТ «Каменногорский комбинат нерудных материалов», ведущее добычные работы на «Киркинском» месторождении гнейсо-гранитов. В 2002 году было начато производство щебня на новом месторождении габбро-норитов «Островское» (в настоящее время ведутся работы по подготовке к эксплуатации смежного с ним месторождения

«Славянское»). Таким образом, суммарный объем производства щебня достиг уровня в 5,5 - 6,0 млн.м<sup>3</sup> в год.

ГК «Возрождение» ведет свою историю с 1989 года, создана на базе «Комбината облицовочных и строительных материалов», базирующегося на месторождении «Возрождение». С 1991 года предприятие ведет деятельность в области мощения площадей и дорог, а также производства различных изделий из камня. В настоящее время в состав компании входит еще несколько камнедобывающих и камнеобрабатывающих производств на месторождениях: «Балтийское», «Бородинское», «Ириновское», «Мансурово», «Нигрозеро», «Сопка Бунтина». Также в группу компаний входит ОАО «Кампес», ведущее отработку двух старейших месторождений в Ленинградской области известняка на блоки – «Путиловское» и «Сельцо-Бабино» и одного месторождения песка «Малуксинское».

Производство гранитного щебня сосредоточено на 3 площадках: 2 находятся в Ленинградской области (карьеры на месторождениях «Эркиля» и «Красновское») и одна в Республике Карелия (месторождение «Ляскеля»).

В настоящее время ГК «Возрождение» уверенно занимает 3 место в Санкт-Петербурге и Ленинградской области по объему выпуска НСМ, уступая «Группе ЛСР» и ПО «Ленстройматериалы».

Все крупные и средние карьеры, расположенные в Ленинградской области, входят в состав различных холдингов. Первоначально процесс интеграции происходил «вперед», но на рынке НСМ не осталось свободных крупных субъектов с достаточными средствами для организации процесса интеграции, поэтому в ближайшее время со стороны крупных корпораций возможна только интеграция «назад», предметом которой в основном будут становиться новые месторождения НСМ.

Крупные компании будут приобретать, вести поиск и разработку новых месторождений, в зависимости от своих потребностей на строительном и дорожном рынке, в случае экономической нецелесообразности или



горнотехнической невозможности увеличения мощности имеющихся горнодобывающих предприятий.

Устойчивость отдельных производственных единиц на рынке нерудных строительных материалов будет тем выше, чем более высокой является степень вертикальной интеграции.

На рисунке 3.1 представлена схема применения нерудных строительных материалов в различных сферах промышленности.



Рисунок 3.1 - Схема применения НСМ в различных сферах промышленности

Осуществлять продажи можно на любом этапе данной цепи, однако компании, выполняющие дорожное, жилищное и промышленное строительство (позиция 3 схемы на рисунке 3.1), являются наиболее стабильными на рынке и, как правило, обеспечивают сбыт продукции своих карьеров. Примерами могут служить структуры «Группы ЛСР», ПО «Ленстройматериалы», ГК «Возрождение», ГК «Павловский гранит» (до банкротства компании).

Предприятия, занимающие в данной схеме позицию 1, и специализирующиеся на производстве щебня в настоящее время встречаются все реже. В северо-западном регионе в качестве примеров можно назвать ООО «Прионежская горная кампания», ЗАО «Гавриловское карьероуправление». В целом практически все производители щебня входят в крупные холдинги.

В масштабах страны крупнейшими компаниями, занимающимися только производством НСМ являются АО «Национальная нерудная компания» (крупнейший производитель щебня в стране, включает в свою структуру

ОАО «Павловск Неруд» и обеспечивает объем производства на уровне 25 млн.т щебня), ОАО «Первая нерудная компания» (в настоящее время объединяет 18 крупных щебеночных производств по всей стране и является основным поставщиком щебня для ОАО «РЖД» с ежегодным объемом производства 20 млн.т) и ОАО «Новосибирское карьероуправление» (объединяет 5 производств, расположенных на востоке Новосибирской области, производящие около 10 млн.т высококачественного щебня).

Предприятия, занимающие позицию 2 в схеме на рисунке 3.1, более устойчивы на рынке, т.к. продают не только сырье, но и продукцию из этого сырья. В качестве примера выступает ЗАО «Евроцемент групп» – крупнейший в стране производитель цемента и бетона и ООО «Востокцемент» – лидер рынка по производству и поставке строительных материалов на Дальнем востоке.

Если отдельно рассматривать сырьевую базу вне зависимости от позиций в схеме 3.1, то карьеры внутри крупных производственных объединений горизонтально интегрированы между собой и имеют большую зависимость от внешних потребителей их продукции. Исключением является ОАО «Первая нерудная компания» имеющая постоянного потребителя своей продукции – ОАО «РЖД».

Интеграция карьеров НСМ в единую вертикально интегрированную горнотехническую систему позволяет более эффективно справляться с давлением со стороны монополистов в сфере транспорта и энергетики.

Результативным инструментом эффективного регулирования производственного процесса внутри единой горнотехнической системы выступает горизонтальная интеграция.

Горизонтальная интеграция - это установление интеграционных связей между предприятиями, которые производят аналогичную продукцию [56]. Примерами могут служить предприятия по производству щебня, входящие в объединения «Группы ЛСР», ПО «Ленстройматериалы», ГК «Возрождение», ЗАО «Евроцемент групп», ООО «Востокцемент» и др.

Среди причин для перехода компании к структуре горизонтальной интеграции выделяют [68]:

1. достижение стабильного сбыта продукции;
2. желание ограничить конкуренцию;
3. снижение затрат на вспомогательные службы.

Регулирование производственного процесса внутри таких компаний возможно перераспределением производственных мощностей на основе регрессионного анализа оценки затрат, использованием единицы горного оборудования на различных карьерах по мере необходимости, заключением единых договоров на аутсорсинг определенных производственных операций, на ремонт и обслуживание горного и перерабатывающего оборудования, буровзрывные работы и др.

Мобильные агрегаты дробления можно использовать на нескольких холдинговых горнодобывающих предприятиях, в зависимости от потребности в увеличении их производительности, для получения большего объема щебня на карьере, являющимся территориально наиболее близким к появившемуся потребителю (например, при реконструкции крупных федеральных трасс).

Для определения оптимального уровня интеграции для рассматриваемого горнодобывающего предприятия, необходимо определить количественный измеритель степени интеграции – показатель добавленной стоимости. Под добавленной стоимостью понимается выручка, получаемая при реализации конечной продукции горнодобывающего предприятия без учета стоимости сырья и расходных материалов, использованных для её производства [68].

Таким образом, добавленная стоимость включает заработную плату, арендную плату, кредиты, амортизационные отчисления и прибыль.

Для оценки уровня интеграции горнодобывающего предприятия следует сравнить среднюю долю добавленной стоимости в объеме выручки от реализации щебня.

Рассмотрим карьер по добыче скальных горных пород для производства гранитного щебня, и проанализируем его работу до интеграции и после

(вариант 1 и вариант 2, соответственно). Себестоимость производства щебня в первом варианте составляет 330 руб./т, во втором – 340 руб./т.

Определим, для какого варианта организация горного производства будет более эффективной. Удельные затраты на производство щебня представлены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Удельные затраты на производство щебня

Показатель	Удельные затраты на производство щебня, руб./т	
	Вариант 1	Вариант 2
1. Себестоимость, в т.ч.	330	340
1.1. Расходные материалы для производства	180	170
1.2. Зарплата	60	85
1.3. Вспомогательные службы	80	65
1.4. Амортизация	10	20
2. Цена реализации товара (выручка)	370	370
3. Прибыль (п.2 – п.1)	40	30
4. Добавленная стоимость (п.2 – п.1.1 – п.1.3)	110	135
5. Доля добавленной стоимости в объеме выручки	0,30	0,36

Анализ данных, представленных в таблице 3.1, позволяет сделать вывод, что, несмотря на большую себестоимость, более эффективно работает карьер после интеграции, имея большую долю добавленной стоимости в объеме выручки (0,36 против 0,30 до интеграции). Следовательно, себестоимость продукции не всегда является основным критериальным показателем эффективности работы предприятия. Для более глубокого анализа следует прибегнуть к сравнению средней доли добавленной стоимости в объеме выручки от реализации щебня.

Таким образом, применение вертикальной интеграции на рынке НСМ является эффективной формой организации горного производства, реализации конечной продукции на высококонкурентном рынке щебня, позволяет уменьшить давление со стороны монополистов в сфере транспорта и

энергетики и дает возможность эффективно регулировать производственный процесс.

Применение же горизонтальной интеграции дает возможность горнодобывающей компании выдерживать конкуренцию на рынке щебня и, так же, как и при вертикальной интеграции, более эффективно осуществлять организацию, управление процессом добычи минерального сырья для производства строительных материалов.

Основным критериальным показателем оценки эффективности интеграции является не себестоимость продукции, а средняя доля добавленной стоимости в объеме выручки.

### 3.2 ПРОМЫШЛЕННЫЙ АУТСОРСИНГ КАК ЭФФЕКТИВНЫЙ СПОСОБ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА НА КАРЬЕРАХ НСМ

Основной задачей предприятия по добыче нерудных строительных материалов (НСМ), в условиях действия современной модели экономики в нашей стране, является получение прибыли, т.е. обеспечение организации производства, при которой будет обеспечиваться превышение выручки от продаж товаров над общей суммой затрат на их изготовление и продажу [44].

Основными статьями расходов горнодобывающего предприятия являются затраты на проведение работ по получению товарной продукции, соответствующей заданным стандартам.

Для предприятий, производящих щебеночную продукцию, все виды работ можно сгруппировать по 6 категориям: подготовка горной массы к выемке буровзрывным способом, выемочно-погрузочные работы на вскрыше и добыче, транспортирование горной массы, дробление и сортировка полезного ископаемого, отвалообразование и рекультивация. Реализации данных технологических процессов требует крупных капиталовложений для закупки горного оборудования, затрат на содержание и обучение работников, эксплуатационных затрат, создания необходимой ремонтной базы, инфраструктуры и т.д.

Изменения конъюнктуры рынка, происходящие в последние годы, ставят перед руководителями производств вопрос о необходимости замены или приобретения дополнительных единиц горнотранспортного и перерабатывающего оборудования, которые обеспечат проектную производительность карьеров, выпуск готовой продукции, удовлетворяющей требованиям потребителей в новых условиях. Возможное решение проблемы – промышленный (производственный) аутсорсинг, который находит свое применение на отечественных горнодобывающих предприятиях.

Основными причинами использования промышленного аутсорсинга как средства повышения экономической эффективности горнодобывающей организации являются:

- отказ от значительных капиталовложений на приобретение нового горного оборудования;
- отсутствие необходимости привлечения дополнительных трудовых ресурсов;
- создание конкурентной среды на горнодобывающем предприятии и повышение мотивации работников;
- отказ от получения различных лицензий для возможности осуществления специализированных работ;
- возможность оперативно адаптироваться под новые требования рынка минерального сырья;
- желание сохранить существующую ремонтную базу не перестраивая ее под новые виды горного оборудования.

В настоящее время создано большое количество организаций, которые предлагают возможность передать им часть производственных процессов горного производства на платной основе.

По временному признаку промышленный аутсорсинг можно разделить на два направления:

- а) долгосрочный – привлечение специализированной организации на длительный период времени, на срок более 3 месяцев;
- б) краткосрочный – привлечение специализированной организации на короткий период времени, на срок не более 3 месяцев.

Краткосрочный аутсорсинг в свою очередь можно разделить на сезонный (работы носят кратковременный характер и длятся менее 3 месяцев в год) и единичный, когда привлечение аутсорсера является вынужденной мерой для решения незапланированных производственных нужд, а планирование выполнения данного вида работ не представляется возможным.

Аутсорсинг может применяться как для всех технологических процессов открытой разработки месторождений НСМ, так и для отдельных их видов.

Выполнение буровых работ подрядной организацией редко встречается на карьерах нерудных строительных материалов, в то время как производство взрывных работ или буровзрывных распространено повсеместно.

В данном технологическом процессе можно выявить ряд преимуществ применения аутсорсинга:

- отпадает необходимость получения лицензии на производство взрывных работ;
- закупку, хранение и транспортировку взрывчатых веществ осуществляет аутсорсинговая компания;
- отсутствует необходимость иметь штатные единицы взрывников – ответственность за соблюдение безопасных зон при производстве массовых взрывов несет подрядная организация.

Аутсорсер обеспечивает необходимый фракционный состав взорванной горной массы для производства щебня (в случае необходимости осуществляет разделку негабарита). При отсутствии на предприятии буровых станков, обеспечивающих бурение скважин малого диаметра (110-170 мм), целесообразно привлечение подрядной организации для производства заоткоски уступов при постановке их в конечное положение, для обеспечения устойчивости нерабочего борта карьера. Подрядная организация может привлекаться для проведения взрывных работ при подходе фронта горных работ к охраняемым объектам при необходимости уменьшить радиус разлета кусков породы при взрыве или сейсмическое воздействие.

В случае, когда для экскавации полезного ископаемого и вскрышных пород горнодобывающее предприятие имеет достаточный парк выемочно-погрузочного оборудования для выполнения установленных объемов добычи и вскрыши, привлекать стороннюю организацию нет необходимости. Однако широкое применение аутсорсинг получает в случае выхода из строя основного добычного и вскрышного оборудования на определенный промежуток времени (например, период проведения ремонтных, длительных планово-профилактических работ).



К сожалению, на многих предприятиях нерудной отрасли России основное внимание руководящего состава карьеров, лиц принимающих организационные решения обращено на обеспечение установленных в проектной документации объемов добычи, т.к. необходимо выполнить договорные обязательства по поставке готовой продукции заказчику. Вскрышные работы выполняются с отставанием, не в полном объёме и часто по остаточному принципу, независимо от их установленных годовых объемов. Особенно остро эта проблема встала в условиях экономического кризиса 2008 г. и на многих предприятиях сохранилась и до сегодняшнего времени.

Отставание в проведении вскрышных работ приводит нарушению закономерностей формирования рабочей зоны карьеров, к сокращению длины фронта горных работ и ширины рабочих площадок до минимальных и, иногда, меньше обоснованных проектом минимальных, что требует согласования с Ростехнадзором или корректировки проектной и рабочей документации по отработке месторождения, прохождения Госэкспертизы и экспертизы промышленной безопасности. Также снижаются объемы вскрытых, подготовленных и готовых к выемке запасов (ГВЗ). Объём ГВЗ на карьерах НСМ должен быть не менее 3-х месячной производительности карьера при круглогодичной работе (согласно «Общесоюзных норм технологического проектирования предприятий нерудных строительных материалов» ОНТП 18-85). Уменьшение длины фронт горных работ может привести со временем к полной остановке работ в карьере.

Предприятия НСМ, как правило, не имеют финансовой и материальной возможности обеспечить выполнение проектных годовых объемов работ по вскрыше. Решить данную проблему позволяют услуги промышленного аутсорсинга.

Выполнение аутсорсинга вскрышных работ распространено на карьерах НСМ с небольшой мощностью вскрышных пород, где период эксплуатации оборудования носит сезонный характер и не превышает 3 месяцев, что

позволяет организовать горные работы без затрат на приобретение дополнительного вскрышного оборудования.

Транспортировка горной породы является неотъемлемой частью производственного процесса на карьерах НСМ. Транспортирование вскрышных пород осуществляется как на крупных карьерах, так и на карьерах средней и малой мощности. Для выполнения объемов работ по транспортированию полезного ископаемого предприятие, как правило, имеет собственный транспорт. При увеличении объемов выпускаемой продукции целесообразным и экономически целесообразным является привлечение собственного парка автосамосвалов, занятых на перевозке вскрыши, для транспортирования полезного ископаемого. Для перевозки вскрышных пород следует привлечь подрядное транспортное предприятие, что позволит оставить полный контроль над процессом получения готовой продукции за предприятием.

На большинстве карьеров НСМ применяется бульдозерное отвалообразование (за исключением нескольких крупных карьеров, например, таких как ОАО «Павловск Неруд», где проектом предусмотрено экскаваторное отвалообразование).

При сезонном ведении отвальных работ привлечение бульдозеров подрядной организации является более эффективным вариантом, чем содержание на балансе предприятия собственного инвентарного парка.

Дробильно-сортировочный комплекс (ДСК) характеризуется целостностью процесса горного производства, где в проектной документации предусмотрено получение определенного фракционного состава щебня. Однако, спрос на фракции щебня не производимые ДСК, может привести к необходимости перестраивать всю технологическую схему карьера. В данной ситуации, возможно привлечение организации, которая поставит современное высокотехнологичное мобильное оборудование, позволяющее получать на определенной стадии технологической цепи существующего ДСК дополнительную номенклатуру конечной продукции.

Главной причиной невыполнения объёмов работ по рекультивации является отсутствие финансирования, реорганизация и ликвидация предприятий.

В ряде случаев целесообразно привлечение к выполнению работ по рекультивации фирм, специализирующихся на рекультивации техногенных ландшафтов, имеющих квалифицированные кадры, специализированное оборудование, материалы, владеющие технологиями и агротехникой. Привлечение субподрядных организаций, выполняющих весь комплекс работ по рекультивации и реабилитации нарушенных территорий, позволяет сократить эксплуатационные и капитальные затраты карьеров, повысить качество восстановления земель.

В настоящее время наиболее распространён промышленный аутсорсинг на предприятиях, использующих буровзрывной способ подготовки горных пород к выемке. Как правило, недропользователь отказывается либо только от хозяйственного способа производства взрывных работ, либо от всего комплекса буровзрывных работ.

Таким образом, основываясь на анализе распределении затрат различных видов работ в общей себестоимости производства щебня на карьерах, доля аутсорсинга в затратах на 1 т готовой продукции не превышает 15 %.

Обоснованное и эффективное использование аутсорсинга позволит предприятию не только сократить собственные издержки, но и остаться относительно независимым по отношению к внешним факторам (колебаниям спроса, цен) без значительных капитальных затрат.

Решение о целесообразности привлечения аутсорсера при условии обеспечения рентабельности горного производства следует принимать на основе следующей зависимости (3.1.)

$$C_a \leq C - C_c \rightarrow \min \quad (3.1)$$

где  $C_a$  - себестоимость конечной продукции при привлечении подрядной организации;

$C_c$  - себестоимость конечной продукции при выполнении оставшегося производственного цикла силами предприятия;

$C$  - рыночная цена конечной продукции горнодобывающего предприятия.

Преимуществами аутсорсинга технологических процессов предприятий по добыче нерудных строительных материалов являются:

- снижение затрат на приобретение и обслуживание нового горнотранспортного и перерабатывающего оборудования;
- эффективный контроль сроков выполнения горных работ;
- получение доступа к современному высокотехнологичному горному оборудованию при отсутствии больших капиталовложений;
- отсутствие необходимости привлечения дополнительных трудовых ресурсов;
- повышение производительности труда;
- создание более «гибкого» горного производства (быстрая адаптация к изменению внешних факторов).

Основной проблемой при применении аутсорсинга в современных условиях карьеров НСМ является необходимость иметь на предприятии высококвалифицированный инженерно-технический руководящий персонал, способный эффективно организовывать, контролировать и осуществлять приёмку работ, переданных подрядчиками.

### 3.3 ОБОСНОВАНИЕ ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ ГОРНОТРАНСПОРТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ НА КАРЬЕРАХ НСМ

Внешнеполитические события последних лет, выразившиеся в наложении санкций на ряд импортных товаров, наряду с общемировым экономическим кризисом, определили необходимость импортозамещения в российской промышленности. Тенденция к массовому потреблению импортных товаров, прогрессивно развивающаяся с начала 2000-х гг., была резко остановлена. При этом выявились проблемы отечественного машиностроения для ведения горных работ. Вопрос импортозамещения является стратегически важным, от его решения зависит уровень роста и развития российской экономики. Особое внимание необходимо уделить импортозамещению в отрасли нерудных строительных материалов, являющейся базой для строительного комплекса России [36].

В горной промышленности в постсоветский период активно проводилась политика интенсивной замены отечественного оборудования на импортное из-за физического и морального износа значительной части основных фондов. Воспроизводство основных фондов большинства предприятий отрасли НСМ осуществлялось за счет зарубежного оборудования. По данным авторов [67], доля импортного оборудования в горной отрасли достигла следующих показателей:

- гидравлические экскаваторы – более 95%;
- бульдозеры – 50%;
- фронтальные колесные погрузчики – 60%;
- буровые станки и установки – 50%;
- мобильное и стационарное комплектное дробильно-сортировочное оборудование – более 95%;
- карьерные автосамосвалы – 20%.

Многое из вышеперечисленного оборудования приобреталось в виду отсутствия отечественных аналогов, например, гидравлические экскаваторы с

вместимостью ковша более 3 м<sup>3</sup>, фронтальные погрузчики с емкостью ковша более 5 м<sup>3</sup>, буровые станки с мелким шагом регулировки угла наклона бурового инструмента, буровые установки для бурения шпуров, комплектные дробильно-сортировочные заводы в открытом исполнении, мобильное дробильно-сортировочное оборудование с производительностью более 150-200 тыс.м<sup>3</sup> в год, шарнирно-сочлененные автосамосвалы и др. Анализ стоимости аналогичного отечественного и импортного оборудования представлен в таблице 3.2 (по данным специализированных торговых площадок).

Таблица 3.2 - Анализ стоимости аналогов отечественного и импортного оборудования

Отечественное оборудование	Стоимость, млн. руб.	Импортное оборудование	Стоимость, млн. руб.	Разница, %
<b>Бульдозеры</b>				
Бульдозер Б10М (ЧТЗ-Уралтрак)	5,5-6	Caterpillar D6N (США)	20-22	350
		Shantui SD16 (Китай)	7-8	120
Бульдозер Четра Т-20	13-14	Komatsu D155 (Япония)	35-38	280
		Shantui SD32 (Китай)	16-18	120
<b>Погрузчики</b>				
Погрузчик Аккодор 371	8-9	Volvo L150 (Швеция)	25-27	300
		Xcmg LW600 (Китай)	7-8	-10
<b>Автосамосвалы</b>				
Автосамосвал БелАЗ 7545 (г/п 45 т)	17-19	Terex TR45 (Великобритания)	18-20	110
Автосамосвал БелАЗ 7555 (г/п 55 т)	24-26	Caterpillar 773 (США)	25-28	110
		Terex TR60 (Великобритания)	28-30	120
БелАЗ 7558 (г/п 90 т)	48-50	Caterpillar 777 (США)	50-55	110
<b>Экскаваторы</b>				
Экскаватор ЭКГ-5А	60-80	Caterpillar 374 (США)	45-50	-30
Экскаватор ТВЭКС ЕТ-26	6-7	Dcosan DX300 (Корея)	7-8	110
		Caterpillar 323 (США)	10-12	150
		XCMG ХЕ250 (Китай)	7-8	120

В большинстве случаев проводилась замена горнотранспортного оборудования на разрекламированную импортную технику без детального анализа целесообразности замены. В среднем стоимость импортного оборудования, используемого на российских карьерах НСМ выше в 3 - 4 раза по сравнению с российскими и белорусскими производителями. Исключения составляют карьерные автосамосвалы и экскаваторы малого и среднего класса, где превышение стоимости составляет 10 - 50 %.

Данная тенденция крайне отрицательно отразилась на отечественном секторе горного машиностроения, выразившаяся в значительном снижении поступления денежных средств к ведущим российским заводам-изготовителям горного оборудования. Многие предприятия из-за нехватки финансов прекратили дальнейшие разработки и усовершенствования пользующегося малым спросом оборудования или ограничили производство.

Основным направлением технического перевооружения карьеров НСМ в секторе выемочно-погрузочных машин стала замена экскаваторов серии ЭКГ на импортные гидравлические. Главными причинами вывода из парка выемочного оборудования самого распространенного экскаватора ЭКГ-5А являлись: малая мобильность оборудования, многочисленный штат обслуживающих рабочих, невозможность работы на подступе и нижним черпанием, более высокая стоимость машины по сравнению с импортным гидравлическим экскаватором аналогичной производительности.

Для экскаваторов, работающих в забое, свойство мобильности не является значительным требованием к конструкции. Как правило, экскаватор основное время рабочей смены проводит непосредственно в забое, совершая незначительные передвижения вдоль фронта работ. На российских карьерах, разрабатывающих изверженные горные породы, среднесменное подвигание забоев экскаваторов не превышает 20-30 м.

В условиях экономической нестабильности в стране и снижении занятости в промышленности сокращение штата горных рабочих не является преимуществом, а учитывая градообразующий статус большинства

горнодобывающих предприятий (например, Кузнечное и Каменногорск Ленинградской области, Павловск Воронежской области, Микашевичи Республика Беларусь), снижение занятости из-за сокращения работников приводит к социальной напряженности в районе.

Принимая решение о замене отечественных экскаваторов мехлопат серии ЭКГ на импортные гидравлические, как правило, лица принимающие решения в эксплуатирующих организациях не уделяли должного внимания такому важному показателю работы горного оборудования, как срок службы. Опыт эксплуатации импортных гидравлических экскаваторов показал, что срок их функционирования не превышает 7-8 лет. Средний срок работы отечественных экскаваторов серии ЭКГ составляет не менее 25 лет.

Срок эксплуатации отечественных экскаваторов на ряде предприятий НСМ приведен в таблице 3.3.

Таблица 3.3 - Срок эксплуатации отечественных экскаваторов на ряде предприятий НСМ

Месторождение	Наименование оборудования	Год производства	Количество	Срок эксплуатации
Шкурлатовское	Экскаватор ЭКГ-10	1997-1999	2	17-19
	Экскаватор ЭКГ-8И	1982-1985	3	21-24
	Экскаватор ЭКГ-8УС	1991; 2007	2	25; 9
	Экскаватор ЭКГ-4У	1980	1	36
	Экскаватор ЭКГ-5А	1982-2005	5	11-34
Пушкарев ключ	Экскаватор ЭКГ-5А	1981-1988	2	28-35
	Экскаватор ЭКГ- 4,6Б	1975	1	41
Гавриловское	Экскаватор ЭКГ-5А	1984-2001	3	15-32
ОАО «Кампес»	Экскаватор ЭКГ-5А	1980	1	36
	Экскаватор ЭКГ- 4,6Б	1971-1978	2	38-45
Роговицко-Кикеринское	Экскаватор ЭКГ- 4,6Б	1989	1	27
	Экскаватор ЭКГ-5А	1992	1	24
Кирьявалахти	Экскаватор ЭКГ-5А	1986	2	30
Каменногорское	Экскаватор ЭКГ-5А	2001-2007	3	9-15
Микашевичи	Экскаватор ЭКГ- 4,6Б	1977-1986	5	30-39
	Экскаватор ЭКГ-5А	1985-2008	8	8-31
	Экскаватор ЭКГ-8И	1987-1988	2	28-29



Рост курса валют практически нивелировал различие в стоимости импортного и отечественного оборудования при более чем в 3 раза большем сроке службы отечественных мехлопат.

Немаловажным фактором является экологичность использования оборудования. Экскаваторы серии ЭКГ имеют электропривод и наносят меньший вред окружающей среде по сравнению с импортными дизельными аналогами.

В качестве основных преимуществ импортных бульдозеров (марки «Caterpillar», «Komatsu», «Liebherr» и др.) специалисты, как правило, отмечают более высокий коэффициент технической готовности и высокую производительность по сравнению с отечественными аналогами. Модельный ряд отечественных бульдозеров в настоящее время практически полностью удовлетворяет производственные потребности карьеров НСМ, относительно невысокая стоимость российской техники данного вида и запасных частей позволяет заменить импортные образцы.

Фронтальные колесные погрузчики российского и белорусского производства, по сравнению с техникой ведущих мировых марок, имеют меньший коэффициент технической готовности, однако, с другой стороны, стоимостная составляющая дает им большое преимущество. Проблема отсутствия тяжелых отечественных погрузчиков с емкостью ковша более 5-6 м<sup>3</sup> в меньшей степени затрагивает карьеры НСМ, так как основной парк погрузчиков на них составляют машины с ковшом 3 - 5 м<sup>3</sup>.

Существует проблема с переработкой добытых НСМ. Отечественные заводы-изготовители в настоящее время не производят среднее и тяжелое мобильное дробильное оборудование.

Комплектные дробильно-сортировочные заводы также отсутствуют, производятся только отдельные узлы и агрегаты, требующие совместной увязки. Разработанные в советское время типовые ДСЗ отстают по части автоматики и срокам строительства от комплектных импортных ДСЗ в открытом исполнении.

Однако неоспоримым преимуществом заводов отечественного производства является их срок службы – 30 и более лет, импортные комплектные ДСЗ открытого исполнения более 7-8 лет не эксплуатируются. По данным ОАО «Гипронеруд», многие предприятия обладают значительными запасами полезного ископаемого (более 100 млн.м<sup>3</sup>), в связи с чем, целесообразно производить строительство стационарных заводов на отечественном оборудовании при соответствующей финансовой поддержке государства, что позволит обеспечить переработку сырья в течение продолжительного времени, а также будет способствовать развитию сектора российского горного машиностроения.

Целесообразно внедрение модернизированных опытных образцов разработок дробильно-сортировочного оборудования советского времени. Например, в 70-х гг. прошлого столетия при участии ленинградского Всесоюзного государственного института по проектированию предприятий нерудной промышленности «Союзгипронеруд» и тольяттинского «ВНИИнеруд» была разработана сборно-разборная автоматизированная дробильно-сортировочная линия (САДЛ) И-400 и О-400 для переработки изверженных и осадочных пород соответственно.

Линия имела открытое исполнение, полную заводскую готовность, при трехстадийном дроблении обеспечивала годовую производительность до 500 тыс.м<sup>3</sup> щебня. Линии САДЛ-400 при некоторой доработке автоматики в настоящее время могли быть конкурентоспособны импортным линиям фирм «Metso Minerals», «Sandvik» и др.

Доработка линии САДЛ-400, с возможностью поставки в 2 и 3 линии, позволит иметь отечественные открытые заводы производительность 1000 и 1500 тыс.м<sup>3</sup> щебня в год, что в полной мере обеспечит средние и крупные предприятия комплектными заводами полной заводской готовности.

По данным авторов [59], отечественные станки СБШ-250, наиболее распространенные на карьерах НСМ, при бурении крепких пород не уступают по среднегодовой производительности зарубежным аналогам, а стоимость

обслуживания и запчастей в 3-4 раза ниже, чем у импортных станков, что делает их конкурентоспособными. Проблемной сферой применения бурового оборудования является производство работ на карьерах по добыче блочного камня, так как мобильных установок для бурения шпуров российское машиностроение не выпускает.

Белорусский производитель карьерных автосамосвалов «БелАЗ» и его сборочные филиалы в России полностью удовлетворяет потребность в данном виде техники у отечественных производителей строительных материалов.

Таким образом, сложившиеся экономические условия требуют динамичной реализации государственной программы импортозамещения, а также, развития и поддержки российского сектора горного машиностроения. В связи с чем, большинство процессов на российских карьерах НСМ целесообразно выполнять отечественной техникой, а применение импортного оборудования эффективно при выполнении небольшого объема специфических работ, не производимого отечественным горным оборудованием. Указанные виды работ могут быть выполнены путем передачи их на аутсорсинг.

## ВЫВОДЫ ПО ГЛАВЕ

1. Применение вертикальной интеграции на рынке НСМ является эффективной формой организации горного производства, реализации конечной продукции на высококонкурентном рынке щебня, позволяет уменьшить давление со стороны монополистов в сфере транспорта и энергетики и дает возможность эффективно регулировать производственный процесс.

Применение горизонтальной интеграции дает возможность горнодобывающей компании выдерживать конкуренцию на рынке щебня и, так же, как и при вертикальной интеграции, более эффективно осуществлять организацию, управление процессом добычи минерального сырья для производства строительных материалов.

2. Аутсорсинг является эффективным инструментом организации горного производства карьеров НСМ, позволяющим снизить затраты на приобретение и

обслуживание нового горного оборудования, эффективно контролировать сроки выполнения горных работ, получить доступ к современному высокотехнологичному горнотранспортному оборудованию при отсутствии больших капиталовложений, повысить производительность труда и др.

3. Сложившиеся современные экономические условия требуют интенсивной реализации государственной программы импортозамещения и развития российского сектора горного машиностроения. Большинство технологических процессов на российских карьерах НСМ необходимо выполнять отечественной техникой, а применение импортного оборудования целесообразно при выполнении ограниченного объема специфических работ, для которых не производится отечественное горное оборудование.

#### 4 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ РАЗРАБОТКИ ШКУРЛАТОВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ГРАНИТОВ С ОРГАНИЗАЦИЕЙ БУЛЬДОЗЕРНОГО ОТВАЛООБРАЗОВАНИЯ

##### 4.1 ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ И ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРЕДПРИЯТИЯ ПО РАЗРАБОТКЕ ШКУРЛАТОВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ГРАНИТОВ

Существуют предприятия, эксплуатирующие месторождения нерудного сырья, которые являются уникальными по своим горно-геологическим показателям. В таком случае при оценке их производственной деятельности применение базы данных карьеров-аналогов будет некорректно и приведет к ошибочным результатам. Однако можно найти аналогичные составляющие какого-либо производственного процесса и сравнить показатели по схожим этапам переработки сырья. Например, рассмотрим производственные процессы крупнейшего предприятия в России по производству высокопрочного гранитного щебня ОАО «Павловск Неруд», разрабатывающего Шкурлатовское месторождение гранитов.

Шкурлатовское месторождение гранитов расположено в Павловском районе Воронежской области, в 12 км юго-восточнее г. Павловск, в 10 км от судоходной реки Дон. Ближайшими железнодорожными станциями являются Бутурлиновка и Калач Юго-Восточной железной дороги – расположены в 60 км соответственно к северо-востоку и востоку от месторождения. В непосредственной близости от месторождения проходит автомобильная дорога федерального значения М-4 «Дон».

На базе месторождения с 1976 года работает Павловский горно-обогатительный комбинат, в настоящее время ОАО «Павловск Неруд».

Шкурлатовское месторождение эксплуатируется крупнейшим в стране карьером НСМ. Карьер имеет размеры в плане 2,4 км × 1,6 км, максимальная глубина – до 160 м, по длинной оси карьер ориентирован с северо-запада на юго-запад. Основной рабочий борт – северо-западный и юго-западный. Северо-восточный борт ограничен скрепленным руслом реки Гаврило и не разрабатывается.

Месторождение расположено в пределах Окско-Донской низменности, имеющей характерный долинно-балочный рельеф. Овраги и балки мелкие, широкие. Местность имеет вид слегка волнистой однообразной равнины с мягким спокойным рельефом.

Реки маловодные, текут в неглубоких, широких долинах. Водоразделы их плоские, однообразные, осложненные лишь неглубокими западинами, «степными блюдцами».

Единственная водная артерия в пределах месторождения – река Гаврило, приток реки Осередь, является левым притоком реки Дон. Река Дон протекает в 10 км западнее месторождения. Река Гаврило отведена за дамбу в период строительства карьера.

Относительные превышения рельефа в пределах участка горных работ незначительны (5-7 м). Минимальные абсолютные отметки поверхности составляют порядка 86,0 - 89,0 м (пойма реки Гаврило), максимальная отметка – 105,9 м на юго-западе месторождения.

Климат района умеренно-континентальный. Среднегодовое количество осадков для г. Павловска – 581 мм. Около 70 % их выпадает с апреля по октябрь. Среднегодовая температура – плюс 6,5 С°. Средняя температура июля – плюс 22 С°, января – минус 7,5 С°. Начало зимнего периода относится к середине ноября, весеннего – к концу марта.

Толщина снежного покрова – около 15 см. Глубина промерзания почвы – 83 см. Преобладающее направление ветра – юго-западное и западное. Замерзание рек происходит в конце ноября, вскрытие – в конце марта. Месторождение расположено на пастбищных и пахотных землях.

В геологическом строении Шкурлатовского месторождения принимают участие мезо-кайнозойские палеозойские и докембрийские отложения.

Кровля свежих незатронутых выветриванием гранитов находится на абсолютных отметках от плюс 32,9 м до плюс 69,9 м.

Гранитоиды представлены нормальными гранитами, микроклиновыми гранитами, граносиенитами, сиенитами, гранодиоритами, диоритами.

Нормальные граниты в составе комплекса занимают главенствующее положение. Среди них преимущественным распространением пользуются средне-крупнозернистые и порфиroidные биотито-роговообманковые граниты с массивной, разгнейсованной и полосчатой текстурой с пятнистой розово-серой и красновато-темносерой окраской, реже встречаются мелкозернистые разновидности. Минералогический состав представлен калишпатами, кварцем, кислыми плагиоклазами, роговой обманкой и биотитом, редко встречаются рудные минералы, в виде аксессуаров присутствуют апатит, циркон, сфен, лейкоксен. Структура гранитов гипидиоморфнозернистая, порфиroidная и катакластическая.

Граносиениты и сиениты распространены меньше, чем нормальные граниты, с которыми они связаны постепенными переходами и отличаются более светлой окраской.

Гранодиориты и плагиограниты имеют ограниченное распространение. Это серые и темносерые породы, в составе которых преобладают плагиоклазы. Диориты встречаются очень редко, характеризуются массивной среднезернистой структурой, темносерой до черной окраской. В составе их преобладает роговая обманка, биотит, плагиоклаз.

Мощность гранитов до границы подсчета запасов (до отметки минус 70 м) колеблется от 104,2 м до 137,0 м.

Породы вскрыши представлены (снизу-вверх):

Кора выветривания гранитоидов - пылеватая коолинизированная масса с обломками разрушенных зерен породообразующих минералов гранита.

По литологическим признакам выделены три типа коры выветривания:

а) дезинтегрированные коолинизированные гранитоиды мощностью до 0,5-1 м, сохраняющие текстуру и структурные особенности свежих пород, с которыми они связаны быстрым переходом, представлены мелкими трещиноватыми и плотными обломками, по трещинам развивается каолин и гидроокислы железа в виде прослойков и примазок;

б) глыбы и валуны крепких гранитоидов овальной и слабоугловатой формы размером в длину до 3 - 5 м и в поперечнике до 1 - 3 м, погруженные в дресвяно-песчано-глинистый материал, состоящий из каолина и нацело разрушенных обломков гранита;

в) каолиновые глины светлосерой, зеленовато-серой, розовато-серой обычно пятнистой окраски, насыщенные кварцево-полевошпатовым песком, полуразрушенной дресвой и обломками гранитов.

Мощность коры выветривания колеблется от 0,1 до 10 м. Максимальные мощности до 5÷10 м приурочены к впадинам северо-западного простирания.

Девонские отложения в виде чередующихся слоев аргиллитов, алевролитов, песчаников и глин. Наибольшим распространением пользуются аргиллиты и алевролиты (60 - 65%). Породы имеют серую, зеленовато-серую и темно-серую окраску, плитчатые, местами сланцеватые, обогащенные обуглившимися остатками древней флоры. Песчаники и кавернозные известняки приурочены к низам толщи, распространены локально. Мощность отложений изменяется в широких пределах (в зависимости от рельефа кровли гранитов) от 4,0 до 28,1 м, составляя в основном 14,0 - 17,0 м. В районе куполообразных возвышений отложения девона выклиниваются;

Меловые отложения:

- Сеноманские зеленовато-серые пески и песчанистый мел. Мощностью - до 3,6 м;

- Туронский мел. Мощностью - до 18,2 м;

Четвертичные отложения:

- Средне-четвертичные отложения представлены двумя слоями песков – верхний и нижний, разделенные слоями песчано-глинистых и глинистых пород.

Пески нижнего слоя представляют собой мелкие и среднезернистые уплотненные породы, желтого и желтовато-серого цвета, кварцево-полевошпатового состава, глинистые, иногда с прослойками и мелкими линзами зеленовато-серой глины, приуроченной к верхней части слоя. Текстура



песков: мощность нижней пачки колеблется от 1,1 до 17,0 м, составляя в среднем 2,7 м.

Глины широко развиты на изученной площади. Это плотные, вязкие породы, часто с прослойками и линзами песка, цвет породы буровато-коричневый, реже серый и темно-серый за счет повышенного содержания органических примесей (10 - 15 %). Мощность глин колеблется от 0,5 до 17,0 м, в среднем равна 3,5 м.

Пески верхнего слоя развиты практически повсеместно и представляют собой слабо уплотненные породы серого и серовато-желтого цвета, мелкозернистые, кварцевые и кварцево-полевошпатовые, глинистые (местами переходящие в супеси), в нижней части слоя иногда засоренные включениями полуразложившихся обломков мела, аргиллита и почвенной дресвы черного цвета. По всей толще спорадически встречаются линзы серых глин мощностью 0,1 - 0,4 м. Мощность песков верхнего слоя колеблется от 1,0 до 12,6 м, средняя равна 7,4 м.

Общая мощность средне-четвертичных отложений колеблется от 1,2 до 25,2 м, в среднем составляет 13,6 м.

- Верхне-четвертичные отложения – представлены суглинками и глинами, перекрывающими практически сплошным чехлом пески верхнего слоя. Суглинки и глины характеризуются буровато-коричневым цветом, комковатой текстурой, содержат мелкие включения плотных карбонатов («дутик»), рассеянных по всему слою. В нижней части – обычно с линзочками и прослойками песка. Мощность колеблется от 0,5 до 13,6 м, в среднем равна 3,8 м.

Современные отложения – почвенно-растительный слой черного цвета, песчано-глинистого состава, рыхлого с большим количеством органики. Мощность - 0,3 - 1,0 м, в среднем 0,5 м. Подстилающие породы на месторождении не вскрыты.

Шкурлатовское месторождение приурочено к Павловскому выступу докембрийского гранитоидного батолита, возраст которого определяется в 2,8 млрд. лет.

По сложности геологического строения согласно «Классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твёрдых полезных ископаемых» и «Методическим рекомендациям по применению «Классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твёрдых полезных ископаемых» Шкурлатовское месторождение относится к I группе, о чем свидетельствует простая форма (батолит), крупные размеры, повсеместное распространение полезной толщи, выдержанность литологического состава и физико-механических свойств, слагающих ее гранитоидных пород.

Шкурлатовское месторождение гранитов находится в сложных гидрогеологических условиях.

Река Гаврило, протекающая по территории месторождения, отведена к северу от карьерного поля; между карьерным полем и новым руслом реки сооружена специальная дамба. В настоящее время водопонижающие скважины по рабочему борту подработаны, оплывание бортов не наблюдается, осушение карьера осуществляется открытым водоотливом.

Качество полезной толщи Шкурлатовского месторождения оценивалось на основании лабораторных физико-механических испытаний, петрографических, химических и радиационно-гигиенических исследований.

Свойства гранитов по поверхности и на глубину - стабильные, физико-механические показатели практически не отличаются друг от друга, что характеризует единый технологический тип сырья.

Из гранитов месторождения в настоящее время производится следующая продукция:

- камень строительный из гранита крупностью 0 - 300 мм;
- щебень по ГОСТ 8267-93 «Щебень и гравий из плотных горных пород для строительных работ. Технические условия»;

- щебень по ГОСТ Р 54748-2011 «Щебень из плотных горных пород для балластного слоя железнодорожного пути. Технические условия»;
- песок из отсевов дробления гранитов по стандарту предприятия;
- смеси по ГОСТ 25607-2009 «Смеси щебеночно-гравийно-песчаные для покрытий и оснований автомобильных дорог и аэродромов. Технические условия».

Граниты Шкурлатовского месторождения и получаемая из них продукция соответствует требованиям СанПиН 2.6.1.2523-09 «Нормы радиационной безопасности» (НРБ-99/2009) и относится к I классу строительных материалов применяемых для всех видов строительства без ограничений.

Предприятие является ближайшим производителем высококачественного щебня к крупнейшему потребителю данной продукции Москве и Московской области.

В состав действующего предприятия входят следующие производственные объекты:

- карьер;
- промплощадка ДСЗ с подсобно-вспомогательными зданиями и сооружениями;
- отвалы вскрышных пород № 1 и № 2;
- склад взрывчатых материалов;
- хвостохранилище;
- подъездная автодорога;
- две дробильно-сортировочные установки (ДСК-1 и ДСК-2), расположенные в карьере;
- автодорога на склад ВМ;
- железнодорожный путь на склад ВМ, внутриобъектные железнодорожные пути и автодороги.

Транспортирование строительного камня из карьера на ДСЗ и вскрышных пород в отвалы выполняется железнодорожным транспортом, состоящим из

тягового агрегата с тепловозной и электровозной секциями и 8-10 думпкаров грузоподъемностью 105 т.

Строительный камень из забоев к приемным бункерам ДСК-1 и ДСК-2 транспортируется автосамосвалами «БелАЗ» грузоподъемностью 30 т и САТ-773Е грузоподъемностью 55 т.

Вывозка готовой щебеночной продукции осуществляется:

- со складов на промплощадке ДСЗ - железнодорожным транспортом, частично автотранспортом потребителей;
- с площадок ДСК-1 и ДСК-2 - автотранспортом потребителей.

#### 4.2 ОСНОВНЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ И ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ РЕШЕНИЯ ПО ОТРАБОТКЕ ШКУРЛАТОВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Шкурлатовское месторождение условно разделено на три участка: 1, 2 и 3. Вскрытие было произведено двумя въездными траншеями (внутренней – западной и внешней – юго-восточной) и разрезной траншеей, пройденной вдоль юго-западной границы 1-го участка.

Вскрышные и добычные уступы карьера ориентированы с северо-запада на юго-восток.

Рабочим является юго-западный борт. Подвигание фронта горных работ – в юго-западном направлении.

В северо-восточной, восточной и юго-восточной частях карьера сформирован нерабочий борт, поставленный в конечное положение.

На северо-западном фланге карьера горные работы остановлены на границе с участком № 2. Во временно нерабочем борту проложены транспортные железнодорожные и автомобильные съезды.

Вскрышные породы, представленные рыхлой и скальной вскрышей, отрабатываются тремя уступами.

Отвал вскрышных пород № 1 расположен к востоку от действующего карьера, в пойме реки Гаврило, в 1,5 км от юго-восточной въездной траншеи, отвал вскрышных пород № 2 – к юго-западу от карьера в 300 м от автомобильной дороги Павловск-Шкурлат. Транспортная связь карьера с отвалом осуществляется через станцию Породная.

В ближайшей перспективе карьером в отработку вовлекаются запасы 1 и частично 2 и 3 участков в объеме, необходимом для обеспечения исходным сырьем ДСЗ, ДСК-1 и ДСК-2 на период работы карьера с 2015 по 2034 гг. Запасы отрабатываются единым карьером в пределах существующего горного отвода. По состоянию на 01.01.2015 г. общий объем запасов гранитов по категориям А, В, С<sub>1</sub> и С<sub>2</sub> составляет 495900,2 тыс.м<sup>3</sup>, запасов почвенно-растительного слоя по категориям В и С<sub>1</sub> – 2527,7 тыс.м<sup>3</sup>.

Площадь карьера по верху составляет 309,0 га. Глубина (по периметру) – до 173 м.

Разработка Шкурлатовского месторождения гранитов производится по циклической технологической схеме. Система разработки – смешанная (углубочно-сплошная), двухбортовая с внешними отвалами. Дальнейшее направление отработки месторождения принимается юго-западное с частичным переносом объездного пути и последующим переводом горных работ на 2-ой участок.

Вскрышные породы предусматривается разрабатывать тремя уступами:

Перый – по четвертичным породам;

Второй – по мелу;

Третий – по аргиллитам, выветрелым гранитам.

Разработка рыхлых вскрышных пород - четвертичных и меловых отложений – предусматривается драглайнами ЭШ-6.45 с погрузкой в железнодорожный транспорт.

Скальная вскрыша, представленная аргиллитами, в толще которых встречаются прослойки крепких песчаников и валуны гранита, а также выветрелыми гранитами перед погрузкой требует предварительного рыхления.

Погрузка разрыхленной скальной вскрыши в железнодорожный транспорт предусматривается экскаваторами ЭКГ-8И и ЭКГ-8УС. Железнодорожный транспорт представлен думпкарами 2ВС-105 грузоподъемностью 105 т.

Полезная толща (граниты) отрабатывается 8-ю добычными уступами. Высота уступов - 12, 14, 15, 16 и 17 м. Одновременно в отработке находятся все уступы.

Граниты месторождения относятся к крепким скальным породам, что обуславливает применение буровзрывных работ. Бурение скважин предусматривается станками шарошечного бурения СБШ-250МН или аналогами. Диаметр скважин - 215,9 мм.

Разделка негабаритов, а также рыхление порохов в подошве уступов, оставшихся после массовых взрывов, ликвидация опасности в забоях (нависи и крупные блоки в верхней части уступов, заколы в пределах призмы обрушения) производятся шпуровыми и накладными зарядами. Часть негабаритных кусков (~50 %) разделяется с помощью гидромолотов, установленных на базе экскаваторов Volvo EC-360В или аналогичных.

Погрузка разрыхленных взрывом пород на горизонтах «+35 м», «+18 м», «+2 м», «-15 м», «-32 м», «-44 м» производится экскаваторами типа прямая лопата ЭКГ-10, ЭКГ-8УС, ЭКГ-8И и ЭКГ-4У в железнодорожный транспорт с доставкой сырья на переработку на ДСЗ. Железнодорожный состав включает тяговый агрегат ОПЭ-1 в составе электровоза управления, секции автономного питания и думпкары 2ВС-105 грузоподъемностью 105 т.

На горизонтах «-70 м», «-56 м» и, частично, на горизонте «-32 м» погрузка пород производится экскаваторами ЭКГ-5А и Komatsu PC-1250 в автосамосвалы с транспортировкой сырья на переработку на ДСК-1 и ДСК-2, расположенных в карьере на отметках минус 19 м и минус 32 м. В качестве транспортных средств используются автосамосвалы САТ-773Е грузоподъемностью 55 т и автосамосвалы БелАЗ-7540 грузоподъемностью 30 т различных модификаций.

#### 4.3 АНАЛИЗ ПРОБЛЕМ ОРГАНИЗАЦИИ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ РАБОТ НА КАРЬЕРЕ ПО РАЗРАБОТКЕ ШКУРЛАТОВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ГРАНИТОВ

Карьер по разработке Шкурлатовского месторождения гранитов является уникальным. Подавляющее большинство гранитных карьеров страны обрабатывают месторождения с текущим коэффициентом вскрыши менее 0,2. На Шкурлатовском месторождении горные работы ведутся с текущим коэффициентом 0,6.

Технико-экономические показатели работы предприятия представлены в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Технико-экономические показатели работы предприятия

Показатель	Ед. изм.	Количество
1 РАСХОДЫ, в т.ч.	тыс.руб	2 553 748
1.1 Запасные части и материалы	тыс.руб	164 655
1.2 Дизельное топливо	тыс.руб	316 410
1.3 Электроэнергия	тыс.руб	1 100 803
1.4 БВР	тыс.руб	130 000
1.5 Техобслуживание оборудования	тыс.руб	27 600
1.6 Амортизация	тыс.руб	560 000
1.7 Зарплата	тыс.руб	52 500
1.8 Отчисления на социальные нужды	тыс.руб	18 690
1.9 НДС (5,5 %)	тыс.руб	61 480
1.10 Прочие расходы (5 %)	тыс.руб	121 610
2 ОБЪЕМ ДОБЫЧИ	тыс.м <sup>3</sup>	5 000
3 ОБЪЕМ ВСКРЫШИ	тыс.м <sup>3</sup>	3 000
4 ОБЪЕМ ВЫПУСКА ЩЕБНЯ	тыс.т	9 450
5 СЕБЕСТОИМОСТЬ ПРОИЗВОДСТВА ЩЕБНЯ	руб./т	268

Анализ производственной деятельности предприятия показывает систематическое отставание объемов удаления вскрышных пород от заданных проектной документацией объемов. При существующем парке горнотранспортного оборудования и имеющегося в наличии фронта отвальных



работ удаление вскрышных пород в объеме более 3,0 млн.м<sup>3</sup> в год технически невозможно. Вследствие этого рабочие площадки имеют минимальные размеры, а уровень добычи не превышает 5,0 - 5,3 млн.м<sup>3</sup> в год, из которых на переработку на ДСЗ поступает около 4,0 млн.м<sup>3</sup> исходного сырья в целике.

Таким образом, дробильно-сортировочный завод задействован не на полную мощность. Аналогичный по производственной мощности завод эксплуатируется на ГОКе Микашевичи в Республике Беларусь и перерабатывает большой объем горных пород. Ввиду этого возможно увеличение переработки сырья на действующем ДСЗ на 20 %. При заданном объеме выполнения добычных работ объемы вскрышных пород, подлежащие удалению в ближайшие 20 лет, составят от 3,5 до 4,1 млн.м<sup>3</sup> в год.

Дополнительный объем вскрышных пород составит 0,5 – 1,1 млн.м<sup>3</sup> в год. Для складирования планируемого объема удаления вскрышных пород предлагается организация нового автомобильного бульдозерного отвала в непосредственной близости от юго-восточной въездной траншеи. Общая длина фронта отвальных работ на автомобильных бульдозерных отвалах в 5 - 7 раз меньше по сравнению с железнодорожными экскаваторными отвалами. При формировании автомобильных бульдозерных отвалов возможно меньшее по площади изъятие земель и формирование оптимальной конфигурации в плане.

Для экскавации планируемого объема удаляемых вскрышных пород предлагается приобретение драглайна ЭШ-10.50 (версия драглайна ЭШ-10.70 с укороченной стрелой). Драглайн ЭШ-10.50 хорошо зарекомендовал себя на карьерах Михайловского ГОКа и Вольногорского ГМК как для погрузки в железнодорожный, так и в автомобильный транспорт. Совершенствование организации горных работ обеспечивается при приобретении и вводе в эксплуатацию одного драглайна ЭШ-10.50 и семи автосамосвалов БелАЗ 7555.

Увеличение объемов добычных работ потребует приобретение дополнительно одного экскаватора ЭКГ-8УС и одного бурового станка СБШ-250МН. Действующий железнодорожный парк обеспечит увеличившийся объем добычных работ без приобретения дополнительного оборудования.

Общие капитальные затраты составят 523 млн. руб. в ценах II квартала 2016 года.

#### 4.4 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА РЕАЛИЗАЦИИ ПРЕДЛАГАЕМЫХ ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПО РАЗРАБОТКЕ ШКУРЛАТОВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ГРАНИТОВ

Техническую реализацию проводимой оценки целесообразно выполнять в виде модели, которая изначально относится к технике вычислений метода Монте-Карло, состоящей в переборе значений случайных величин в условиях неопределенности. Конечным результатом процесса оценки являются функции распределения чистой текущей стоимости реализации организационных решений (NPV), внутренней нормы его рентабельности (IRR), индекса доходности (PI), срока окупаемости ( $T_{ок}$ ), а также вероятность получения убытков и величину их математического ожидания.

Для реализации модели оценки эффективности принимаемых решений используется программа FS – МАФМО, разработанная на кафедре разработки месторождений полезных ископаемых Горного университета, соответствующая международной методике по оценке проектов UNIDO и «Методическим рекомендациям по оценке эффективности инвестиционных проектов» (утв. Минэкономки РФ, Минфином РФ, Госстроем РФ 21.06.1999 № ВК 477).

Расчет показателей эффективности произведен в текущих ценах IV квартала 2015 года.

Ставка дисконта принимается с учётом классификации, разработанной на основе обобщённых данных многолетнего опыта эксплуатации горных предприятий в развитых горнодобывающих странах, в соответствии с которой, проекты, касающиеся расширения действующего производства относятся ко второму классу, со средней ставкой дисконта 12 – 15 %.

Основные технико-экономические показатели отработки месторождения при реализации предлагаемых организационных решений представлены в таблице 4.2.

Таблица 4.2 – Техничко-экономические показатели обработки Шкурлатовского месторождения гранитов

Показатель	Ед. изм.	Количество
1 РАСХОДЫ, в т.ч.	тыс.руб	3 116 993
1.1 Запасные части и материалы	тыс.руб	192 100
1.2 Дизельное топливо	тыс.руб	379 270
1.3 Электроэнергия	тыс.руб	1 416 033
1.4 БВР	тыс.руб	163 800
1.5 Техобслуживание оборудования	тыс.руб	30 360
1.6 Амортизация	тыс.руб	630 000
1.7 Зарплата	тыс.руб	54 200
1.8 Отчисления на социальные нужды	тыс.руб	19 550
1.9 НДС (5,5 %)	тыс.руб	83 190
1.10 Прочие расходы (5 %)	тыс.руб	148 490
2 ОБЪЕМ ДОБЫЧИ	тыс.м <sup>3</sup>	6 300
3 ОБЪЕМ ВСКРЫШИ	тыс.м <sup>3</sup>	4 100
4 ОБЪЕМ ВЫПУСКА ЩЕБНЯ	тыс.т	11 900
5 СЕБЕСТОИМОСТЬ ПРОИЗВОДСТВА ЩЕБНЯ	руб./т	259
6 КАПИТАЛЬНЫЕ ЗАТРАТЫ	тыс.руб	523 000
7 ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ПРИБЫЛЬ ОТ ВНЕДРЕНИЯ	тыс.руб	277 200

Результаты оценки эффективности принимаемых организационных решений приведены в таблице 4.3.

В современной практике оценки эффективности принятия организационных и проектных решений предполагается включение в рассмотрение не только геологических, горнотехнических и экономических аспектов, но и оценку риска реализации проекта (вероятность получения убытков и величину их математического ожидания).

Таблица 4.3 – Результаты оценки эффективности принимаемых организационных решений

Показатель	Ед. изм.	Количество	
1 Ставка дисконтирования	%	12	15
2 NPV – чистая текущая стоимость	тыс.руб.	2 242 140	1 794 164
3 IRR – внутренняя норма дохода	%	52	49
4 Срок окупаемости:	-		
4.1 простой	лет	1,41	1,41
4.2 дисконтированный	лет	1,58	1,62
5 Вероятность убытков (риск)	%	1,2	2,3
6 Индекс доходности (PI)	-	4,3	3,4

Принимаемые организационно-технические решения предполагают получение конечного результата, который обладает неопределенностью. Эта неопределенность определяется не только геологическими и горнотехническими стохастическими исходными данными, но и большим количеством технико-экономических факторов.

Наиболее значимыми показателями, имеющими стохастический характер, являются цены на щебень, эксплуатационные затраты, налоги и уровень инфляции. Необходимо оценить риск принимаемых организационно-технических решений, чтобы минимизировать возможные убытки при их реализации.

Основные показатели реализации предлагаемых решений определяются при различной цене на щебень и ставке дисконтирования 15 %. Результаты вычислений представлены в таблице 4.4.

Таблица 4.4 – Результаты расчета основных показателей реализации предлагаемых решений при различной цене на щебень

Показатель	Ед. изм.	Количество				
		250	275	300	325	350
1 Цена на щебень	руб./т	250	275	300	325	350
2 NPV – чистая текущая стоимость	тыс.руб.	- 1 185 277	304 443	1 794 164	3 283 885	4 773 606
3 IRR – внутренняя норма дохода	%	-	9	49	88	128
4 Срок окупаемости:	-					
4.1 простой (PBP)	лет	-	3,9	1,4	0,8	0,6
4.2 дисконтированный (DPBP)	лет	-	6,5	1,9	1,0	0,7
5 Вероятность убытков (риск)	%	63,4	18,6	4,1	1,0	0,1
6 Индекс доходности (PI)	-	-2,3	0,6	3,4	6,3	9,1

При определении экономических показателей работы действующего карьера, при реализации программ технического перевооружения, расширения, корректировке организации производственного процесса и др., срок оценки принимается 15 - 20 лет.

При сроках окупаемости превышающих указанные 15-20 лет резко возрастает риск не подтверждения исходных данных, а коэффициент дисконтирования стремится к нулю. При оценке развития ситуации на рынке щебня с учетом фактора времени предполагается наличие различных сценариев реализации проекта.

На рисунке 4.1 представлен график изменения во времени чистой приведенной стоимости при реализации предлагаемого варианта организации эксплуатационных работ карьера для значений процентной ставки 15 % и 40 %.

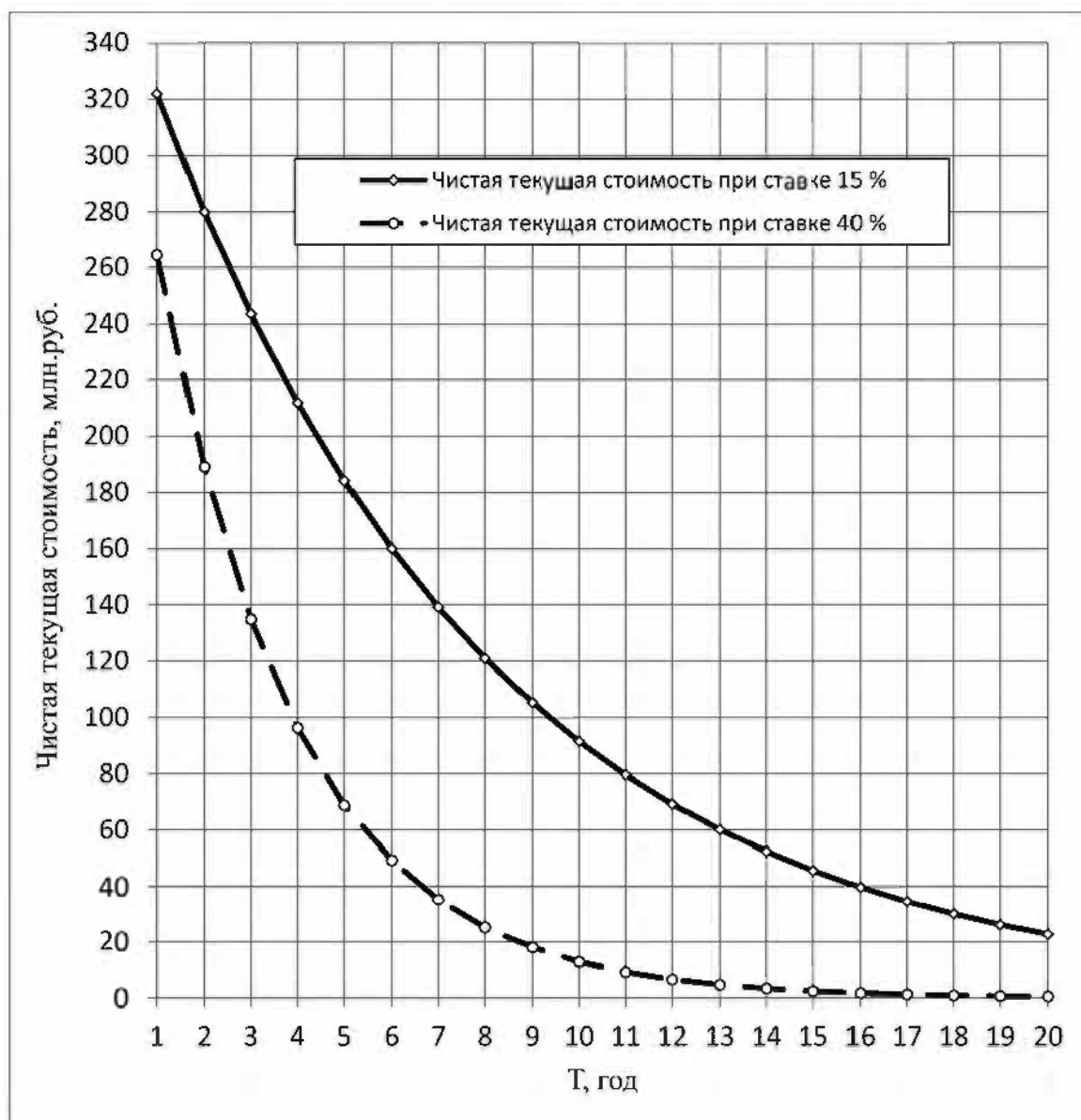


Рисунок 4.1 - График изменения во времени чистой текущей стоимости при реализации предлагаемого варианта организации эксплуатационных работ карьера для значений процентной ставки 15 % и 40 %

График зависимости внутренней ставки дохода (IRR) и риска получения убытков от цены на щебень представлена на рисунке 4.2.

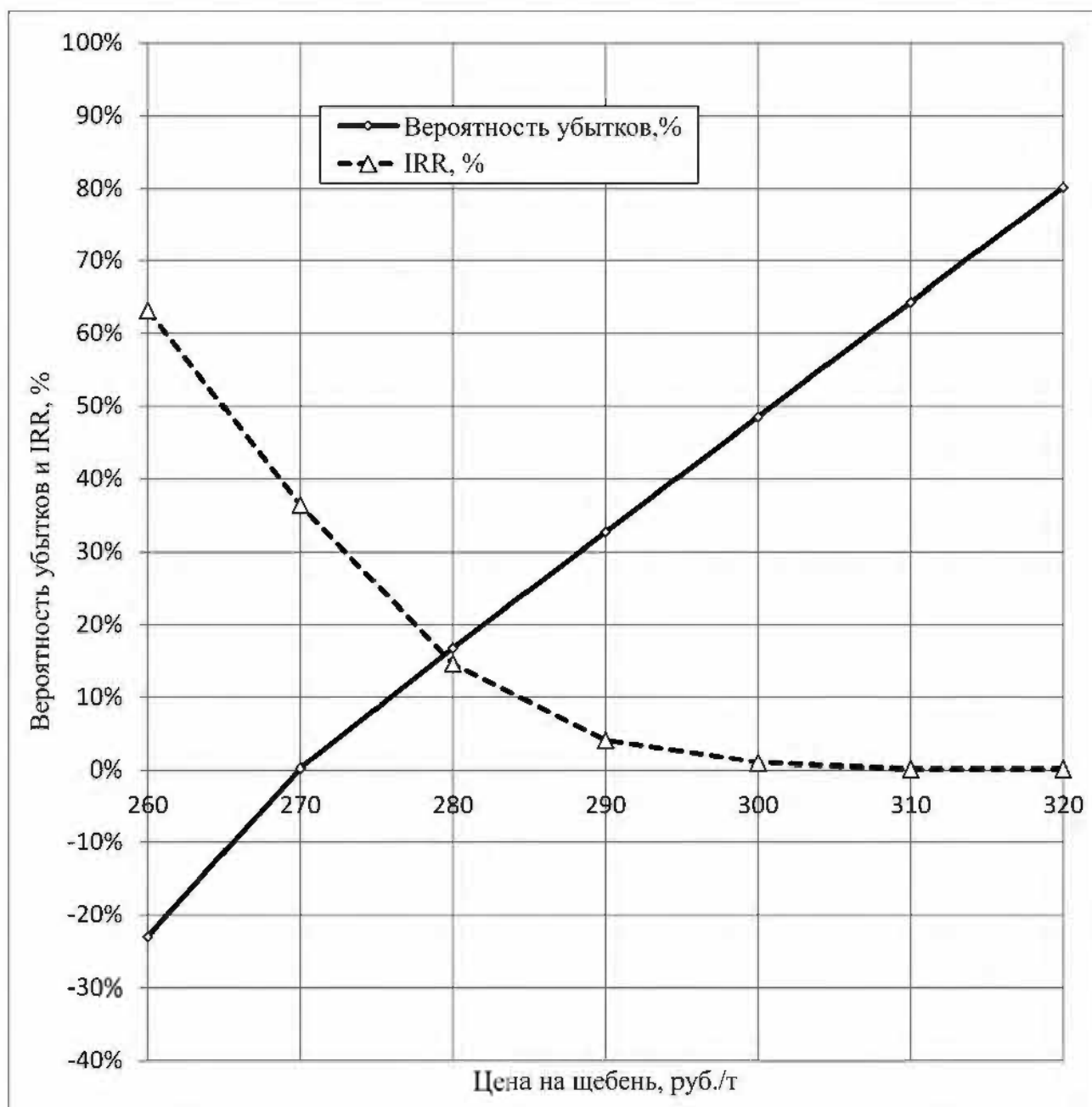


Рисунок 4.2 - График зависимости внутренней ставки дохода (IRR) и риска получения убытков от цены на щебень

График зависимости чистой текущей стоимости (NPV) от цены на щебень представлен на рисунке 4.3.



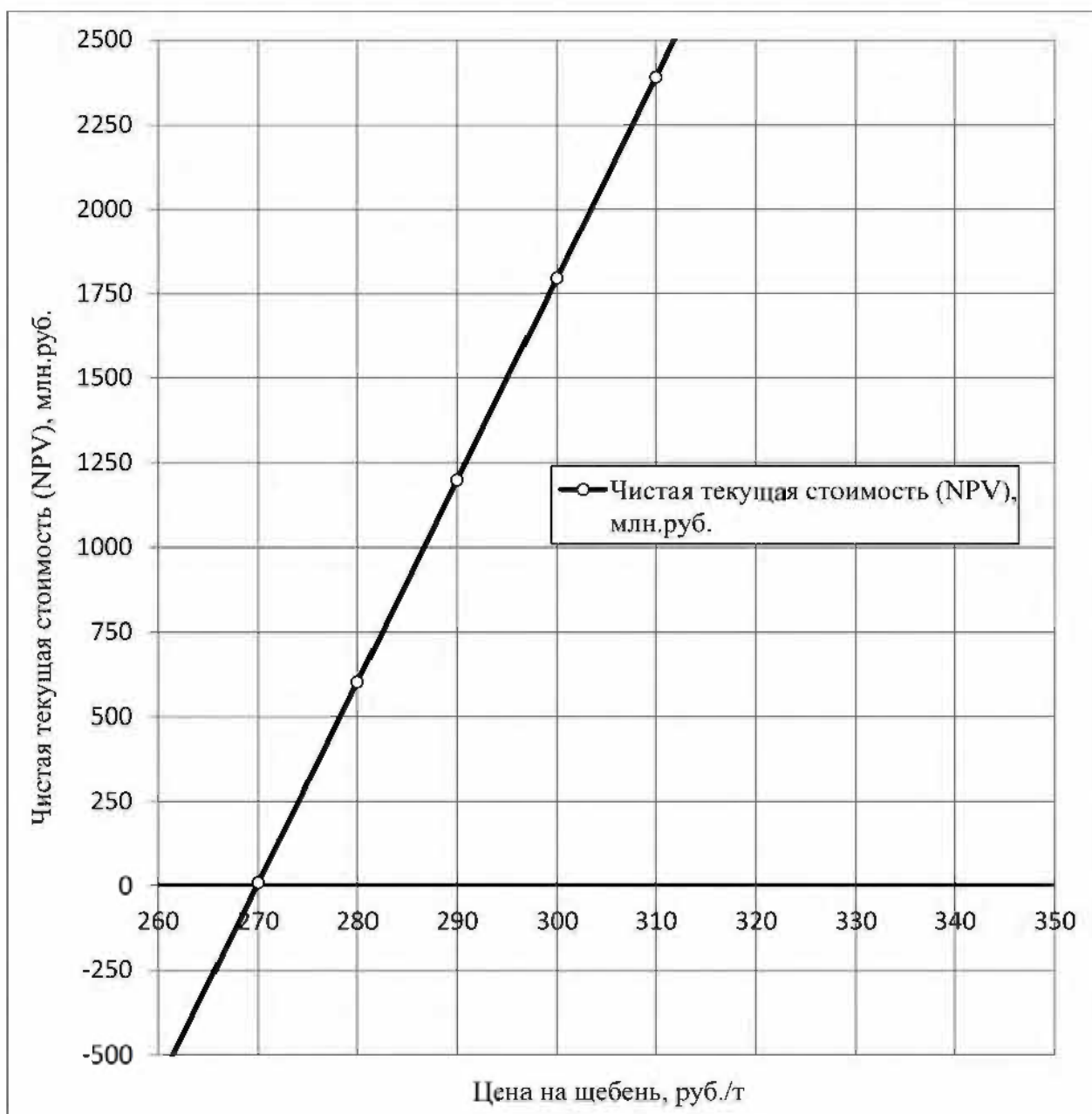


Рисунок 4.3 - График зависимости чистой текущей стоимости (NPV) от цены на щебень

При оценке эффективности принимаемых организационных и проектных решений необходимо определить граничные технико-экономические показатели, т.е. показатели, при которых доход от реализации продукции покрывает капитальные, эксплуатационные затраты, налоги, выплаты по займам, связанные с реализацией проекта.

Данные для установления минимально возможной, граничной стоимости щебня, которая обеспечивает работу предприятия без прибыли, представлены в таблице 4.5.

Таблица 4.5 – Данные для расчета минимально возможной цены на щебень

Показатель	Ед. изм.	Количество		
		260	270	280
1 Цена на щебень	руб./т	260	270	280
2 NPV – чистая текущая стоимость	тыс.руб	- 589 389	6 499	602 388
3 Вероятность убытков (риск)	%	63,2	36,4	14,6
4 Индекс доходности (PI)	-	-0,13	0,01	1,15

На рисунке 4.4 представлен график зависимости чистой текущей стоимости (NPV) реализации проекта от цены на щебень.

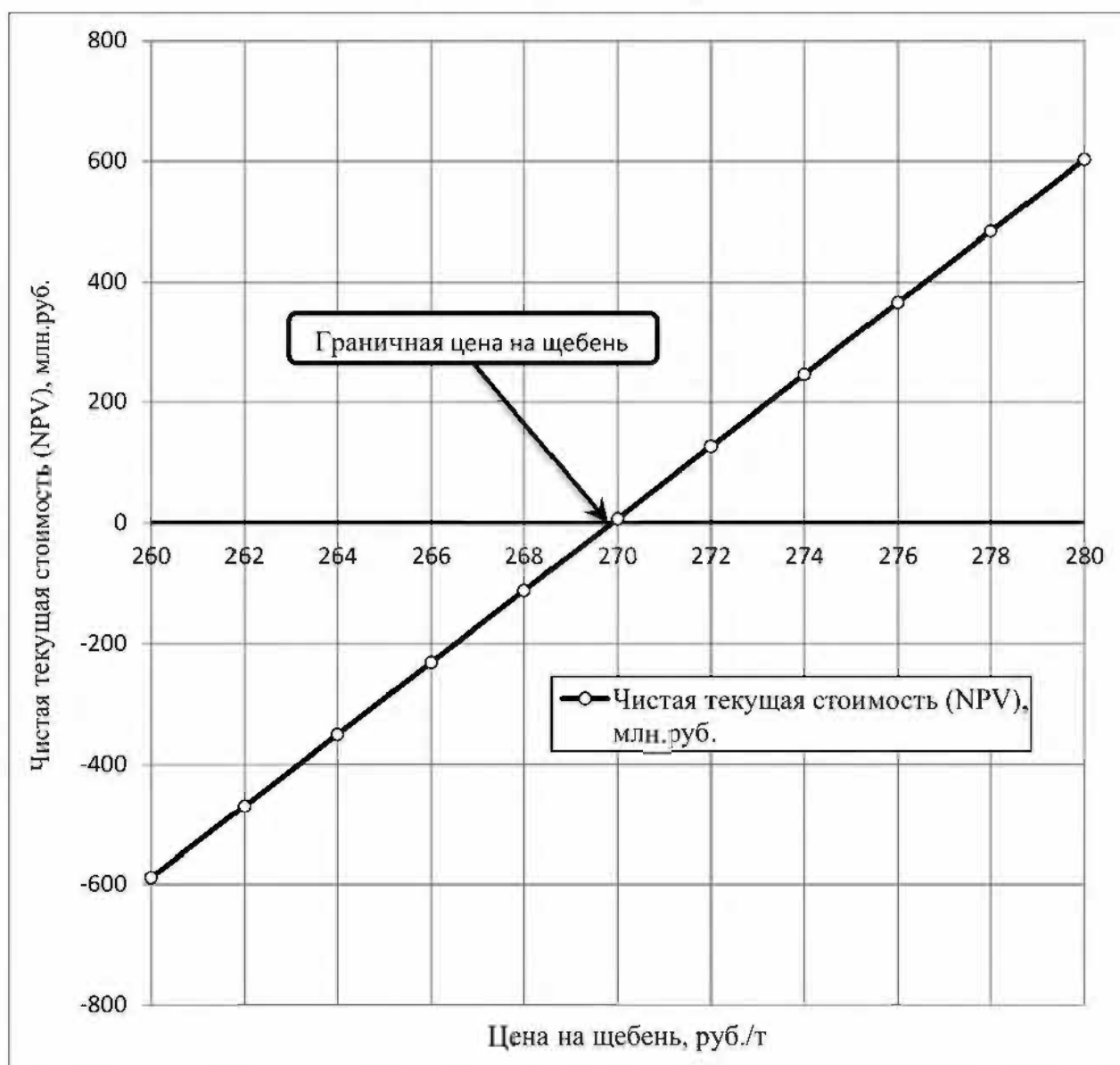


Рисунок 4.4 - График зависимости чистой текущей стоимости (NPV) от цены на щебень с граничной ценой на щебень

На рисунке 4.4 представлена граничная цена для рассматриваемого варианта организации горных работ, составляющая 270,0 руб./т.

Немаловажным фактором при экономической оценке принимаемых решений является вариантность подходов к развитию во времени ситуации на рынке нерудных строительных материалов (изменению цен, объемов производственных затрат, ставки налогов и спроса на щебень различных фракций).

На рисунке 4.5 и в таблице 4.6 рассматриваются три варианта: пессимистический, наиболее вероятный и оптимистический.

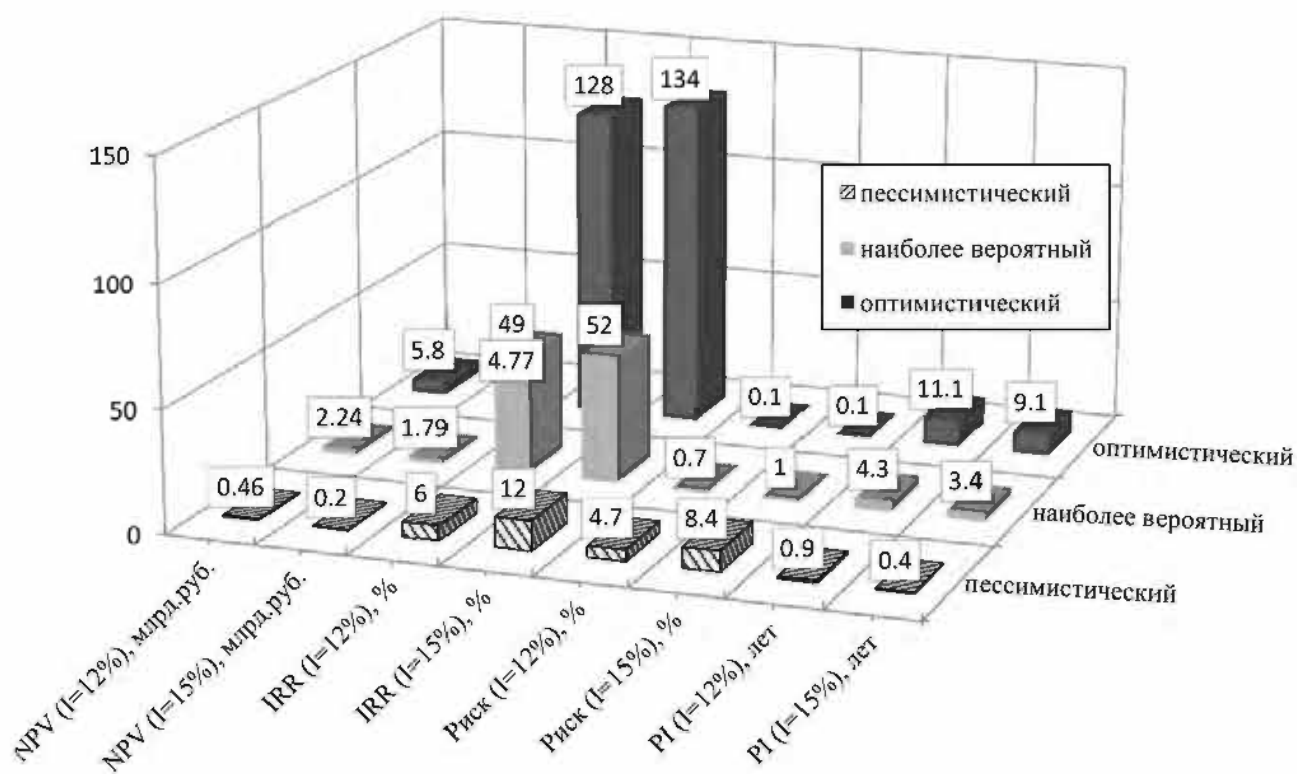


Рисунок 4.5 - Диаграмма результатов определения основных экономических показателей для различных вариантов развития во времени ситуации на рынке НСМ

Таблица 4.6 – Результаты определения основных экономических показателей для различных вариантов развития во времени ситуации на рынке НСМ

Показатель	Ед. изм.	Количество					
		пессимистический		наиболее вероятный		оптимистический	
1 Вариант развития	-						
2 Процентная ставка	%	12	15	12	15	12	15
3 NPV – чистая текущая стоимость	тыс.руб	464	201	2242	1794	5798	4774
4 IRR – внутренняя норма дохода	%	12	6	52	49	134	128
5 Вероятность убытков (риск)	%	4,7	8,4	0,7	1,0	0,1	0,1
6 Индекс доходности (PI)	-	0,9	0,4	4,3	3,4	11,1	9,1

Таким образом ожидаемый экономический эффект от предлагаемой организации бульдозерного отвала составит 2,24 млрд. руб. по сравнению с существующей схемой организации горных работ. Дисконтированный срок окупаемости капитальных вложений составит 1,6 года.

Результаты прогнозов развития рынка нерудных строительных материалов и определение прогнозной цены на щебень позволяют реализацию предлагаемых решений оценивать как высокорентабельную с низким уровнем инвестиционного и проектного риска.

### ВЫВОДЫ ПО ГЛАВЕ

1. Для обеспечения эффективной загрузки добытым полезным ископаемым существующего ДСЗ необходимо увеличить объем удаления вскрышных пород. При увеличении переработки сырья на действующем ДСЗ на 20 % дополнительный объем вскрышных пород составит 0,5 – 1,1 млн.м<sup>3</sup> в год.

2. Размещение необходимого объема вскрышных пород планируется во вновь формируемом бульдозерном отвале.

3. Ожидаемый экономический эффект от организации предлагаемого бульдозерного отвала составит 2,24 млрд. руб. по сравнению с существующей схемой организации горных работ. Дисконтированный срок окупаемости капитальных вложений составит 1,6 года.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Диссертация является законченной научно-квалификационной работой, в которой содержится решение актуальной задачи обоснования организационно-технических методов открытой разработки месторождений нерудных строительных материалов для производства щебня из скальных горных пород, на основе рационального управления основными технико-экономическими показателями, обеспечивающих повышение эффективности принимаемых решений.

Основные научные и практические результаты выполненных исследований:

1. На основе анализа результатов работы отрасли НСМ в условиях рыночной модели экономики установлено, что этапы развития характеризуются резкими колебаниями спроса, цен и объемов производства; к настоящему времени произошла адаптация отечественных предприятий в строительной сфере к условиям рыночной экономики; наблюдается рост технико-экономических показателей и объемов добычи.

2. Установлено, что несмотря на финансовый кризис и стагнацию в экономике отрасль НСМ сохраняет объемы производства практически на докризисном уровне; с учётом прогнозируемого спроса объем выпуска НСМ за 3 – 5 лет может достигнуть 450 тыс.м<sup>3</sup>, щебеночной продукции – 250 тыс.м<sup>3</sup>.

3. Доказано, что выполнение прогнозируемых объемов выпуска продукции в современной экономической ситуации требует разработки и обоснования новых организационно-технических решений для карьеров НСМ, позволяющих повысить эффективность реализации проектов и их привлекательность для потенциальных инвесторов в условиях ограниченных финансовых ресурсов.

4. Анализ распределения затрат различных видов горных работ в общих расходах по карьере и анализ распределения затрат различных видов работ в

общей себестоимости производства щебня показал, что особое внимание следует уделить организации выемочно-погрузочных работ.

5. Доказано, что принятие стратегических организационных решений о целесообразности дальнейшей работы предприятия должно основываться на данных о частоте изменений рыночных цен на щебень на долговременный срок.

6. По данным ряда карьеров-аналогов НСМ установлено, что производство щебня при стандартном выпуске продукции в современных условиях будет рентабельно при производительности в пределах 1,6 - 3,8 млн.т/год.

7. Установлена эмпирическая зависимость удельных эксплуатационных затрат на 1 т добываемого минерального сырья для производства щебня ( $Z_i$ ) от годовой производительности карьера по добыче ( $A_i$ ), для карьеров-аналогов НСМ, описываемая нелинейным уравнением регрессии  $Z_i = 1386 \cdot A_i^{-0,304}$ .

8. Проведен анализ динамики цен на щебень, служащий основой для принятия стратегических организационных и управленческих решений, позволяющий прогнозировать незначительные колебания цены на щебень в пределах 10 % с интервалом в 3 - 5 лет.

9. Доказано, что применение вертикальной интеграции горнодобывающих предприятий является эффективной формой организации и реализации конечной продукции на высококонкурентном рынке НСМ, позволяющей уменьшить зависимость от монополистов в сфере транспорта и энергетики, регулировать производственный процесс; основным критерием оценки эффективности интеграции является не себестоимость продукции, а средняя доля добавленной стоимости в объеме выручки.

10. Аутсорсинг является эффективным инструментом организации горного производства карьеров НСМ, позволяющим снизить затраты на приобретение и обслуживание нового горного оборудования, эффективно контролировать сроки выполнения горных работ, получить доступ к современному высокотехнологичному горнотранспортному оборудованию при

отсутствии больших капиталовложений, повысить производительность труда и др.

11. Современные экономические условия требуют интенсивной реализации государственной программы импортозамещения и развития российского сектора горного машиностроения. Большинство технологических процессов на российских карьерах НСМ необходимо выполнять отечественной техникой, а применение импортного оборудования целесообразно при выполнении ограниченного объема специфических работ, для которых не производится отечественное горное оборудование.

Ожидаемый экономический эффект, для условий открытой разработки Шкурлатовского месторождения для производства щебня, от организации предлагаемого бульдозерного отвала составит 2,24 млрд. руб. по сравнению с существующей схемой организации горных работ. Дисконтированный срок окупаемости капитальных вложений составит 1,6 года.



## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Анистратов Ю.И., Анистратов К.Ю. Проектирование карьеров. – М.: ГЕМОС Лимитед, 2003. – 174 с.
2. Анистратов Ю.И. Технологические процессы открытых горных работ. Учебник для ВУЗов. – М.: Недра, 1995. – 350 с.
3. Анистратов Ю.И. Технология открытых горных работ. – М.: Недра, 1995. – 215 с.
4. Ансофф И. Стратегический менеджмент. – СПб.: Питер, 2009. – 344 с.
5. Арсентьев А.И. Законы формирования рабочей зоны карьера. – Л.: изд. ЛГИ, 1986. – 56 с.
6. Арсентьев А.И. Определение производительности и границ карьеров. – М.: Недра, 1970. – 319 с.
7. Арсентьев В.А., Березова В.Л. Организационно-экономические аспекты инвестиционной деятельности в горной промышленности России. – М.: Горный журнал, 2000. № 10. – С.21-24.
8. Арсентьев А.И., Холодняков Г.А. Проектирование горных работ при открытой разработке месторождения. – М.: Недра, 1994. – 336 с.
9. Арсентьев А.И. Развитие горных работ в карьерном пространстве. – Л.: изд. ЛГИ, 1994. – 104 с.
10. Арсентьев А.И. Разработка месторождений твердых полезных ископаемых открытым способом. – СПб.: СПГГИ, 2010. – 117 с.
11. Асаул А.Н., Морозов И.Е., Пасяда Н.И., Фролов В.И. Стратегическое планирование развития строительной организации. – СПб.: СПбГАСУ, 2009. – 163 с.
12. Астахов А.С. Отраслевая инструкция экономической эффективности капитальных вложений в угольной промышленности. – М.: ЦНИЭИуголь, 1975. – 52 с.

13. Астахов А.С., Краснянский Г.Л., Малышев Ю.Н., Яновский А.Б. Экономика горного предприятия. Горная микроэкономика. – М.: Изд-во Академии горных наук. 1997. – 279 с.
14. Баженов М.В., Холодняков Г.А., Фомин С.И. Обоснование целесообразности разработки месторождений группы карьеров. – г. Рудный: Рудненская городская типография, 1995. – 115 с.
15. Баженов М.В., Фомин С.И. Оценка влияния рыночных факторов на производительность карьеров. – М.: Горный журнал, 1996. № 11-12. – С.28-30.
16. Базюк А.С., Ларин Н.С. Промышленный аутсорсинг как эффективный способ организации производства на карьерах нерудных строительных материалов // Сб. материалов XI Международной конф. «Освоение минеральных ресурсов Севера: проблемы и решения». – Воркута, 2013. – С.531-533.
17. Булашев С.В. Статистика для трейдеров. – М.: Компания Спутник+, 2003. – 245 с.
18. Бурштейн М.А. Производственный менеджмент на горном предприятии. – М.: МГГУ, 2007. – 203 с.
19. Буткевич Г.Р. Промышленность нерудных строительных материалов в посткризисный период. // Сб. материалов XIV Международной конф. «Технологии, оборудование и сырьевая база горных предприятий промышленности строительных материалов» г. Москва, 2010. – С.15-18.
20. Буянов Ю.Д. Поточная и циклично-поточная технология на карьерах по добыче нерудных строительных материалов. – М.: изд. Стройиздат., 1972. – 102 с.
21. Буянов Ю.Д., Краснопольский А.А. Разработка месторождений нерудных полезных ископаемых. – М.: Недра, 1980. – 342 с.
22. Веселевич В.И. Планирование на горном предприятии. / В.И. Веселевич, С.С. Лихтерман, М.А. Ревазов. – М.: МГГУ, 2005. – 405 с.
23. Виницкий К.Е. Оптимизация технологических процессов на открытых разработках. – М.: Недра, 1976. – 280 с.

24. Галиев Ж.К. Экономика предприятия. Общий курс с примерами из горной промышленности. – М.: МГГУ, 2009. – 303 с.
25. Ганицкий В.И. Менеджмент горного производства. / В.И. Ганицкий, В.И. Веселевич. – М.: МГГУ, 2007. – 357 с.
26. Ганицкий В.И. Менеджмент горного производства. Терминологический словарь. – М.: изд. «Горная книга», 2013. – 472 с.
27. Глухов В.В. Менеджмент. – СПб.: Питер, 2008. – 608 с.
28. Дрейпер Н., Смит Г. Прикладной регрессионный анализ. Множественная регрессия = Applied Regression Analysis. — 3-е изд. — М.: «Диалектика», 2007. – 912 с.
29. Каменева Е.Е. Технологические основы производства щебня из скальных горных пород. – М.: изд. «Горная книга», 2010. – 247 с.
30. Капустин Н.Г. Обоснование производственной мощности карьера. / В книге: Техника и технология открытых горных работ – М.: Углетехиздат, 1959. – 148 с.
31. Квитка В.В. Проектирование устойчивой технологической системы карьера. / В книге: Проблемы теории проектирование карьеров – Л.: изд. ЛГИ, 1988. – С.61-54.
32. Козлов Ю.С., Аржанов В.И., Муйземнек Ю.А. Повышение качества щебня на нерудных предприятиях Уральского региона. – М.: Строительные материалы, 1997. №2. – С.22-24.
33. Климова Т. Миллиардов прибыло // Деловой Петербург. – 2011. – № 052. – С.2–3.
34. Кудасов В.И. Организация и управление производством: учебное пособие. – СПб.: СПГГИ(ТУ), 2008. – 62 с.
35. Кузнецов К.К., Ястребов А.И. и др. Системы разработки и транспорт на карьерах. – М.: Недра, 1974. – 424 с.
36. Ларин Н.С. Импортонезависимость как приоритетное направление развития российской отрасли нерудных строительных материалов / С.И.

Фомин, Н.С. Ларин // Журнал «Дорожная держава». – С-Пб.: Информ.-изд. центр «Держава», 2016. № 67. – С.3-5.

37. Ларин Н.С. Оптимальная организация горных работ при производстве гранитного щебня: проблема снижения себестоимости продукции / С.И. Фомин, Н.С. Ларин // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2015. № 7. – С.72-76.

38. Ларин Н.С. Прогнозирование рыночных цен на щебень при определении оптимальной производительности карьера / С.И. Фомин, Н.С. Ларин // Журнал «Маркшейдерия и недропользование». – 2015. № 6. – С.9-12.

39. Ларин Н.С. Управление технико-экономическими показателями карьеров нерудных строительных материалов на основе аналогового метода оценки затрат // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2015. № 5. – С.108-113.

40. Латыпова М.М. Современные технологии менеджмента. – М.: МГГУ, 2008. – 214 с.

41. Лебединский И.Л. Основные производственные фонды промышленности. – Л.: Лениздат, 1979. – 264 с.

42. Лигоцкий Д.Н., Фомин С.И. Организация проектирования и строительства рудных и угольных карьеров: учебное пособие. – СПб.: СПГГИ, 2010. – 86 с.

43. Лигоцкий Д.Н., Фомин С.И. Технология разработки месторождений строительных материалов: учебное пособие. – СПб.: СПГГИ, 2011. – 91 с.

44. Липсиц И.В. Экономика. Учебник. – М.: ОМЕГА-Л, 2006. – 656 с.

45. Лобанов Н.Я. Экономика природопользования при разведке, добыче и обогащении полезных ископаемых: учебное пособие. – СПб.: СПГГИ(ТУ), 2009. – 99 с.

46. Лобанов Н.Я. Экономика природопользования. Экологический механизм рационального природопользования: учебное пособие. – СПб.: СПГГУ, 2011. – 73 с.

47. Малов С.В. Регрессионный анализ. Теоретические основы и практические рекомендации. — СПб.: Изд-во СПбГУ, 2013. — 276 с.
48. Малышева Н.А., Сиренко В.Н. Технология разработки месторождений нерудных строительных материалов. — М.: Недра, 1977. — 392 с.
49. Мельников Н.В., Арсентьев А.И. и др. Теория и практика открытых разработок. Изд. 2, М.: Недра, 1979. — 636 с.
50. Мокейчева М, Корнилова А. Дорожная карта области // Деловой Петербург. — 2012. — № 132. — С.20-21.
51. Моссаковский Я. В. Экономика горной промышленности: учебник. — М.: МГГУ, 2006. — 525 с.
52. Моссаковский Я.В. Экономическая оценка инвестиций в горной промышленности: учебник. — М.: МГГУ, 2004. — 323 с.
53. Новожилов М.Г., Фиделев А.С. Открытая разработка месторождений полезных ископаемых. — Киев: Гостехиздат УССР, 1963. — 394 с.
54. Новожилов М.Г., Хохряков В.С., Пчелкин Г.Д., Эскин В.С. Технология открытой разработки месторождений полезных ископаемых. Части 1 и 2. — М.: Недра, 1971.
55. Исеева Л.И. Экономика предприятия: учебное пособие. — СПб.: СПГГИ(ТУ), 2004. — 85 с.
56. Петросов А.А. Стратегическое планирование, прогнозирование, экономические риски горного производства. — М.: МГГУ, 2009. — 684 с.
57. Пешкова М.Х. Экономическая оценка горных проектов. — М.: МГГУ, 2003. — 422 с.
58. Пучков А.Л. Финансовая политика горных компаний. — М.: изд. «Горная книга», 2013. — 168 с.
59. Решетняк С.П., Паладеева Н.И. Основные направления развития техники для бурения взрывных скважин на открытых горных работах. — СПб.: Горная техника, 2012. № 3. — С.2-8.

60. Ржевский В.В. Открытые горные работы. Технология и комплексная механизация. – М.: Либроком, 2012. – 552 с.
61. Ржевский В.В. Открытые горные работы. Части 1 и 2. – М.: Недра, 1985.
62. Ржевский В.В. Технология и комплексная механизация открытых горных работ. – М.: Недра, 1980. – 631 с.
63. Салманов О.Н. Об оптимальных сроках отработки месторождений в условиях рыночной модели экономики. – М.: Горный журнал, 1993. № 6. – С.9-11.
64. Сергеев И.Б., Череповицын А.Е., Каюмов Д.Р. Экономика недропользования: учебное пособие. – СПб.: СПГГИ(ТУ), 2010. – 145 с.
65. Синогейкина Е.Г. Совершенствование методов оценки вертикально-интегрированных компаний // Материалы конгресса «10 лет оценочной деятельности в России. Итоги и перспективы». [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.appraiser.ru/default.aspx?SectionID=310> (дата обращения: 16.02.2015).
66. Синьков Л.С. Организация производства на предприятии: учебное пособие. – СПб.: СПГГИ(ТУ), 2003. – 53 с.
67. Твердов А.А., Никишичев С.Б., Захаров В.Н. Проблемы и перспективы импортозамещения в горной отрасли. – М.: Горная промышленность, 2015. № 5. – С.54-58.
68. Теслинов А.Г. Стратегии бизнеса: аналитический справочник. / Под общей редакцией академика РАЕН, д.э.н. Г.Б. Клейнера. – М.: «КОНСЭКО», 1998. – 443 с.
69. Тирская М. Сэкономят на инвестициях // Деловой Петербург. – 2012. – № 077. – С.2.
70. Томков П.И., Наумов И.К. Технология, механизация и организация открытых горных работ. – М.: Недра, 1986. – 312 с.

71. Трубецкой К.Н., Пешков А.А., Мацко Н.А. Методы оценки эффективности инвестиций горных предприятий. – М.: Горный журнал, 1993. № 2. – С.3-11.
72. Трубецкой К.Н., Пешков А.А., Мацко Н.А. Методы учета инвестиционного риска в горной промышленности. – М.: Открытые горные работы, 2000. № 3. – С.14-21 и № 4. – С.22-26.
73. Трубецкой К.И., Краснянский Г.Л., Хронин В.В., Коваленко В.С. Проектирование карьеров. – М.: Издательство Высшая школа, 2009. – 694 с.
74. Уварин Н.Л. Анализ и планирование безубыточности производства. – М.: МГГУ, 2003. – 152 с.
75. Уварин Н.Л. Оценка эффективности инвестиционного проекта на основе критерия «ЧДД». – М.: МГГУ, 2007. – 128 с.
76. Уткина С.И. Экономика предприятия. – М.: МГГУ, 2003. – 262 с.
77. Фомин С.И. Анализ спроса на рынке минерального сырья при определении производительности карьеров. – М.: Известия вузов. Горный журнал, 2002. № 4. – С. 48-53.
78. Фомин С.И. Динамический метод оценки проектов карьеров // Межвуз. сб. науч. тр. / Под ред. Г. А. Холоднякова (отв. ред.) и др. — СПб.: Изд-во СПГГИ, 1995. — 125 с., с ил.
79. Фомин С.И. Производительность карьеров и спрос на минеральное сырье. – СПб.: Изд-во «Тема», 1999. – 169 с.
80. Холодняков Г.А. Определение основных параметров открытой разработки комплексных месторождений. – Л.: изд. ЛГИ, 1988. – 158 с.
81. Холодняков Г.А. Проектирование карьеров при разработке комплексных месторождений. – СПб : изд. Горный университет, 2013. – 193 с.
82. Холодняков Г.А., Фомин С.И. Прогнозирование цен на минеральное сырье при технико-экономической оценке целесообразности открытой разработки месторождений. – М.: Горный журнал, 1998. № 10. – С.26-30.

83. Холодняков Г.А., Фомин С.И., Баженов М.В. Учет изменения цен на минеральное сырье на предварительной стадии проектирования открытой разработки месторождений полезных ископаемых. / В кн.: Новые технологии полезных ископаемых – СПб.: Изд-во СПГГИ, 1993. – С.140-143.
84. Хохряков В. С. Оценка эффективности инвестиционных проектов открытых горных разработок. – Екатеринбург: Изд-во УГГА, 1996. – 180 с.
85. Хохряков В. С., Шелест А.Т., Молтусов Г.П., Кмитовенко А.Т. Проектирование карьеров. – М.: Недра, 1969. – 216 с.
86. Чаплыгин Н.Н., Сахарина Л.А., Левин А.М. и др. Научно-технический прогресс в горнодобывающей промышленности: проблемы обоснований направлений и реализации. / Под ред. Мельникова Н.Н. – Апатиты: КНЦ АН СССР, 1990. – 147 с.
87. Шерстаков В.А. Проектирование горных предприятий: учебник. – М.: МГГУ, 2003. – 795 с.
88. Шешко Е.Ф. Открытая разработка месторождений полезных ископаемых. – М.: изд. Углетехиздат, 1954. – 223 с.
89. Шпанский О.В., Буянов Ю.Д. Технология и комплексная механизация добычи нерудного сырья для производства строительных материалов. – М.: Недра, 1996. – 462 с.
90. Шпанский О.В. Производительность и границы карьеров. – Л.: изд. ЛГИ, 1983. – 223 с.
91. Чирков А.С. Добыча и переработка строительных горных пород. – М.: МГГУ, 2009. – 622 с.
92. Государственная программа РФ «Развитие транспортной системы». – Министерство транспорта Российской Федерации, 2014.
93. Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов: Вторая редакция. Официальное издание. – М.: Экономика, 2000. – 422 с.



94. Общесоюзные нормы технологического проектирования предприятий промышленности нерудных строительных материалов. ОНТП 18 - 85. – Л.: Стройиздат, 1988. – 80 с.

95. Президентская программа «Дороги России XXI века. – Министерство транспорта Российской Федерации, 2001.

96. Справочник горного мастера нерудных карьеров. – М.: Недра, 1977. – 358 с.

97. Справочник по добыче и переработке нерудных строительных материалов. – Л.: Стройиздат, 1975. – 576 с.

98. Стратегия развития железнодорожного транспорта в Российской Федерации до 2030 года. – Рабочая группа при Министерстве транспорта Российской Федерации, 2007.

99. Стратегия развития промышленности строительных материалов на период до 2020 года. – Министерство регионального развития Российской Федерации, 2010.

100. Финансы. Оксфордский толковый словарь. Англо-русский. – М.: Весь мир, 1997. – 496 с.

101. В 2013 году расходы дорожного фонда Ленобласти составят 8,2 млрд. рублей. 20.03.2013. Режим доступа <http://www.baltinfo.ru/2013/03/20/V-2013-godu-raskhody-dorozhnogo-fonda-Lenoblasti-sostavyat-8-2-mlrd--rublei-343256> (дата обращения: 12.04.2015).

102. Инвестиционные рейтинги регионов России [Электронный ресурс] // Рейтинговое агентство «Эксперт РА». – 2012. – 13 декабря. – Режим доступа: <http://raexpert.ru/ratings/regions?sort=rating&type=desc> (дата обращения: 17.02.2013).

103. Карельский щебень. Петрозаводск // Промышленный вестник Карелии. Петрозаводск, 2013. № 105. - С.4.

104. Конкурсы на текущий ремонт дорог за 2 млрд рублей подходят к концу [Электронный ресурс] // Деловой Петербург : [сайт]. [2013]. Режим доступа: <http://www.dp.ru/102ka9/> (дата обращения: 12.04.2015).

105. Миллиарды разместили под бой курантов [Электронный ресурс] // Фонтанка.ру. [сайт]. [2014]. Режим доступа: <http://www.fontanka.ru/2014/01/03/050/> (дата обращения: 12.04.2015).

106. Мутко: План подготовки к ЧМ-2018 по футболу примут в апреле. От 20.01.2013 // Сайт Российской Газеты. Режим доступа: <http://www.rg.ru/2013/01/20/reg-szfo/mutko-anons.html> (дата обращения: 27.05.2013).

107. Moody's исключило повышение рейтинга России в ближайшие год полтора [Электронный ресурс] // РосБизнесКонсалтинг. – 2015. – 22 июня. – Режим доступа: <http://www.rbc.ru/economics/22/06/2015/558834179a7947e9f2ba6be4> (дата обращения: 12.04.2015).