

**Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
Национальный исследовательский технологический
университет «МИСИС»**

ЭССАЛЬНИКОВ АЛЕКСЕЙ ОЛЕГОВИЧ

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИОННОЙ СТРУКТУРЫ И
УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫМИ ПРОЦЕССАМИ
СВОЕВРЕМЕННОГО ВОСПРОИЗВОДСТВА ФРОНТА ОЧИСТНЫХ
РАБОТ НА УГОЛЬНЫХ ШАХТАХ**

Специальность

**2.5.22 – «Управление качеством продукции. Стандартизация. Организация
производства»**

Автореферат

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

Москва 2022

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы. Выдающийся ученый в области горного дела академик В.В. Ржевский в свое время так сформулировал главное содержание горного дела – технология, техника, экономика и организация.

Эта последовательность, а именно технология, техника, экономика и организация совершенно обоснована и справедлива, поскольку подчеркивает иерархию основных подсистем технологической системы угольной шахты.

За последнее время техническая вооруженность горного производства изменилась коренным образом в сторону увеличения энерговооруженности, интенсификации технологических процессов, надежности и производительности оборудования.

Однако, при этом организационная структура и управление производственными процессами на угольных шахтах изменяются весьма незначительно. Таким образом на современных угледобывающих предприятиях проявляется противоречие между возрастающим уровнем технической вооруженности и медленно развивающимися формами организации и управления горным производством.

Одними из основных факторов, снижающих эффективность высокопроизводительной работы добычных участков угольных шахт России являются организационно-управленческие, среди которых следует отметить несвоевременность подготовки фронта очистных работ и значительную продолжительность монтажно-демонтажных работ.

При реализации технологической системы «шахта-лава» или «шахта-пласт» в результате несвоевременного проведения горных выработок в условиях интенсификации добычи угля на многих угольных шахтах России сформировался временной лаг между подготовкой и отработкой выемочных столбов.

Для его обоснованного преодоления необходимо повышение скорости проведения подготовительных выработок для обеспечения своевременного воспроизводства очистного фронта за счет рационального использования внутрипроизводственных резервов в структуре рабочего времени персонала и проходческого оборудования.

В связи с этим, совершенствование организационной структуры и управления производственными процессами для своевременного воспроизводства фронта очистных работ на угольных шахтах является весьма актуальной и своевременной задачей.

Целью работы является совершенствование и трансформация организационно-управленческой структуры производственных процессов, обеспечивающих своевременное воспроизводство фронта очистных работ для повышения технико-экономической эффективности функционирования угольных шахт.

Идея работы. Повышение технико-экономической эффективности функционирования угольных шахт достигается за счет реализации взаимоувязанных организационно-управленческих решений и критериальной базы выявления внутрипроизводственных резервов роста производительного времени работы подготовительных забоев.

В соответствии с поставленной целью в диссертации были сформулированы и решены следующие основные задачи:

- анализ исследований, посвященных основополагающим аспектам повышения эффективности функционирования и качества организации производственных систем основных геотехнологий угледобычи;
- анализ факторов снижения эффективности функционирования и качества организации производственной системы шахты (на примере шахты «Северная» АО «Ургалуголь»);
- разработка принципов и этапов совершенствования организационной структуры и управления производственными процессами своевременного воспроизводства фронта очистных работ;
- обоснование критериев и показателей функционирования организационной структуры и эффективности обеспечения своевременного воспроизводства фронта очистных работ;
- разработка общей методики исследований организационной структуры и управления процессами воспроизводства фронта очистных работ;
- установление интервала эффективности функционирования организационной структуры и управления производственными процессами своевременного воспроизводства фронта очистных работ;
- разработка алгоритма поэтапного увеличения эффективности своевременного воспроизводства фронта очистных работ на угольных шахтах;
- разработка организационно-управленческого проекта (ОУП) поэтапного увеличения эффективности своевременного воспроизводства фронта очистных работ на угольных шахтах;
- разработка практических рекомендаций по результатам исследований.

Научные положения, выносимые на защиту:

1. Целевая функция критерия эффективного функционирования организационной структуры и эффективности обеспечения своевременного воспроизводства фронта очистных работ на угольных шахтах должна формироваться с учетом предложенного показателя «производительного времени работы подготовительного забоя», позволяющего выявить внутрипроизводственные резервы и наметить поэтапные, организационно-управленческие решения на основе детального учета материально-мотивационных, управленческо-организационных, а также горно-геологических и горнотехнических факторов.

2. Интервал значений эффективного функционирования организационной структуры и управления производственными процессами своевременного воспроизводства очистных работ должен определяться как соотношение между временем отработки действующей лавы и временем подготовки следующей лавы, которое должно составлять не менее 1,5 при минимальном времени производительной работы подготовительного забоя – 300 ч. в мес.

3. Для повышения эффективности своевременного воспроизводства очистных работ на угольных шахтах целесообразно использовать предложенный алгоритм поэтапного увеличения производительного времени работы подготовительного забоя, предусматривающий непрерывность процесса

вовлечения персонала в разработку, реализацию и контроль системы взаимосвязанных организационно-управленческих решений.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

- предложен и обоснован критерий «производительное время работы подготовительного забоя» для оценки эффективности подготовительных работ на угольных шахтах;
- предложен и обоснован коэффициент своевременности подготовки запасов ($K_{спз}$) как критерия оценки своевременной подготовки запасов к выемке;
- разработан методический подход поэтапного увеличения производительного времени работы подготовительного забоя.

Достоверность и обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций подтверждаются:

- представительным объемом шахтных исследований по совершенствованию организационной структуры и управления производственными процессами своевременного воспроизводства фронта очистных работ на шахте «Северная» АО «Ургалуголь»;
- корректным использованием современных общепринятых методов исследований (шахтных, аналитических, экспертного опроса);
- удовлетворительной сходимостью результатов шахтных и аналитических исследований (расхождение составляет не более 10-12%).

Научное значение состоит в развитии теоретических положений по совершенствованию организационно-управленческой структуры производственных процессов, обеспечивающих своевременное воспроизводство фронта очистных работ на угольных шахтах.

Методы исследования. В диссертации использован комплекс научных методов, включающий: метод системного и структурно-функционального анализа, метод обобщения и структурирования исходных статистических данных, метод экспертного опроса, методы экономико-математического моделирования, методы корреляционно-регрессионного анализа и др.

Практическая значимость работы состоит в разработке комплекса организационно-технологических, организационно-технических и организационно-управленческих решений по интенсификации процесса подготовки фронта очистных работ, позволяющих сократить время оконтуривания выемочного столба и эксплуатационные издержки на проведение комплекса подготовительных выработок.

Личный вклад состоит в формулировании цели, идеи, задач исследований, разработке концептуальной модели и методических положений по совершенствованию организационной структуры и управления производственными процессами своевременного воспроизводства фронта очистных работ и разработке практических рекомендаций по совершенствованию и повышению качества ведения подготовительных работ на шахте «Северная» АО «Ургалуголь».

Апробация диссертации. Основные результаты, выводы и рекомендации диссертации докладывались и получили одобрение на Международном научном симпозиуме «Неделя горняка» (Москва, 2018-2021 гг.), научном

семинаре кафедры «Геотехнологии освоения недр» Горного института НИТУ «МИСиС», Технических советах шахты «Северная» АО «Ургалуголь» (2016-2022 гг.)

Реализация работы. Результаты использованы при разработке перспективных планов ведения горных работ на кратко- и среднесрочную перспективу в условиях производственных единиц АО «СУЭК», а также включены в учебные циклы соответствующих дисциплин вузов горного профиля.

Публикации. Основные положения диссертации отражены в 5 научных работах, 4 из которых опубликованы в изданиях, рекомендованных ВАК Министерства образования и науки РФ, в том числе 2, входящих в базу международного цитирования Scopus.

Объем и структура работы. Диссертация состоит из введения, 4 глав, заключения, списка литературы из 70 наименований, содержит 18 рисунков, 19 таблиц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность темы диссертации, поставлены цель и задачи исследования, сформулированы научные положения, отмечены научная новизна и практическая ценность работы.

В первой главе произведен анализ исследований, посвященных принципам повышения эффективности функционирования и качества организации производственных систем подземной и открытой геотехнологии, а также факторов снижения эффективности функционирования и качества организации производственной системы на шахте «Северная» АО «Ургалуголь» и исследований научно-методической базы обеспечения своевременного воспроизводства очистного фронта на угольных шахтах.

Во второй главе, посвященной разработке концептуальных положений методики исследования организационной структуры и управления производственными процессами своевременного воспроизводства фронта очистных работ, проанализированы горно-геологическая и горнотехническая характеристики шахты «Северная» АО «Ургалуголь»; разработаны принципы и этапы совершенствования организационной структуры и управления производственными процессами своевременного воспроизводства фронта очистных работ; сформирована общая методика исследований организационной структуры и управления производственными процессами своевременного воспроизводства фронта очистных работ.

В третьей главе обоснованы критерии и показатели функционирования организационной структуры и эффективности обеспечения своевременного воспроизводства фронта очистных работ; установлены основные функциональные зависимости организационной структуры и управления производственными процессами от основных факторов, определяющих скорость подготовки очистного фронта, установлен интервал значений эффективного функционирования организационной структуры и управления производственными процессами своевременного воспроизводства очистных работ.

В четвертой главе разработан алгоритм поэтапного увеличения эффективности своевременного воспроизводства фронта очистных работ на угольных шахтах; обоснован организационно-управленческий проект (ОУП) поэтапного увеличения эффективности своевременного воспроизводства фронта очистных работ на угольных шахтах; представлены результаты апробации совершенствования организационной структуры и управления производственными процессами своевременного воспроизводства фронта очистных работ на шахте «Северная» АО «Ургалуголь».

Значительный вклад в становление и развитие организационной структуры и управления производственными процессами при открытой и подземной геотехнологии внесли следующие ученые: акад. В.В. Ржевский, проф., В.И. Ганицкий, С.С. Резниченко, В.В. Агафонов, Ю.И. Анистратов, А.И. Арсентьев, А.С. Астахов, К.Е. Веницкий, Б.М. Воробьев, Ж.К. Галиев, В.А. Галкин, В.М. Зыков, С.Л. Климов, В.Т. Коваль, Ю.Н. Кузнецов, С.С. Лихтерман, Е.В. Петренко, А.А. Петросов, М.А. Ревазов, Ю.В. Шувалов, В.А. Харченко, В.С. Хохряков, М.А. Ястребинский.

В соответствии с сформулированными в диссертации задачами исследований выполнен анализ факторов снижения эффективности функционирования и качества организации производственной системы шахты.

Для этого на шахте «Северная» АО «Ургалуголь» с использованием метода экспертного опроса было произведено анкетирование и опрос рабочих и ИТР добычного участка №3 и проходческих участков №6,8,9, участков шахтного водоотлива, ремонта горных выработок, вспомогательных работ, внутришахтного транспорта, посвященное выявлению основных факторов снижения эффективности организационной структуры и управления производственными процессами своевременного воспроизводства фронта очистных работ.

В результате обработки экспертных оценок выявлены основные факторы снижения эффективности организационной структуры и управления производственными процессами своевременного воспроизводства фронта очистных работ на шахте «Северная» (таблица 1), которые структурированы следующим образом:

- материально-мотивационные факторы 347 баллов (50,28%);
- организационно-управленческие факторы 180 баллов (26,08%);
- горно-геологические и горнотехнические факторы 151 балл (21,8%);
- квалификационно-дисциплинарные факторы 12 баллов (1,73%).

Таблица 1 - Основные факторы снижения эффективности организационной структуры и управления производственными процессами своевременного воспроизводства фронта очистных работ на шахте «Северная»

№	Основные факторы снижения эффективности	Весовые значения факторов (балл/процент)
	Материально-мотивационные факторы	
1	Низкая (недостаточная) заработная плата	116
2	Недостаточная мотивация персонала	80
3	Слабая связь результатов и оплаты труда	43
4	Низкая квалификация исполнителей	34

5	Недостаточный уровень самосознания персонала	25
6	«Аврал в погоне за зарплатой»	16
7	Низкая ответственность рабочих	13
8	Отсутствие единой цели у ИТР	12
9	План «любой ценой»	8
		347 (50,28%)
	Организационно-управленческие факторы	
1	Сбои в системе управления	35
2	Недостаточная численность персонала	33
3	Организационно-управленческая неподготовленность производства	20
4	Недостатки в организации производства и труда	18
5	Лишние звенья в системе управления	15
6	Несогласованность действий	12
7	Неправильная расстановка кадров	12
8	Недостаточная ответственность ИТР	11
9	Нечеткие, нестандартные наряды	8
10	Ослабленная роль младшего наряда	6
11	Недостатки в планировании	5
12	Недостаток полномочий у ИТР	5
		180 (26,08%)
	Горно-геологические и горнотехнические факторы	
1	Усложнение горно-геологические условия	79
2	Моральный и физический износ оборудования	39
3	Неудовлетворительное снабжение материалами и оборудованием	21
4	Недостаточная ремонтно-техническая база	12
		151 (21,8%)
	Квалификационно-дисциплинарные факторы	
1	Низкая технологическая дисциплина	5
2	Нарушение технологии и организации работ	3
3	Низкая квалификация ИТР	2
4	Отсутствие достоверной информации	2
		12 (1,73%)

Проанализировав результаты анкетирования, собеседования и опроса рабочих и ИТР (таблица 1), необходимо отметить следующее.

Безусловным лидером факторов неэффективности или факторов, сдерживающих своевременную подготовку очистного фронта, являются 9 материально-мотивационных факторов, весовое значение которых составляет 347 баллов или 50,28%.

К этой группе относятся низкая (недостаточная) заработная плата (16,8%), недостаточная мотивация персонала, слабая связь результатов и оплаты труда, низкая квалификация исполнителей, недостаточный уровень самосознания персонала (21,8%), «аврал в погоне за зарплатой», отсутствие единой цели у ИТР и план «любой ценой».

Наибольшее количество баллов в этой группе набрали такие факторы, как низкая (недостаточная) заработная плата (116 баллов), недостаточная мотивация персонала (80 баллов) и непосредственно связанный с указанными двумя такой фактор, как слабая связь результатов и оплаты труда (43 балла).

Следовательно, в данном контексте важным условием развития организационной структуры и управления производственными процессами является совершенствование механизма материального и морального стимулирования труда персонала.

Ко второй группе организационно-управленческих факторов относятся сбои в системе управления, слабый контроль производства, организационно-управленческая неподготовленность производства, недостатки в организации производства и труда, лишние звенья в системе управления, несогласованность действий, неправильная расстановка кадров, недостаточная ответственность ИТР, нечеткие, нестандартные наряды, ослабленная роль младшего наряда, недостатки в планировании и недостаток полномочий у ИТР.

Следует признать значительное количество факторов второй группы и условность их градации, однако основной задачей как раз и являлась детальная диагностика производственной подсистемы своевременной подготовки фронта очистных работ.

Величина организационно-управленческих факторов снижения эффективности организационной структуры и управления производственными процессами своевременного воспроизводства фронта очистных работ, включающих 12 позиций, суммарно составляет 180 баллов (21,8%). Очевидно, что факторы двух указанных групп находятся в теснейшей зависимости и их общее весовое значение в баллах составляет 527 из 690 или 76,37%.

Необходимо отметить, что здесь наиболее весовыми факторами являются такие, как сбои в системе управления (35 баллов), слабый контроль производства (33 балла).

Третья группа факторов, а именно горно-геологические и горнотехнические факторы, к которым будем относить усложнение горно-геологических условий, моральный и физический износ оборудования, плохое снабжение материалами и оборудованием, недостаточная ремонтно-техническая база, в сумме набрали 151 балл (21,8%). Конечно, это внушительная величина, однако усложнение горно-геологических условий оценивается в 79 баллов, что составляет 11,45% и коррелирует с данными других исследователей в этой области.

Оценка влияния фактора «моральный и физический износ оборудования» оценивается в 39 баллов, а это всего 5,6%, т.е. возможно утверждать, что применяемое на шахте оборудование достаточно современное, надежное и производительное.

Что касается недостаточности снабжения материалами и оборудованием, а также неудовлетворительного состояния ремонтно-технической базы, то их суммарная балльная величина совсем незначительная – всего 33 балла (4,7%).

Четвертую группу представляют квалификационно-дисциплинарные факторы: низкая технологическая дисциплина, нарушение технологии и организации работ, низкая квалификация ИТР и отсутствие достоверной информации, суммарное весовое значение которых составляет всего 12 баллов или 1,73%.

Другими словами, в данном рассматриваемом случае горно-геологические и горнотехнические факторы остаются достаточно весовыми 151 балл (21,8%),

однако на первый план выходят материально-мотивационные факторы – 347 балл (50,28%) и управленческо-организационные факторы – 180 балл (26,08%).

На основании полученных результатов экспертного опроса по установлению основных факторов снижения эффективности организационной структуры и управления производственными процессами своевременного воспроизводства фронта очистных работ на шахте «Северная» АО «Ургалуголь» предлагается скорректировать показатель «производительное время работы подготовительного забоя».

Совершенствование организационной структуры и производственных процессов своевременного воспроизводства фронта очистных работ на шахте «Северная» АО «Ургалуголь» основывается на следующих основных принципов: системного подхода к разработке и реализации, максимальной вовлеченности персонала, планомерного и постепенного развертывания, а так же совместной работы и реализуется в виде организационно управленческого проекта (ОУП).

Принцип системного подхода предполагает использование определенной методики проведения постоянного совершенствования ОУП на основе реализации единой методики для проходческих и вспомогательных участков шахт, охватывая всю производственную цепочку. Характерная и отличительная черта ОУП – реализация предложенной методики и отслеживание результатов в режиме реального времени.

Принцип максимальной вовлеченности предполагает вовлечение в ОУП максимального количества как рабочих, так и ИТР различного уровня и профессий. Трансформация производственной культуры – достаточно медленный процесс, осложненный в некоторых случаях скептическим отношением многих участников. Это необходимо для того, чтобы переломить недоверие к процессу перемен и дать возможность инициативным людям, поддерживающим ОУП проявить себя, а также привлечь максимальное количество сторонников.

В первую очередь речь идет о вовлечении в процесс горных мастеров, звеньевых и рабочих проходческих участков. Именно эти люди спускаются в шахту каждый день, прекрасно знают о проблемах, которые нужно решать, и, скорее всего, предполагают, как можно повысить производительность. Однако, многолетний опыт работы в среде, которая ограничивает инициативность, привел к тому, что они не верят в возможность перемен и заинтересованность руководства в изменениях. Нужно постоянно встречаться с рабочими, звеньевыми и горными мастерами и убеждать их словом и делом в важности для них ОУП.

Принцип планомерного и постепенного развертывания предполагает реализацию проектов на подготовительных участках. Количество забоев, охватываемых ОУП, будет постепенно увеличиваться. Вместе с этим будет расширяться и команда специалистов – носителей идей ОУП.

Принцип совместной работы означает то, что ОУП и предложения по повышению производительности обсуждаются с работниками и руководителями участка и шахты и внедряются не по приказу, а по убеждению.

Организационно-управленческий проект (ОУП) повышения производительности подготовительных забоев шахте «Северная» АО «Ургалуголь» включает следующие основные этапы:

- система сбора данных о продолжительности и причинах простоев подготовительных забоев – важнейший инструмент понимания структуры технологических процессов и определения приоритетных направлений работы по устранению его потерь;

- обоснование критерия эффективности работы проходческого забоя; проведение подготовительных выработок, в сравнении с очистными работами, при использовании различной техники характеризуется гораздо большей долей «немашинных» или недостаточно механизированных операций (установка крепи, крепление бортов выработки, установка затяжки, наращивание вентиляционного рукава и различных пневмо- гидромагистралей и т.п.) в структуре технологического цикла;

- диагностика текущей ситуации на проходческих участка шахты;

- разработка и внедрение инструментов визуальной отчетности;

- постановка производственных целей; проект повышения производительности участка должен иметь амбициозные, но реалистичные цели, относительно которых будет оцениваться успешность проектной работы; данные цели должны полностью разделяться коллективом участка, который должен взять на себя обязательство и ответственность за их достижение;

- создание устойчивых условий производства, поскольку подземное производство характеризуется высокой нестабильностью, что связано с изменяющимися горно-геологическими условиями, высокой степенью зависимости проходческого участка от технологической цепочки (УКТ, ВШТ, выдачи на поверхность, обогатительной фабрики), агрессивностью среды работы людей и оборудования.

На следующем этапе в диссертации выполнено обоснование критериев и показателей функционирования организационной структуры и эффективности обеспечения своевременного воспроизводства фронта очистных работ.

Характерные организационно-управленческие и технологические особенности проведения горных выработок на угольных шахтах осложняют оценку и сопоставление результатов, затрат и, соответственно, эффективности выполняемых процессов. В качестве примера представлено сравнение показателей работы проходческих бригад на шахте «Северная» (табл. 2).

Таблица 2 – Сравнение показателей работы проходческих бригад на шахте «Северная»

Параметры	Диапазоны изменения параметров		
	Минимум	Среднее	Максимум
Скорость проведения выработки за месяц	0	200	500
Площадь сечения выработки, м ²	15,6	18,2	25,6
Численность забойной группы, чел. в см	3	8	11
Продолжительность рабочего цикла, мин	25	40	120

Из анализа табл. 2 следует, что отношение между минимальной и максимальной площадью сечения выработки составляет 1,5 раза, численность забойной группы в смену отличается в 3,5 раза, а время рабочего цикла – в 4,8 раза.

В табл. 3 представлено сравнение общепринятых показателей оценки эффективности процесса проведения горных выработок на угольных шахтах.

Таблица 3 – Сравнение применяемых показателей оценки эффективности процесса проведения горных выработок на угольных шахтах

Параметры сравнения	Показатели оценки эффективности процесса проведения горных выработок	
	Погонные метры	м ³
Скорость проведения выработки в мес	+	+
Площадь сечения выработки	-	+
Продолжительность рабочего цикла	-	-
Численность и квалификационный состав персонала	-	-
Технологическая схема проведения	+	-
Горно-геологические условия	-	-

Следовательно, оценка эффективности процессов проведения горных выработок только с использованием традиционных показателей, отражающих «количество пройденных метров» или «объем горной массы» в результате проведения выработки, является недостаточно объективной и не учитывает ряд важных технологических и организационных факторов.

В этой связи наряду с показателями оценки эффективности процесса проведения горных выработок, а именно, темпов проведения выработок (в погонных метрах) или объема горной массы (м³), полученных при проведении выработки, был предложен показатель «производительное время работы подготовительного забоя».

Следовательно, целевая функция критерия эффективного функционирования организационной структуры и эффективности обеспечения своевременного воспроизводства фронта очистных работ на угольных шахтах должна формироваться с учетом «производительного времени работы подготовительного забоя» ($T_{\text{произв.}}$), позволяющего выявить внутрипроизводственные резервы и наметить поэтапные, организационно-управленческие решения на основе детального учета материально-мотивационных, управленческо-организационных, а также горно-геологических и горнотехнических факторов:

$$T_{\text{произв.}} = \left(\frac{Q_{\text{факт. период}}}{Q_{\text{цикл.}}} \cdot T_{\text{цикл.}} \right) \cdot (K_{\text{мм}} \cdot K_{\text{у.о.}} \cdot K_{\text{зг.згт}}) \rightarrow \max \quad (1)$$

где $T_{\text{произв.}}$ – производительное время работы подготовительного забоя;

$Q_{\text{факт. период}}$ – фактическая скорость проведения выработки за период, пог. м;

$Q_{\text{цикл.}}$ – шаг цикла проходки, пог. м;

$T_{\text{цикл.}}$ – рациональная продолжительность цикла проведения выработки, ч;

$0,8 < K_{\text{м.м}} < 1,4$ – коэффициент, характеризующий материально-мотивационные факторы;

$0,8 < K_{\text{у.о.}} < 1,2$ – коэффициент, учитывающий управленческо-организационные факторы;

$0,8 < K_{\text{гг.гт}} < 1,1$ – коэффициент, учитывающий усложнение горно-геологических и горнотехнических условий.

Традиционно в основе расчета времени цикла проведения выработки применяются средние значения продолжительности, входящих в его состав операций. В то же время этот способ имеет ряд недостатков, обусловленных тем, что продолжительность цикла принимается с учетом фактического уровня организации, культуры производства и профессионализма персонала. Расчет продолжительности цикла, основанный на моделировании совмещения операций в пространстве и времени, позволяет выявить новые возможности повышения его эффективности.

Обязательным условием при моделировании цикла проведения выработки является участие в этом процессе всех заинтересованных субъектов предприятия: бригадира (звеньевского), начальника участка, специалиста по нормированию и оплате труда, технолога, специалиста по охране труда и промышленному контролю, представителей руководства шахты.

Результатом моделирования является зафиксированная в паспорте ведения работ принципиальная технологическая схема проведения подготовительной выработки.

Для шахты «Северная» цикл включает механизированные и ручные операции. К механизированным операциям относятся: отбойка (выемка) горной массы комбайном, её погрузка и транспортирование (с использованием самоходного вагона и/или конвейера), бурение шпуров и крепление анкеров. К ручным операциям относятся: навеска решетчатой затяжки, вспомогательные операции по подноске крепежного материала, монтаж коммуникаций.

Расчет продолжительности цикла, основанный на моделировании последовательного, параллельного и последовательно-параллельного совмещения операций проведения выработки определяется с учетом выбранной технологии проведения и крепления горной выработки, технических характеристик применяемого оборудования, а также—горно-геологических и гидрологических характеристик забоя. Численности забойной группы определяется следующему выражению:

$$T_{\text{цикл.}} = T_o + T_{\text{позр}} + T_{\text{всп}} + T_{\text{крп}} + T_{\text{кр.б}} + T_{\text{нар.в}} \quad (2)$$

где T_o – время отбойки (разрушения массива) проходческим комбайном;

$T_{\text{позр}}$ – время погрузки горной массы в самоходный вагон;

$T_{\text{всп}}$ – время вспомогательных операций;

$T_{\text{крп}}$ – время крепления кровли горной выработки на цикл;

$T_{\text{кр.б}}$ – время крепления бортов горной выработки на цикл;

$T_{\text{нар.в}}$ – время наращивания вентиляционного и противопожарного става, переноса датчиков контроля и т.д.

Основными методами установления рациональной продолжительности механизированных операций цикла являются технические и инженерные расчеты, для ручных – моделирование и хронометражные наблюдения.

Из анализа динамики изменения применяемых показателей оценки эффективности процесса проведения горных выработок на шахте «Северная» АО «Ургалуголь» (на примере работы проходческой бригады в течение девяти месяцев 2019 г.) следует, что время производительной работы подготовительного забоя увеличилось с 51,7 ч в марте до 175,0 ч в сентябре за счет детального учета материально-мотивационных, управленческо-организационных, а также горно-геологических и горнотехнических факторов.

Следовательно, представленный методический подход к оценке эффективности проведения подготовительных выработок характеризуется тем, что в качестве основного показателя повышения уровня организации этого процесса выступает «производительное время работы подготовительного забоя», учитывающие влияние таких производственных факторов, как горно-геологические условия, технологическая схема работы, применяемое оборудование, численность и квалификационный состав персонала с учетом изменяющихся параметров, таких как крепость угля, обводненность пласта, технология проведения выработки.

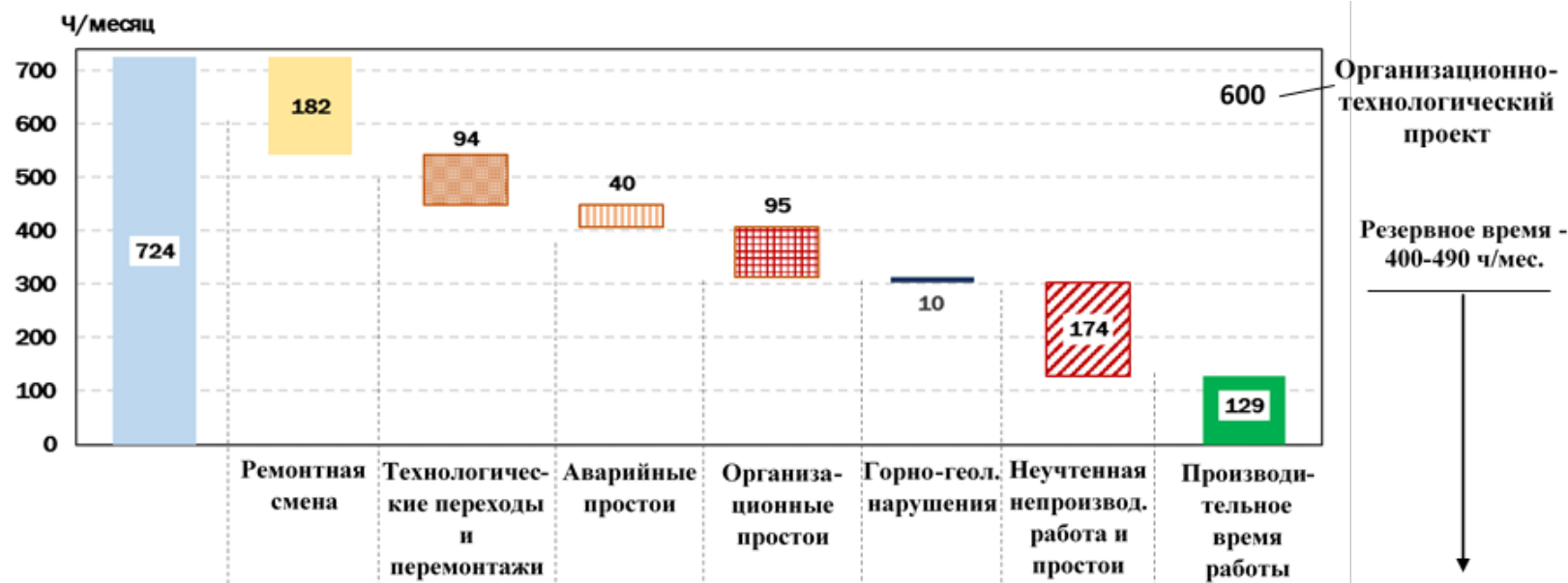
Применение предложенного показателя к оценке эффективности рабочего процесса позволяет выявить резервы повышения темпов проведения горных выработок, обусловленных сокращением потерь рабочего времени оборудования и персонала проходческих бригад угольных шахт.

Расчеты эффективности использования среднемесячного фонда рабочего времени персонала и оборудования в процессе проведения горных выработок на шахте «Северная» за 2019 г. показали, что разница между календарным фондом времени и временем плановых простоев соответствует времени, потенциально доступному для работы проходческой бригады.

Соотношение между значениями потенциально доступного и фактического производительного времени – резерв повышения эффективности работы проходческой бригады, который может быть реализован и при устранении аварийных простоев оборудования, нерациональных технологических переходов, неплановых и организационных простоев (рис. 1).

В диссертации с использованием статистических данных и параметров работы подготовительных забоев были произведены расчеты, которые позволили выявить, что отраслевой уровень производительного времени работы подготовительного забоя на угольных шахтах РФ в 2021 гг. находится в диапазоне 100-300 ч. в месяц.

Для реализации поставленной задачи необходимо установление значений интервала эффективного функционирования организационной структуры и управления производственными процессами своевременного воспроизводства фронта очистных работ.



Возможности каждого уровня управления в устранении непроизводительных затрат рабочего времени, ч/месяц

							ИТОГО	
Руководство РПО	20-25	5-10	3-5	8-10	-	5-10	41-60	→ 400-488
Руководство ПЕ	40-45	20-25	5-7	25-27	0,5-1	15-20	105-125	→ 349-428
Зам. гл. инж. по проходке	5-10	10-15	2-4	5-7	1-2	15-20	38-58	→ 244-303
Начальник участка	40-45	10-15	8-10	25-27	0,5-1	40-45	123-143	→ 206-245
Бригадир и звеньевые	10-15	5-10	3-5	15-17	-	50-55	83-102	→ 245
ИТОГО к устранению:	115-140	50-75	21-31	78-91	3-4	130-150	397-491	

Рисунок 1 – Структура среднемесячного фонда времени проходческой бригады участка №8 за, I полугодие 2019 г.
(комплекс МВ 670, шахта «Северная»)

Диссертантом предложен коэффициент своевременности подготовки запасов ($K_{спз}$), выраженный отношением календарного времени отработки действующего выемочного столба (продолжительности) с учетом достигнутого уровня производительности ко времени (продолжительности) подготовки планируемого к отработке выемочного столба:

$$K_{спз} = \frac{T_{отдс}}{T_{отпс}} = \frac{t_{ji}}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \left(\frac{L_{ij}}{V_{ij}} + \frac{l_i}{V_{pn}} + \frac{l_i}{V_m} \right)} \quad (3)$$

где $T_{отдс}$ – продолжительность отработки запасов действующего выемочного столба с учетом достигнутого уровня производительности очистного забоя, мес.;

$T_{отпс}$ – продолжительность подготовки планируемого к отработке выемочного столба, мес.;

$t_{ji} = L_{cm} / V_{пл}$ – плановое значение времени отработки запасов действующего выемочного столба, сут.;

L_{cm} – длина выемочного столба действующей лавы, м.;

$V_{пл}$ – скорость подвигания комплексно механизированного очистного забоя, м/сут;

n – количество подготовительных выработок, необходимых для подготовки j -го выемочного столба, ед.;

L_{ij} – длина i -ой подготовительной выработки для воспроизводства запасов очередного j -го выемочного столба, м;

V_{ij} – планируемая скорость проведения i -й подготовительной выработки, м/сут;

l_i – длина комплексно-механизированного очистного забоя, м;

V_{pn} – планируемые показатели скорости проведения вентиляционных сбоек, м/сут;

V_m – скорость ведения монтажных работ очистного механизированного комплекса, м/сут.

На рис. 2 представлена эмпирическая зависимость коэффициента своевременности подготовки запасов от времени производительной работы подготовительного забоя, рассчитанная с учетом параметров очистного фронта на шахте «Северная», а также фактических данных по количеству производительных часов работы подготовительного забоя на российских и зарубежных угольных шахтах.

В соответствие с выделенными диапазонами значений коэффициента своевременности подготовки запасов на июнь 2022 г. выделены 3 группы угольных шахт (таблица 4): с опережающей подготовкой очистного фронта (более 1,5); со своевременной подготовкой (1,0-1,5); с разрывом (отставанием) очистного фронта (значения менее 1,0).

При сложившейся нагрузке на очистной забой своевременная подготовка запасов без разрыва очистного фронта, достигается уровнем производительной работы подготовительного забоя – 300 ч в месяц и более, при меньших значениях возникает отставание в подготовке очистного фронта и, как

следствие, простой добычного оборудования. Работа подготовительного забоя в режиме более 300 ч в месяц позволяет опережать подготовку запасов и выйти на уровень подготовки, при котором на момент завершения отработки одной лавы следующая находится в монтаже и последующая - в подготовке.

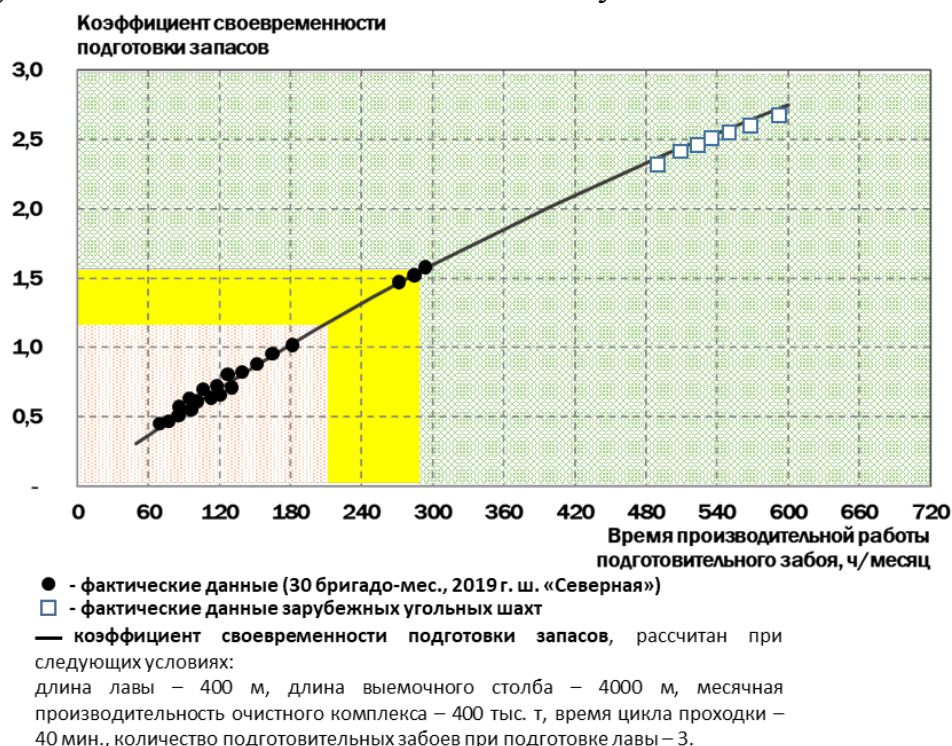


Рисунок 2 – Зависимость коэффициента своевременности подготовки запасов от времени производительной работы подготовительного забоя

Таблица 4 – Группы шахт с различным состоянием подготовки фронта очистных работ

Состояние подготовки очистного фронта	Диапазон значений $K_{спз}$	Наименование предприятия / лавы (факт. значение $K_{спз}$)
Опережающее	Более 1,5	TA Shang (КНР) (2,5) Daliuta (КНР) (2,7) Shangwan (КНР) (2,4)
Своевременное	1,0-1,5	Северная / 26-01 (1,4); Кирова /2464 (1,1); Ялевского /5006 (1,0); 7 Ноября (1,0); Благодатный (1,0)
Разрыв (отставание)	Менее 1,0	Кирова /2598 (0,9); Ялевского /5214 (0,9); Магистральный (0,9) Северная /26-04 (0,8) Талдинская-Западная 2 (0,5); Талдинская-Западная 1 (0,4); Комсомолец (0,3)

Практикой ведущих зарубежных высокопроизводительных шахт Китая, Австралии, США установлены показатели производительного времени работы подготовительных забоев в пределах 500-600 ч. в месяц.

При сложившейся экономической ситуации на мировом рынке энергоресурсов требуются более высокий объём добычи с лавы и, соответственно, увеличение времени производительной работы подготовительного забоя 350 и более часов с поэтапным увеличением до 600 часов.

Дальнейшие исследования диссертации связаны с формированием методики поэтапного увеличения производительного времени работы подготовительного забоя для обеспечения своевременной подготовки очистного фронта, включающей алгоритм определения уровня эффективности ведения подготовительных работ на угольной шахте, вовлечение персонала в процессы поиска, подготовки, планирования, реализацию организационно-управленческих решений; реализацию и контроль организационно-управленческих проектов; анализ полученных результатов для перехода на следующих этапах совершенствования и развития.

Алгоритм поэтапного увеличения эффективности своевременного воспроизводства фронта очистных работ на угольных шахтах формируется исходя из существующего и требуемого состояния подготовки очистного фронта и предполагает циклический процесс вовлечения персонала в разработку, реализацию и контроль выполнения организационно-управленческого проекта как системы взаимосвязанных организационно-управленческих решений, которые выводят объект на следующий этап (уровень) развития (рис. 3).

Этап 1. Определение текущего и требуемого состояния подготовки очистного фронта исходя из ситуации на рынке энергоресурсов и экономического положения шахты.

Этап 2. Вовлечение заинтересованных руководителей, специалистов и рабочих в проработку способов увеличения производительного времени работы подготовительного забоя, согласование основных мероприятий и требуемых результатов на основе системы учета времени производительной работы и причин, влияющих на этот показатель.

Целесообразно осуществлять расчет вовлеченности персонала как отношение численности работников, мотивированных к принятию персональной ответственности при реализации организационно-управленческих решений и проектов по своевременной подготовке очистного фронта, к общей численности персонала, занятого в процессах подготовки фронта очистных работ:

$$B = \frac{C_o}{C_{3n}} \times 100\%, \quad (4)$$

где C_o – численность работников, мотивированных к принятию персональной ответственности при реализации организационно-управленческих решений и проектов по своевременной подготовке очистного фронта;

C_{3n} – общая численность работников, занятых в процессах подготовки очистного фронта.

В табл. 5 представлена динамика вовлеченности персонала шахты «Северная» в разработку, реализацию и контроль взаимосвязанных организационно-управленческих решений за период 2018-2020 гг.

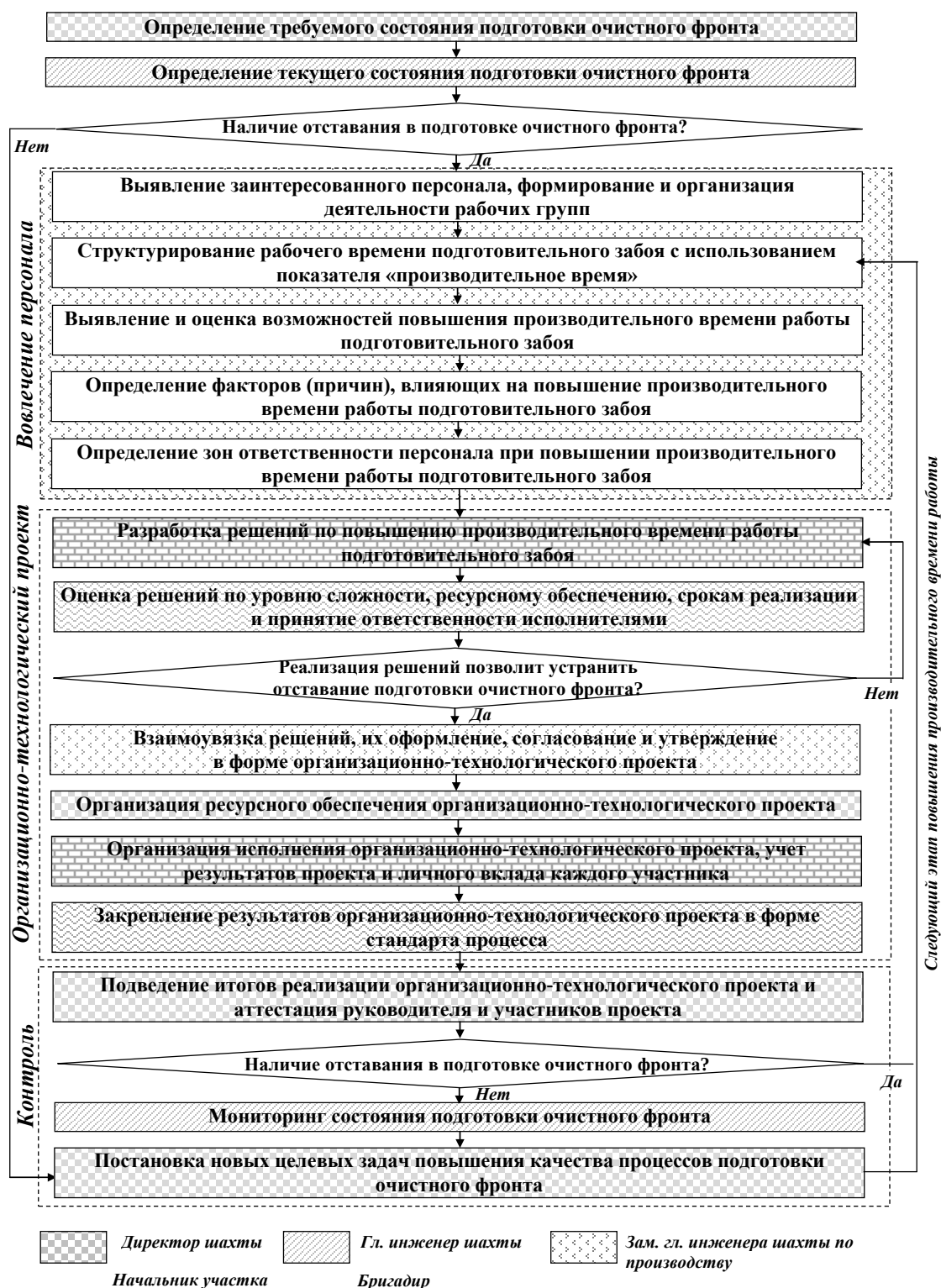


Рисунок 3 – Алгоритм поэтапного увеличения эффективности своевременного воспроизводства фронта очистных работ на угольных шахтах

Таблица 5 – Динамика вовлеченности персонала шахты «Северная» в разработку, реализацию и контроль взаимосвязанных организационно-управленческих решений.

Показатели вовлеченности	2018 г.	2019 г.	2020 г.
Количество работников, мотивированных к принятию персональной ответственности	45	66	86
Вовлеченность персонала, %	12,5	16,5	21,5

Показатели вовлеченности	2018 г.	2019 г.	2020 г.
Количество реализуемых организационно-управленческих решений, ед.	41	72	90

Результатом этапа является повышение согласованности позиций персонала шахты относительно возможностей и способов увеличения производительного времени производительной работы подготовительного забоя.

Этап 3. Реализация организационно-управленческого проекта.

Под организационно-управленческим проектом следует понимать систему взаимосвязанных организационно-управленческих решений, реализация которых выводит объект на новый этап (уровень) совершенствования и развития. Изменение учета результатов работы проходческих бригад послужило дополнительным стимулом для формирования организационно-технических условий и повышения количества производительных часов работы.

Были разработаны и частично реализованы мероприятия по следующим направлениям:

- повышение производственной дисциплины путем улучшения контроля за действиями и взаимодействием работников внутри смены со стороны бригадиров и звеньевых;
- заблаговременная подготовка производства – налаживание условий доставки людей до забоя, контейнеризацией доставки и складирования материалов;
- повышение технического и технологического обеспечения рабочих мест и процессов проведения горных выработок – оснащение забоев дизельными манипуляторами, достаточным количеством и качеством крепежных и вспомогательных материалов, технической документацией;
- повышение связи результатов и оплаты труда на 7% без изменения регламентирующих документов по оплате труда на шахте;
- планирование производства с учетом мероприятий по повышению времени производительной работы и участием бригадиров (табл. 6).

Таблица 6 – Предлагаемая форма учета реализации мероприятий организационно-управленческого проекта по обеспечению производительной работы подготовительного забоя не менее 225 ч в месяц

Факторы снижения эффективности	Организационно-управленческое мероприятие / статус выполнения	Ответственного за реализацию
Недостаточная мотивация персонала	1. Вовлечение заинтересованных руководителей, специалистов и рабочих	Директор шахты и начальник участка
	2. Организация постоянной системы поощрений и стимулирования	Директор шахты и начальник участка
	3. Формирование резерва на вакантные должности	Директор шахты и начальник участка
Низкая технологическая дисциплина	1. Контроль передачи смены на рабочих местах	Начальник участка, горный мастер
	2. Распределение времени приема пищи внутри смены	

Факторы снижения эффективности	Организационно-управленческое мероприятие / статус выполнения	Ответственного за реализацию
	3. Уйти от «дотаций» в оплате труда	Директор шахты
Низкая квалификация исполнителей	Оценка квалификации персонала и равномерное распределение по звеньям	Начальник участка, горный мастер
Недостаточная численность персонала	1. Составить списки работников, желающих получить смежную профессию, организовать обучение	Начальник участка, горный мастер и бригадир
	2. Организация работы в 2 смены укомплектованных численностью вместо 3-х неполных	Начальник участка, горный мастер
Неудовлетворительное снабжение материалами и оборудованием	1. Контроль за своевременным и качественным монтажом монорельсовой подвесной дороги	Начальник участка, горный мастер
	2. Контейнеризация доставочных работ от склада до забоя	Нач. участка РГВ
	3. Обеспечение забоев дизельными манипуляторами	Зам. директора шахты по производству
	4. Приемка выполненных доставочных работ за месяц начальниками участков с учетом объема и качества по акту	Главный инженер шахты
Моральный и физический износ оборудования	1. Формирование резервного склада запасных частей в шахте	Главный механик
	2. Пересмотр условий договорных отношений с сервисными организациями – учитывать производительность оборудования	Директор и главный механик шахты
	3. Активирование аварийных простоев с разбором причин (некачественная эксплуатация или ремонт)	Механик участка и главный механик шахты

Обозначения:

	- ВЫПОЛНЕНО
	- ВЫПОЛНЯЕТСЯ
	- НЕ ВЫПОЛНЕНО

Результатом реализации разработанных и согласованных мероприятий на шахте «Северная» стало снижение времени среднемесячных простоев каждого подготовительного забоя в сравнении с 2018 г. из-за: неблагоприятных горно-геологических условий (-2 ч), несогласованного взаимодействия смежных участков, обусловленная различиями в целях и моделях их достижения между смежными руководителями и их недостаточной информированностью (-49 ч), неритмичной работы и внутрисменных нерегламентированных перерывов (-73 ч).

Таким образом, совместными согласованными усилиями персонала шахты удалось устранить 124 ч непроизводительной работы каждого забоя в месяц.

В этих условиях увеличение времени производительного времени работы подготовительного забоя составило в среднем 68 ч. в месяц, остальное высвобожденное время было «съедено» возросшей аварийностью проходческого оборудования.

Этап 4. Анализ результатов реализации организационно-управленческого проекта.

Следует отметить, что эффективность проводимой работы была выявлена уже на этапе подготовки организационно-управленческого проекта – в I

полугодии 2020 г., когда на шахте формировалась рабочая группа, оценивались резервы роста производительности и были достигнуты первые договоренности о реализации представленных внутрипроизводственных резервов, что подтверждается сравнительным анализом технико-экономических показателей проходки (таблица 7). На этом этапе рост производительного времени составил 17%, а среднемесячной заработной платы проходчика – 26% - этот факт в сочетании с большим объемом перемонтажей отрицательно сказались на себестоимости 1 пог. м выработки – рост на 3% в сравнении с 2020 г.

Таблица 7 – Сравнение технико-экономических показателей проведения подготовительных выработок в 2018-2020 гг. на шахте «Северная»

Показатель	Базовый период	Стадии организационно-управленческого проекта. Проекта		
		Подготовка	Реализация 1 этапа	Реализация 2 этапа
	2018 г	I пол. 2019 г.	II пол. 2019 г.	I пол. 2020 г.
Вовлеченность персонала, % от численности персонала, занятого в процессах подготовки фронта очистных работ	11,3	16,5 (+46%)	17,5 (+55%)	21,5 (+90%)
Среднемесячное количество часов производительной работы подготовительного забоя, ч	103	116 (+17%)	171 (+83%)	225 (+118%)
Среднемесячный объем проходки на 1 бригаду, пог м	116	156 (+35%)	199 (+72%)	230 (+98%)
Значения $K_{спз}$	0,7-0,8	0,8-1,0	0,8-1,0	0,9-1,5
Производительность труда проходчика, пог м в мес.	1,63	2,47 (+52%)	2,84 (+74%)	3,29 (+102%)
Среднемесячная заработная плата проходчика, тыс. руб.	75,7	95,6 (+26%)	99,0 (+31%)	100,6 (+33%)
Уд. расход ФОТ на 1 пог м, тыс. руб.	70,6	67,0 (-5%)	53,1 (-25%)	41,1 (-42%)
Себестоимость 1 пог м проходки, тыс. руб.	168	173 (+3%)	147 (-13%)	144 (-14%)

(%) – рассчитано относительно 2020 г.

В результате реализации организационно-управленческого проекта в течение II полугодия 2019 г. и I полугодия 2020 г. все показатели, характеризующие работу проходческих бригад, были улучшены. Рост производительного времени работы подготовительного забоя за этот период составил 118% относительно уровня 2018 г., заработной платы проходчика – 33%, снижение удельного расхода фонда оплаты труда проходческих бригад – 42%, а себестоимости 1 пог. м – 14%.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Диссертация является научно-квалификационной работой, в которой содержится решение научной задачи совершенствования и трансформации организационно-управленческой структуры производственных процессов своевременного воспроизводства фронта очистных работ за счет реализации взаимоувязанных организационно-управленческих решений и критериальной базы для выявления внутрипроизводственных резервов в области увеличения производительного времени работы подготовительных забоев, позволяющих повысить технико-экономическую эффективность функционирования угольных шахт.

Основные научные и практические результаты, полученные лично соискателем:

1. Анализ практических и теоретических исследований в области разработки научно-методической базы обеспечения своевременной подготовки фронта очистных работ на угольных шахтах позволил выявить систематическое отставание в подготовке запасов к выемке на значительном количестве угольных шахт России. Это вызвано диспропорцией между технологической и технической оснащенностью подземной угледобычи и системой организационных и управленческих решений горного производства, которые отчетливо проявляются в несвоевременной подготовке фронта очистных работ, а также отсутствием единой критериальной базы эффективности процессов подготовки фронта очистных работ.

2. Обосновано, что в качестве критерия эффективного функционирования организационной структуры и эффективности обеспечения своевременного воспроизводства фронта очистных работ на угольных шахтах целесообразно использовать показатель «производительное время работы подготовительного забоя», позволяющий выявить внутрипроизводственные резервы и наметить поэтапные, организационно-управленческие решения на основе детального учета материально-мотивационных, управленческо-организационных, а также горно-геологических и горнотехнических факторов.

3. Установлено, что на значительном количестве российских угольных шахт среднемесячное время производительной работы подготовительного забоя составляет 100-300 ч., в то время как резервы повышения производительного времени работы подготовительного забоя должны составлять не менее 350 ч. в месяц и могут быть реализованы устранением непроизводительных затрат рабочего времени (аварийных простоев оборудования, нерациональных технологических переходов, неплановых и организационных простоев).

4. Обосновано, что устранение непроизводительного времени и простоев подготовительного забоя сдерживается недостаточной вовлеченностью персонала угольной шахты в процессы поиска, подготовки, планирования, реализации организационно-управленческих решений, направленных на своевременную подготовку очистного фронта. Увеличение вовлеченности персонала угольной шахты в разработку этих решений и их реализацию как систему организационно-управленческих проектов позволяет достигать поэтапного повышения времени производительной работы подготовительного

забоя на угольной шахте. При этом под этапом следует понимать промежуточный результат процесса улучшения подготовки фронта очистных работ, отражающий степень выполнения организационно-управленческих решений при достигнутом уровне вовлеченности персонала.

5. Предложен коэффициент своевременности подготовки запасов, как соотношение между временем продолжительности отработки запасов действующего выемочного столба и подготовки планируемого к отработке столба, по значениям которого выделены характерные состояния эффективности функционирования ведения подготовительных работ наугольных шахтах (менее 1,0 – разрыв; 1,0-1,5 – своевременная подготовка; более 1,5 – опережающая подготовка очистного фронта). Установлена зависимость этого коэффициента от времени производительной работы подготовительного забоя, имеющая функцию опережающей подготовки очистного фронта, что достигается при значениях времени производительной работы подготовительного забоя не менее 350 ч. в месяц.

6. Разработан методический подход поэтапного увеличения производительного времени работы подготовительного забоя для обеспечения своевременной подготовки очистного фронта, включающий алгоритм определения уровня эффективности ведения подготовительных работ на угольной шахте, вовлечение персонала в процессы поиска, подготовки, планирования, организационно-управленческих решений; реализацию и контроль организационно-управленческих проектов; анализ полученных результатов для перехода на следующих этапах совершенствования и развития.

7. Реализация разработанного комплекса организационно-управленческих решений по совершенствованию подготовки фронта очистных работ в условиях шахты «Северная» АО «Ургалуголь» позволила увеличить на 30-50% скорость проведения подготовительных горных выработок и достигнуть сокращение времени оконтуривания лавы, снизить эксплуатационные затраты на проведение горных выработок на 10-15%.

8. Внедрение организационно-управленческого проекта по совершенствованию подготовки фронта очистных работ на шахте «Северная» АО «Ургалуголь» позволило за период 2019-2020 гг. увеличить время производительной работы подготовительного забоя в 2 раза; повысить значение коэффициента своевременности подготовки очистного фронта до уровня 1,3-1,5 и получить экономический эффект не менее 140 млн рублей.

Основные положения диссертации опубликованы в следующих работах:

Статьи в изданиях Scopus:

1. Добровольский, А.И. и др. Организация учёта эффективного рабочего времени в процессе проведения горных выработок на шахте «Северная»/ А.И. Добровольский, Г.Л. Феофанов, С.Т. Руденко, А.О. Эссальников, С.И. Захаров // Уголь. – 2019. – №12. – С. 14-19. DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2019-12-14-19>

2. Добровольский, А.И. и др. Опыт и результаты повышения производительного времени работы подготовительного забоя на шахте

«Северная»/ А.И. Добровольский, Г.Л. Феофанов, С.Т. Руденко, **А.О. Эссальников**, С.И. Захаров // Уголь. – 2020. – №8. – С. 82-86. DOI: <http://dx.doi.org/>

Статьи в изданиях, аннотированных ВАК РФ:

3. Мельник В.В., **Эссальников А.О.** Разработка алгоритма поэтапного повышения производительного времени работы подготовительного забоя шахты «Северная» АО «Ургалуголь». / Маркшейдерский вестник. – 2021. – № 5–6 (144-145). с. 62-67.

4. Довженок А.С., **Эссальников А.О.**, Моисеенко В.В., Громов Д.Г. Организационно-технологический проект – инструмент вовлечения персонала в устойчивое развитие предприятия. / Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. – 2022. - № 2. – с. 131-143.

5. Мельник В.В., **Эссальников А.О.** Обоснование критерия эффективности процесса своевременной подготовки фронта очистных работ на угольных шахтах. / «Наука и бизнес: пути развития». – 2022. - № 8 (134).- С.90-93.