

ОТЗЫВ

на диссертационную работу

Маиляна Александра Леоновича

«Научные основы и методологические принципы организационно-технологического анализа и выбора оптимальных вариантов производства строительного-монтажных работ»,

представленную на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 05.02.22 – Организация производства (строительство)

Актуальность. Эффективность организации строительного производства всегда являлась очень важной в масштабах страны. До настоящего времени здесь имеется много нерешенных вопросов. Например, для определения уровня качества готовых объектов и работ применяемая методика основывается лишь на коэффициенте соответствия. Но на строительство оказывают большое влияние факторы внешней и внутренней неопределенности, при этом оценка по коэффициенту соответствия отличается от реальности на 10–30%. В процедурах оценки качества и приемки перед застройщиком встают две задачи: оценки значимости допущенных дефектов и обоснования приемочных норм дефектности. В настоящее время для классификации дефектов работ используются документы Ростехнадзора, в которых количественные критерии качества сформулированы недостаточно точно, что часто приводит к неверным решениям при дефектации объектов, и в итоге - к незапланированным затратам на их исправление.

То есть, разработка принципиально новых методологий формирования решений выбора оптимальных вариантов реализации строительных проектов при заданной организационно-технологической надежности с минимально возможными ресурсами при рациональном характере зависимостей между технологическими операциями при применении новых способов и методов контроля качества и перспективных строительных механизмов является **актуальной и важной проблемой.**

Степень научной разработанности проблемы. Разработкой методов и способов выбора организационно-технологических решений при выполнении строительного-монтажных работ по параметрам качества готовых объектов занимались многие отечественные и зарубежные ученые. Полученные ими методы и модели предназначены для обеспечения соответствия ресурсов, привлекаемых строительными предприятиями, требованиям, формируемым при реализации тех или иных операций с выбором рационального варианта перемещения бригад по объектам и

одновременном сокращении простоев бригад с заданной организационно-технологической надежностью. Но при этом зависимость стоимости работ от времени их выполнения рассматривалась только в классической постановке Л. Форда и Д. Фалкерсона.

Поэтому необходимо учесть характер зависимости работ, выполняемых на одном или нескольких объектах, которые могут иметь характер жесткий (нарушение зависимости невозможно или сопряжено с очень большими затратами) или рекомендательный (нарушение зависимости возможно, но приводит к дополнительным затратам). Оценку адекватности таких затрат для предприятия проводят на этапе организационно-технологического проектирования.

Автором четко поставлена **цель работы** - разработка новых подходов к организационно-техническому проектированию вариантов производства строительно-монтажных работ в условиях применения новых технологий, средств механизации и разноректорных критериев эффективности их реализации.

Научная новизна работы заключается в создании принципиально новых подходов, позволяющих описать процессы, протекающие в системах организационного управления смешанного типа при наличии разноректорных критериев эффективности в задачах повышения качества их целевого функционирования с учетом использования на стройплощадке перспективных технологий, средств автоматизации и механизации строительства.

Автором получены **новые научные результаты** - создана комплексная система методов и способов повышения организационно-технологической надежности при выборе вариантов производства строительно-монтажных работ, включающая разработанные новые модели и механизмы, доказанные теоретические положения и составленные организационно-технические алгоритмы строительного производства.

Достоверность научных результатов обоснована комплексным использованием методологии системного анализа, таксономии, аппарата теории принятия решений, экспертных оценок, расплывчатых категорий, имитационного моделирования, линейного и нелинейного программирования, нейросетевого и динамического программирования.

Практическая значимость работы в том, что предложенные совокупности теоретических положений, методологических решений, методических рекомендаций и информационных систем позволили разработать новые способы организации строительства в контексте интенсификации сроков строительно-монтажных работ, исследования новых

квалиметрических способов контроля качества производства, организации принципов построения средств обеспечения и информационной подсистемы в целом, обоснования их достижимых показателей, а также разработку вариантов подобной системы.

Внедрение результатов исследований выполнено в более 25 строительных и проектных предприятий 4 федеральных округов России с общим экономическим эффектом свыше 92 млн.руб.

Результаты исследований также внедрены в учебный процесс в 4 вузах страны в курсах «Управление строительным производством» и «Технология и организация строительства».

Апробация результатов работы. Основные результаты исследований докладывались и обсуждались на ряде представительных конференций и семинарах, были отмечены серебряной медалью VIII (2006г.), и дипломом X (2010г.) Московского международного салона инноваций и инвестиций.

По результатам диссертационной работы автору в составе авторских коллективов:

- присуждена Премия Правительства Российской Федерации 2019 года в области науки и техники для молодых ученых;

- получена серебряная медаль РААСН за 2020 год.

По исследованиям под руководством и при консультациях автора успешно защищено 5 кандидатских диссертаций.

Работа соответствует пп.1-5,7-9,11 паспорта специальности 05.02.22 – Организация производства (строительство).

Научное направление зарегистрировано в ФГАНУ ЦИТиС Министерства высшего образования и науки РФ.

Публикации. По теме диссертации опубликовано 48 работ, в том числе в 23 изданиях *ВАК*, 6 изданиях *WebofScience* и *Scopus*, 7 монографиях, 8 справочниках, 4 других изданиях.

Структура работы. Диссертация состоит из введения, 6 глав, выводов, библиографии из 145 наименований, приложения, содержит 330 страниц текста, включая 46 рисунков и 28 таблиц.

Во введении обосновывается актуальность темы, сформулированы цель, научные задачи, приведены решаемые в исследовании вопросы, раскрыты научная и практическая ценность работы, методы исследований.

В первой главе «Анализ подходов организационно – технологического проектирования строительного производства» последовательно рассматриваются: многовариантность организационно – технологических решений строительного производства; имитационная модель планирования строительного производства; принципы выбора

организационно – технологических решений на основе нечетких отношений; модели организационно – технологического проектирования строительного производства; методы решения задач организационно – технологического проектирования строительного производства; многовариантность способов контроля качества в строительстве; делаются выводы по главе 1 и ставится постановка цели, проблемы и задач исследования.

Во второй главе «Выбор вариантов производства строительномонтажных работ по стоимости и заданным зависимостям» раскрывается постановка задачи выбора вариантов производства строительномонтажных работ - для агрегируемых сетевых графиков и для произвольного сетевого графика; решения задачи определения оптимального варианта производства работ при выпуклой функции затрат; модели выбора вариантов выполнения работ при зависимостях рекомендательного типа - построения календарного плана с минимальной продолжительностью выполнения комплекса работ, построения календарного плана с минимальными дополнительными затратами и построения календарного плана с минимальными дополнительными затратами для случая последовательного выполнения работ с учетом ограничений на ресурсы, делаются выводы по главе 2.

Тем самым, формулируется общая концепция стратегии выбора вариантов производства работ для агрегируемых сетевых графиков, а также решения задач определения оптимального варианта производства работ при выпуклой функции затрат и выбора вариантов выполнения работ при зависимостях рекомендательного типа.

В третьей главе «Модели выбора вариантов контроля качества строительномонтажных работ» приводится постановка задачи выбора вариантов контроля качества при выполнении строительномонтажных работ; прогнозирование и оптимизация параметров технологических процессов для систем организации строительства - разработка механизма прогнозирования параметров технологических процессов при различных вариантах систем организации строительства и имитационная модель оптимизации параметров технологических процессов по заданным показателям качества; алгоритм выбора способов контроля качества строительномонтажных работ по критерию минимальных сроков реализации проекта; делаются выводы по главе 3.

Рассматривается модель прогнозирования и оптимизации параметров технологических процессов для систем организации строительства и его производственной базы с применением перспективных технологий.

Результатом является алгоритм выбора рациональных производственных структур с использованием перспективных технологий в строительстве при наличии различных критериев оценки эффективности и, зачастую нечетких информативных признаках, позволяющий формировать многоуровневые сетевые графики строительства с возможностью оперативной корректировки фронтов работ.

Далее рассматриваются вопросы проверки и способов нахождения базисного критерия оценки качества. Этот процесс предлагается реализовать последовательностью пяти этапов. Процесс завершается построением всех базисных критериев.

Таким образом, предложен алгоритм выбора способов контроля качества строительно-монтажных работ с использованием квалиметрических методов оценок верхних и нижних границ в многомерных критериальных матрицах показателей качества отдельных видов работ на объект, что позволяет минимизировать возможные отклонения сроков работ от запланированных, а также доказана теорема о варианте минимальной оценке организации работ, позволяющая получить доверительные области при анализе эталонных показателей организации технологических процессов в строительстве, методики их расчета, а также обоснования связи отдельных характеристик с параметрами эталонов для выполнения каждой работы календарного графика.

В четвертой главе «Планирование и организация инвестиционной деятельности в строительное производство, использующее высокотехнологичные средства механизации и контроля качества» приводится модель управления рисками исходов технологических процессов строительной компании с применением средств автоматизации и механизации; способы оценки уровня риска производственной деятельности строительного предприятия при оптимальном машинном парке; организация инвестиционной деятельности для региональных строительных комплексов при возведении и эксплуатации объектов строительства с применением перспективных технологий и способов контроля качества; разработка перспективного строительного робота со сменными вариантами механизмов для выполнения разнотипных работ на ограниченной строительной площадке; делаются выводы по главе 4.

Производится моделирование структурных параметров оценки уровня риска строительного предприятия при инвестиционной деятельности в капитальное строительство при оптимальном машинном парке, а также организация инвестиционной деятельности для региональных строительных комплексов при возведении и эксплуатации

объектов недвижимости с применением перспективных технологий и способов контроля качества их возведения. Все отмеченное очевидно относится только к выбранным структурам-представителем.

Рассматривается модель организации инвестиционной деятельности в форме капитальных вложений при применении перспективных технологий в строительстве.

Если объект строительства состоит из нескольких блоков, после завершения которых достигается определенный эффект, то он разбивается на «элементарные» объекты. Между ними формализуется некоторая допустимая технология их строительства с привлечением инвестиций по мере необходимости. В первом случае на этапе планирования для объектов известен вектор, определяющий необходимые ресурсы в любой период строительства. Во втором случае известен суммарный объем потребления ресурсов, а текущие величины определяются при решении задачи планирования.

Таким образом, автором сделана попытка получить модель организации инвестиционной деятельности в форме капитальных вложений при применении перспективных технологий в строительстве, обеспечивающая оптимальный машинный парк строительной компании при реализации проекта за счет применения нейросетевых алгоритмов обработки знаний в условиях неопределенности.

Считаю наиболее значимым разделом диссертации являлось создание модели представления знаний (МПЗ) для выбора способов возведения элементов строительных объектов с определением рациональных вариантов организации производства. Учитывая относительно небольшой объем правил работы такой экспертной системы после анализа различных моделей (продукционных, семантических, фреймовых, нейросетей) выбор остановлен на семантической МПЗ. Не ясно только на каком этапе инвестиционно-строительного цикла и кем это будет проводиться?

Затем в диссертации подробно описывается алгоритм анализа инвестиций в объекты капстроительства, синтезированный в представленной модели. Значение показателя риска инвестиций объекта недвижимости может сравниваться с эталонным посредством волнового алгоритма последовательного возбуждения вершин.

Одним из вариантов повысить эффективность работ, а также минимизировать ошибки, связанные с человеческим фактором, является использование строительных роботов. Предлагается модель робота, работающего в режиме самообучения с разработанной выше моделью

представления знаний.

Таким образом, получена семантическая модель представления знаний для выбора способов возведения строительных конструкций с определением рациональных вариантов организации производства, позволяющая обеспечить согласованность в разнотипных шкалах пространства неоднородных признаков, за счет использования процедуры распознавания при множестве вариантов, что позволяет избежать основного недостатка – падения эффективности, а также привязать ее для определения рациональных вариантов сетевых графиков организации строительства.

В пятой главе «Организация строительного производства в условиях применения перспективных технологий и способов контроля качества» производится разработка способов возведения строительных конструкций с определением рациональных вариантов организации производства; способы выбора рациональных вариантов различных технологий производства строительного-монтажных работ; делаются выводы по главе 5.

Рассматривается возведение строительных конструкций с определением рациональных вариантов организации производства, а также выбор оптимального варианта средств механизации и автоматизации при наличии различных несводимых друг к другу критериев оптимальности.

Рассматривается решение задач получения размерного ряда многопродуктовых производственных мощностей при использовании перспективных технологий строительства. Этот этап исследований»выражается» из общего контекста работы и не соответствует существующей специализации структур.

Далее в диссертации излагается методология реализации одно- и многопродуктовых моделей мощности наличного парка основного технологического оборудования. Для реализации стратегии однопродуктовых моделей приняты три базовых варианта.

После этого проводится обоснование оптимального варианта многопродуктовых производственных мощностей в строительстве.

Завершающим этапом работы являлось решение задач оптимального календарного планирования расписания строительного производства с использованием метрических пространств при использовании перспективных средств автоматизации и механизации. Важным этапом являлось исследование их сравнительной эффективности в решении задач календарного планирования с использованием разных маршрутов.

Постановка задачи общеизвестна, однако автором синтезирован алгоритм выбора рациональных вариантов различных технологий

производства СМР на основе применения высокопроизводительных средств механизации и автоматизации по параметрам качества с совмещением поиска эталонных показателей новых технологических процессов при наличии различных несводимых друг к другу критериев оптимальности, позволяющий выявить общие закономерности функционирования путем моделирования и оптимизации организационно-технологических решений в строительстве различной организации и сложности.

В шестой главе «Информационная обеспечения строительномонтажных работ в условиях формирования сложных производственных структур» рассматриваются основы формирования информационной модели планирования строительного производства по параметрам качества технологических процессов; приводятся научные подходы к разработке информационной модели управления строительным производством по параметрам рациональности организации строительства; сформированы методологические принципы информационной модели контроля качества строительного производства по параметрам минимальных сроков реализации строительного проекта; определение функционального качества и безопасности ССПС.

Основные подходы к разработке информационной модели управления производством осуществлены по параметрам рациональных вариантов организации с учетом результатов контроля качества по параметрам минимальных сроков реализации строительного проекта, а также аналитическому расчету эффективности предложенных моделей и алгоритмов.

Для реализации разработанных моделей и алгоритмов автором создан универсальный программный комплекс, обеспечивающий заданный уровень качества управления СМР.

Экспертная модель синтеза и пополнения знаний для представленной структуры, позволяющая получать оптимальную по Парето структуру базы знаний за счет использования строгих ограничений на принципы мотивации выбора агентов, реализована в системе искусственного интеллекта Visual Prolog-7.7.

Алгоритм принятия управленческих решений для предприятия, позволяющий получить решение за минимальное число шагов на основе процедур адаптивного формирования опорной выборки положительного опыта, реализован в среде MatLAB.

Проведена аналитическая оценка эффективности разработанных мероприятий по повышению организационно-технологической надежности

строительного производства - повышение в среднем составило 11% при заданном качестве выполнения СМР, что доказывает эффективность разработанных методов и способов исследования автора.

Таким образом, получена модель информационного обеспечения строительно-монтажных работ в условиях формирования сложных производственных структур позволяющая обеспечить выполнение сетевых графиков производства на всех этапах жизненного цикла строительства за счет применения совмещенных программных модулей: планирования (GPSSWorld), диспетчерского управления (SCADA - TraceMOD) и контроля качества строительного производства по критерию организационно-технологической надежности.

В заключении приведены основные выводы, сформулированные достаточно четко и рекомендации по дальнейшей разработке темы.

В приложении приводятся документы о внедрении и практической реализации предложенных моделей в практике строительных организаций.

Автореферат соответствует содержанию диссертации.

По содержательной, в целом, диссертационной работе имеются следующие **замечания**:

1. Диссертационная работа охватывает большой круг нерешенных организационно- технологических задач; наиболее проблемные выделены автором, а именно:
 - состояние контроля качества СМР и вводимых объектов;
 - оценка организационно- технологической надежности выполнения работ с ограничением по продолжительности с учетом мощности;
 - алгоритмы выбора рациональных производственных структур многих других;

При этом в постановке и решении задач автором необходимо было бы учесть ранее разработанные варианты расчета мощностей и программ СМО (например работы ин-та НИИОУСа); оценка производственных потенциалов (рук. Лapidус А.А.) и развивать эти методы с учетом своих наработок.

2. Существующий порядок ввода объектов без выполнения отделочных работ ставит под сомнение предложенный алгоритм оценки качества объекта. Очевидно следовало бы разработать шкалу выбора или градацию объектов необходимых к обязательной оценке (например отраслевой).
3. В диссертации присутствует, а в автореферате отсутствует описание примененной автором цепной метрики M_1 при календарном

планировании строительного производства при использовании перспективных средств автоматизации и механизации, что считаю, было бы целесообразным.


4. По каким критериям автор отдал предпочтение семантической модели представления знаний для выбора способов возведения элементов строительных объектов с определением рациональных вариантов организации производства?

5. В условиях ограниченных возможностей строительной компании в части наличия средств механизации, не вполне понятно изложено, как осуществляется оптимизация машинного парка при реализации предложенной автором модели организации ее инвестиционной деятельности?

Сделанные замечания не носят принципиального характера и не снижают общей положительной оценки работы, которую можно квалифицировать как выполненную на актуальную тему, на высоком научно-теоретическом и практическом уровне, имеющей реальную научную новизну, большую практическую ценность и достоверное внедрение результатов в практику строительства.

Считаю, что диссертационная работа А.Л.Маиляна «Научные основы и методологические принципы организационно-технологического анализа и выбора оптимальных вариантов производства строительного-монтажных работ» отвечает требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 05.02.22 – Организация производства (строительство), а ее автор заслуживает присвоения ему ученой степени доктора технических наук.

**Официальный оппонент,
доктор технических наук, профессор, советник начальника
Управления научно-исследовательских работ
ФГБОУ ВО «Тульский государственный университет
(05.23.08 – Технология и организация строительства)**

Николай Антонович ШУЛЬЖЕНКО 
e-mail: shulzh79@mail.ru, olga198433@yandex.ru
тел. 8-910-162-76-83

Подпись профессора Н.А.Шульженко
Удостоверяю:

Начальник



И.В. Меркулов
26.11.2020 г.