

На правах рукописи



Сокольников Владимир Вячеславович

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОПЕРАТИВНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ
СТРОИТЕЛЬНО-МОНТАЖНЫХ РАБОТ И ИХ
РЕСУРСНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ НА ОСНОВЕ
ЕДИНОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СРЕДЫ УПРАВЛЕНИЯ**

Специальность 05.23.08 Технология и организация строительства

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Санкт-Петербург – 2017

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет»

Научный руководитель : **Колчеданцев Леонид Михайлович**
доктор технических наук;

Официальные оппоненты: **Величкин Виктор Захарович**
доктор технических наук, профессор
ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого». кафедра «Строительство уникальных зданий и сооружений»;

Дадар Алдын-Кыс Хунаевна
кандидат технических наук, доцент
ФГБОУ ВО "Тувинский государственный университет"
кафедра городского хозяйства, заведующая;

Ведущая организация: ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)» Южно –
Уральский государственный университет

Защита состоится 19 декабря 2017 в 16 часов на заседании диссертационного совета Д 212.223.01 по адресу: 190005, Санкт-Петербург, 2-я Красноармейская ул., д. 4, ауд.219 (зал заседаний диссертационного совета).

С диссертацией можно ознакомиться в фундаментальной библиотеке ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет» и на сайте <http://dis.spbgasu.ru/specialtys/personal/sokolnikov-vladimir-vyacheslavovich>.

Тел./факс: (812) 316-58-72, E-mail: rector@spbgasu.ru

Автореферат разослан 16 октября 2017 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета,
к.т.н.



Конюшков Владимир Викторович

I. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. Известно, что планирование является одной из важнейших функций управления. Применительно к оперативному управлению строительно-монтажными работами (далее – СМР), при котором процессы корректировки оперативных планов, принятие и исполнение решений по их реализации «сжаты» во времени и исчисляются часами и сутками, правомерно совместное использование терминов «планирование» и «управление». Оперативное планирование и управление (далее – ОПиУ) СМР и их ресурсным обеспечением, выполняемые в строительно-монтажных предприятиях (далее – СМП) с целью обеспечения своевременности и поддержания непрерывности технологических процессов с учетом безусловного выполнения заключенных контрактов, являются, с одной стороны – наиболее актуальными задачами производственной и хозяйственной деятельности СМП, а с другой стороны – представляют собой ведущее средство организации, руководства и регулирования ежедневной производственной и хозяйственной деятельности подразделений СМП. Календарное планирование в составе ППР не в полной мере удовлетворяет требованиям поддержания непрерывности строительных процессов, а также особенностям ОПиУ СМР и их ресурсным обеспечением, так как ОПиУ характеризуются следующими особенностями: значительный объем и постоянно меняющееся многообразие текущей потребности в ресурсах; постоянно меняющееся многообразие как одновременно выполняемых (на объектах) строительных процессов, так и текущих ограничений организационного, технического и нормативно-правового характера их выполнения; рассредоточенность данных и исполнителей ОПиУ, сложность их коммуникаций, многообразие и противоречивость критериев ОПиУ, жесткий дефицит времени на принятие решений. Указанные особенности часто влекут несогласованность действий служб СМП, запаздывание разработки недельно – суточных графиков и корректировки календарных планов, низкую достоверность данных выполнения строительных процессов, несоответствие потребности и обеспечения СМР ресурсами по времени, объемам и номенклатуре. Кроме этого, на своевременность выполнения строительных процессов негативное влияние оказывают: неготовность фронтов работ, отказы техники, необходимость уточнения проектных решений, устранение допущенного брака, вмешательства заказчиков и т. д.

Таким образом, задача разработки научно обоснованного практического метода оперативного планирования и управления строительно-монтажными работами и их ресурсным обеспечением является весьма актуальной.

Степень разработанности темы исследования. Теоретические подходы и методы и решения задачи оперативного планирования и управления СМР, их ресурсного обеспечения, рассматриваются в различных технических и экономических науках, а также в фундаментальной науке. В том числе: технология, организация, строительного производства, управление строительством и экономика строительства, информатизация (кибернетика), теория организации, теория систем, технические науки об управлении. В прикладной строительной науке различные аспекты организации и управления строительным производством и отдельными технологическими процессами, их ресурсным обеспечением

ем, вопросы организации, а также информатизации управления СМР рассматривали Андреев Л.С., Антанавичюс К.А., Афанасьев В.А., Бадьин Г.М., Болотин С.А., Брехман А.И., Вавд Л.Э., Васильев В.М., Величкин В.З., Верстов В.В., Галкин И.Г., Гусаков А.А., Гусев Е.В., Дадар А.Х., Казанский Ю.Н., Керов И.П., Колчеданцев Л.М., Крупенченко Б.Р., Меркин Р.М., Неумолотов О. Б., Одинцов Д.Г., Преджо Н.Н., Синенко С.А., Скрыдлов Н.В., Судаков К.В., Шрейбер А.К., Эткин Ю.Л., Юдина А.Ф., Яблонский А.А., а также зарубежные специалисты: Х. Ахьюдж, С.М. Джонсон и др. в работах, направленных на изучение технологических строительных процессов, методов организации строительного производства, подходов к разработке систем управления строительным производством, методов информатизации управления строительством. Тем не менее, в указанных исследованиях, авторы, как правило, рассматривают методы или организации строительного производства, или календарного планирования СМР, или управления экономическими показателями строительных проектов, или ресурсного обеспечения СМР – как самостоятельные научные методы. Методам алгоритмизации ОПиУ строительными процессами, устанавливающим текущую потребность в ресурсах с целью поддержания непрерывности и своевременности выполнения технологических процессов на нескольких инфраструктурно несвязанных объектах, в доступных автору исследованиях отведено достаточно скромное место.

Целью исследования является повышение эффективности строительного производства путем минимизации затрат времени и сопутствующих ресурсов на обеспечение своевременности и непрерывности строительных технологических процессов за счет совершенствования оперативного планирования и управления строительными процессами и их ресурсным обеспечением на основе использования информационных технологий.

Задачи диссертационного исследования:

1. Изучение теоретических основ и практических методов реализации оперативного планирования и управления СМР и их ресурсным обеспечением в СМП. Обобщение отечественного и зарубежного опыта оперативного планирования и управления СМР.

2. Формирование научного аппарата исследования. Разработка и качественный анализ полученной теоретической модели ОПиУ.

3. Разработка на основе полученной теоретической модели и проверка в производственных условиях СМП методических и технических средств оперативного планирования и управления строительными процессами и их ресурсным обеспечением.

4. Качественная и количественная оценка эффективности эксплуатации разработанных методических и технических средств.

Объектом исследования является оперативное планирование и управление строительными процессами и их ресурсным обеспечением в СМП средней и малой производственной мощности различных форм собственности.

Предметами исследования являются: теоретические модели, методические и технические средства оперативного планирования и управления строительными технологическими процессами и их ресурсным обеспечением.

Научная гипотеза исследования заключается в том, что сложность своевременных получения, оборота между исполнителями и обработки данных ОПиУ влечет низкую эффективность решения задачи формирования текущего многофакторного критерия ОПиУ строительными процессами и их ресурсным обеспечением. Совершенствование ОПиУ путем разработки теоретической модели системы ОПиУ, алгоритмизирующей связи параметров, а также критерии оперативного управления строительными процессами, позволят избежать указанных в *актуальности* недостатков, присущих выполнению строительных процессов и привести ОПиУ в соответствие с КП в составе ППР.

Учитывая значительный объем и рассредоточенность данных между различными исполнителями и подразделениями, необходимость высокой скорости оборота и обработки данных, значительное число начально-конечных и граничных условий выполнения процессов, наиболее рациональным способом практической реализации теоретической модели ОПиУ является создание единой информационной среды управления СМП – разработка специализированного программного обеспечения, реализующего как связи параметров выполнения строительных процессов и их ресурсного обеспечения, так и коммуникацию исполнителей по алгоритмам теоретической модели.

Научная новизна полученных результатов:

1. Разработана организационно-техническая математическая модель напряженности оперативного управления монтажно – укладочным процессом (далее – *Н_{оу_проц.}*), суть которой в том, что оперативное управление монтажно-укладочным процессом последовательно выполняет следующие шесть преобразований состояний ресурсов текущей потребности, не создающих строительную продукцию, но делающих ресурс(ы) готовым(и) к использованию в монтажно-укладочном процессе – к расходованию: фиксацию общей потребности процесса в ресурсе, фиксацию текущей потребности, заказ поставщикам текущей заявленной потребности, оплату поставщикам текущей заявленной потребности, поставку на объект текущей заявленной потребности, фиксацию готовности ресурса к расходованию. Установлена математическая зависимость «напряженности» от факторов выполнения, ресурсного обеспечения, а также организационных, технических и нормативно-правовых ограничений выполнения монтажно-укладочного процесса.

2. Предложена и обоснована структура теоретической модели системы ОПиУ в СМП. Предложены, обоснованы и качественно исследованы вид и элементы аналитической модели, а также вид процессной модели функционирования системы ОПиУ. Введение понятия *Н_{оу_проц.}* позволило использовать положения теории потенциала при разработке аналитической модели системы ОПиУ в СМП.

3. Разработаны конкретные формы алгоритмизации информационной среды ОПиУ для ген- и субподрядных СМП, реализующие автоматическую коммуникацию исполнителей различных специализаций и иерархии по алгоритмам связей параметров выполнения строительных процессов, параметров их ресурсного обеспечения и начально-конечных технико-экономические условий возведения объектов.

4. Разработана методика экспериментальной оценки величины работы системы ОПиУ на основе обработки автоматически фиксируемых АРМ фактических значений затрат рабочего времени исполнителей на их эксплуатацию. Методика позволяет управлять эффективностью оперативного ОПиУ посредством уточнения номенклатуры параметров выполнения строительных процессов, улучшения алгоритмизации их получения и обработки, а также перераспределения задач ОПиУ между исполнителями.

Теоретическая значимость работы заключается в комплексном рассмотрении планирования выполнения монтажно-укладочных процессов и порядка их ресурсного обеспечения, обосновывающем расчетные параметры напряженности оперативного управления строительными процессами, а также теоретическую модель системы оперативного управления СМП.

Практическая значимость:

1. На основании полученной формулы напряженности оперативного планирования и управления строительными процессами и их ресурсным обеспечением разработан автоматизированный интерфейс представления формулы в виде автоматически заполняемой таблицы MSEXCEL, визуализирующей проблемные параметры текущих строительных процессов.

2. Разработаны рекомендации по автоматизированному использованию формулы напряженности ОПиУ на основе различных платформ автоматизации для ген- и субподрядной форм управления строительными процессами.

3. Разработано программное обеспечение теоретической модели системы ОПиУ в виде двух программно-методических комплексов автоматизированных рабочих мест с использованием различных платформ автоматизации.

4. Разработаны рекомендации по комплексному проектированию методик оперативного управления и программного обеспечения их эксплуатации.

5. Результаты исследования свидетельствуют, что автоматизация оперативного планирования и управления, включающая автоматизированный интерфейс представления напряженности оперативного управления повышает производительность труда на одного работающего ИТР на 20–25 % и до 4 % на одного рабочего.

Методология исследования: патентные исследования, формализация ключевых свойств объекта и предметов исследования с позиций системного подхода; обоснование и разработка, на основе выполненных формализаций, вида и структуры теоретической модели системы оперативного планирования и управления в СМП и ее качественный анализ; выбор и обоснование применимости математических методов исследования модели объекта; компьютерное имитационное моделирование системы оперативного планирования и управления СМР и их ресурсным обеспечением.

Положения, выносимые на защиту

1. Разработана организационно-техническая математическая модель напряженности оперативного управления монтажно-укладочным процессом.

2. Предложена и обоснована структура теоретической модели системы ОПиУ в СМП. Структура модели включает: известную теоретическую модель организации строительного производства, организационно-техническую мате-

математическую модель напряженности оперативного управления монтажно-укладочным процессом, а также аналитическую математическую и процессную модели системы ОПиУ.

3. Разработаны конкретные формы алгоритмизации информационной среды ОПиУ для ген- и субподрядных СМП в виде двух программно-методических комплексов, специализированных автоматизированных рабочих мест (АРМ) ОПиУ строительными процессами и их ресурсным обеспечением. Каждый программно – методический комплекс включает: архитектуру хранения в ЛВС электронных автоматизированных табличных шаблонов и форм данных ОПиУ, исполнительный файл алгоритмической обработки форм и шаблонов ОПиУ, единый интерфейс АРМ, автоматизированный конфигуратор настроек АРМ различного функционала.

4. Разработана методика экспериментальной оценки величины работы системы ОПиУ на основе обработки автоматически фиксируемых АРМ фактических значений затрат рабочего времени исполнителей на их эксплуатацию.

Область исследования соответствует паспорту специальности 05.23.08: п. 10 «Разработка и оптимизация форм управления строительным производством; обоснование и выбор рациональных организационных структур и методов управления в строительстве; развитие информационных технологий организации и управления строительством».

Достоверность результатов теоретических и экспериментальных исследований обусловлена анализом реальных значений параметров оперативного управления, проверенных на ряде СМП Санкт-Петербурга и используемых в компьютерной имитационной модели оперативного планирования и управления, сходимостью расчетных (теоретических) и экспериментальных значений данных при их обработки методами регрессионного анализа.

Апробация результатов работы. Методологические и теоретические результаты диссертации доложены на 12 конференциях и семинарах в Санкт-Петербурге, а также используются в учебном процессе кафедры строительного производства СПбГАСУ. Разработанное программное обеспечение с 2007 г. используется в учебном процессе кафедры строительного производства СПбГАСУ.

Публикации. Основные положения работы отражены в одном авторском свидетельстве на программу для ЭВМ, 9ти статьях, в том числе в 6ти статьях в периодических изданиях, рекомендованных ВАК.

Структура и объём диссертации. Диссертация изложена на 143 страницах, включающих введение, 4 главы, заключение и список литературы из 113 литературных источников. В диссертации содержится 28 рисунков, 12 таблиц и 15 формул. В двух приложениях к диссертации на 9ти страницах изложены разработанные рекомендации по проектированию автоматизации оперативного планирования и управления строительными процессами. К диссертации, также, прилагаются 3 акта внедрений двух разработанных в ходе исследования программно-методических комплексов автоматизированных рабочих мест, свидетельство об авторском праве на компьютерную программу, CD диск с файлами шаблонов форм ОПиУ и изображений примеров интерфейса автоматизированных рабочих мест разработанного программного обеспечения.

Во введении обоснована актуальность, сформулированы задачи оперативного планирования и управления в СМП, определены цель, объект и предмет исследования, обоснована рабочая гипотеза исследования, изложена методология исследования, указаны теоретическая значимость и прикладная ценность полученных результатов, приведены основные положения, которые выносятся на защиту.

В первой главе проведен обзор литературных источников, содержащих теоретические подходы к исследованиям оперативного планирования и управления строительными процессами. Показаны достоинства и недостатки для настоящего исследования существующих подходов. Общим недостатком можно считать отсутствие комплексного рассмотрения состояний материально-технических, трудовых, организационных, административных и других не материальных ресурсов, описывающих их параметров, влияющих на ход выполнения строительных процессов.

Во второй главе выполнены обоснование, разработка и качественный анализ организационно-технической математической модели напряженности оперативного управления монтажно-укладочным процессом как части теоретической модели системы управления СМП. Выполнены необходимые формализации системы ОПиУ в СМП. Раскрыты понятия и определения, а также даны геометрические представления процессов, компонентов, элементов и связей системы ОПиУ. На основании выполненных формализаций получены и проанализированы формула и интерфейс представления напряженности оперативного управления строительным процессом. Получены и проанализированы характеристики и компоненты различных систем управления, влияющие на формирование критериев оперативного управления.

В третьей главе приведены основные методические положения рационального проектирования методических и технических средств (программного обеспечения) автоматизации оперативного управления. Приведены результаты сравнительного анализа различных платформ автоматизации для различных форм управления строительными процессами.

В четвертой главе приведено описание условий и результаты опытной эксплуатации разработанного в диссертации программного обеспечения. Приведены и проанализированы электронные формы эффективного интерфейса автоматизации ОПиУ.

В заключении подведены итоги исследования, сформулированы выводы и рекомендации для научного и практического применения результатов диссертации, намечены направления последующей работы.

II. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ И РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ДИССЕРТАЦИИ, ВЫНОСИМЫЕ НА ЗАЩИТУ

1. Разработана организационно-техническая математическая модель напряженности оперативного управления монтажно-укладочным процессом.

Напряженность оперативного управления процессом – $H_{ou_проц.}$ определена как «мера соответствия: фактической обеспеченности ресурсами строительного процесса – планируемой потребности и недельно-суточного графика производства работ – календарному плану в условиях текущих вне- и внутрипло-

щадочных ограничений выполнения процесса». $H_{oy_проц}$, в общем случае, зависит от следующих факторов: δ_{Vstat} – показатель заявленной текущей потребности в ресурсе; δ_{conv} – показатель обеспечения заявленной потребности; δ_{VT} – показатель своевременности выполнения монтажно-укладочного процесса; δ_{lim} – показатель вне- и внутриплощадочных текущих организационных, технических и правовых ограничений выполнения технологического процесса или преобразования состояния ресурсов.

$$H_{oy_проц} = f(\delta_{lim}, \delta_{Vstat}, \delta_{conv}, \delta_{VT}) \quad ;$$

$$H_{oy_проц} = \delta_{lim} * \left(\sum_{i=1}^n \frac{\delta_{(VSTAT)i} * \delta_{(VT)i}}{\delta_{(CONV)i}} \right); \quad (1)$$

где n – число ресурсов текущей потребности технологического процесса; δ_{lim} – текущие вне- и внутриплощадочные ограничения выполнения монтажно-укладочного процесса. $1 \leq \delta_{lim} \leq 3$;

$$\delta_{lim} = 1 + K_{lim}; \quad K_{lim} = \sum_{i=0}^n K_{(lim)i} + \sum_{j=0}^m K_{(lim)j} \quad (1*);$$

где m и n – текущее число ограничений выполнения технологического процесса.

Значения коэффициентов $K_{(lim)j,i}$, приведенные в табл. 1, получены методом экспертных оценок возможности выполнения процесса некоторое время после возникновения ограничений. Кроме указанных, в таблице могут присутствовать и иные коэффициенты, но их суммы по столбцам всегда равны 1, что дает максимальное значение $\delta_{lim} = 3$ с учетом (1*).

Таблица 1

Значения коэффициентов $K_{(lim)i,j}$

№	Группа ограничений	Внутриплощадочные ограничения		Внеплощадочные ограничения	
		наименование	Коэфф. $K_{(lim)i}$	наименование	Коэфф. $K_{(lim)j}$
1	Организационные	1.Неготовность фронта	0,15	1.«Отказ» технической базы СМП	0,4
2		2.Отсутствие приемки работ	0,05	2.Отсутствие оплаты работ	0,05
3		3.Несоответствие проектных решений	0,05	3.Недостаток финансирования	0,05
4		4.Несоответствие квалификации исполнителей	0,15	4.Отсутствие проектных решений	0,15
5		5.Невыполнение подготов. процесс	0,1		
6	Технические	6.Неисправность мех-мов	0,15	5.Ограничения по ТУ (ПОС)	0,1
7		7.Несоотв. материалов и конструкций	0,15		
8		8.Переделка вследствие изменения проекта или допущенного брака	0,05		
9	Нормативно-правовые	9.Угроза нарушения правил техники безопасности	0,05	6.Отсутствие указаний в договоре Прямые указания в договоре	0,05
10				7.Предписания Заказчика или надзорных органов	0,2
11					
		$MAX(K_{(lim)i}) = \sum_{i=0}^n K_i = 1;$ при $n_{max} = 9$	$\sum = 1$	$MAX(K_{(lim)j}) = \sum_{j=0}^m K_j = 1;$ при $m_{max} = 7$	$\sum = 1$

δ_{Vstat} – показатель текущей заявленной потребности технологического процесса в ресурсе;

$$\delta_{Vstat} = \frac{V_{общ} - V_{израсх}}{V_{заявл}};$$

где $V_{общ}$ – общая потребность монтажно-укладочного процесса в ресурсе; $V_{израсх}$ – объем ресурса, уложенный в дело; $V_{заявл}$ – заявленный объем текущей потребности.

Начальные условия для δ_{Vstat} : при $V_{израсх}=0$ и $V_{заявл}=0$, $V_{заявл}=V_{общ}$. и $\delta_{conv}=1$;

Область допустимых значений δ_{Vstat} : $0 \leq \delta_{Vstat} \leq 1$;

δ_{conv} – показатель обеспечения заявленной потребности.

Значения δ_{conv} -, приведенные в табл. 2, получены из формального условия равной значимости выполнения каждого преобразования состояния ресурса в последовательности преобразований.

Таблица 2

Значения δ_{conv}

№	Фиксируемый параметр преобразования состояния ресурса	δ_{conv}
1	Объем общей плановой потребности	0,2
2	дата установления текущей потребности ресурса	0,4
3	дата оформления заказа поставщику ресурса	0,6
4	дата оплаты текущей потребности ресурса по счету поставщика	0,8
5	дата поставки ресурса на объект	1

δ_{VT} – своевременность по графику выполнения текущего монтажно-укладочного процесса;

$$\delta_{VT} = \left(1 + \left| \frac{dat_{тек} - dat_{заявки}}{dat_{оконч} - dat_{заявки}} \right| - \frac{V_{готов}}{V_{заявки}} \right);$$

где $dat_{тек}$ – текущая дата; $dat_{заявки}$ – дата заявки текущей потребности в ресурсе; $dat_{оконч}$ – дата окончания монтажно-укладочного процесса по графику; $V_{готов}$ – объем ресурса текущей заявленной потребности, готовый к расходованию; $V_{заявки}$ – объем текущей заявленной потребности ресурса.

Область допустимых значений δ_{VT} ; $1 \leq \delta_{VT} \leq 2$;

Конечные условия для δ_{VT} ; при $V_{готов} = V_{заявки}$, $dat_{тек} = dat_{оконч}$;

при $dat_{заявки} = dat_{оконч}$, $dat_{заявки} - dat_{оконч} = 1$.

Формула напряженности оперативного управления монтажно-укладочным процессом в развернутом виде.

$$H_{oy_проц} = \left(1 + \sum_{i=0}^n K_{(lim)i} + \sum_{j=0}^m K_{(lim)j} \right) * \sum_{i=1}^n \left(\frac{(V_{общ} - V_{израсх})}{V_{заявки}} * \delta_{conv} * \left(1 + \left| \frac{dat_{тек} - dat_{заявки}}{dat_{оконч} - dat_{заявки}} \right| - \frac{V_{готов}}{V_{заявки}} \right) \right) \quad (2)$$

измеритель:

$$\left[\frac{\text{число выполняемых процедур ресурсного и организационного обеспечения процесса}}{\text{оставшаяся продолжительность технологического процесса по графику}} \right] = \left[\frac{\text{ед.}}{\text{день}} \right]$$

Область допустимых значений для $H_{oy_проц}$, согласно начально-конечным условиям для параметров и данным табл. 1: $0 \leq H_{oy_проц} \leq (3*2)/0,2=30$. $H_{oy_проц} = 0$ соответствует завершеному монтажно-укладочному процессу;

Таблица 3

Таблица примеров напряженности оперативного управления текущими монтажно-укладочными процессами

№	код монтажно-укладочного процесса			Напряженность управления <i>N_{оп.прое}</i>	Текущие ограничения		Продвиже- ние процес- са $V_{ост}/V_{общ}$	Напряженность ресурсного обеспечения			Своевременность обеспечения	
	название процес- са	адрес объекта	про- странств...па раметры		δ_{lim}	Параметр		индексы те- кущих пре- образов-	дата ин- декса	Наим. ресур- са	δ_{VT}	$V_{зап}/V_{ост}$
1	оптукатуривание потолков	наб. р.Мойки д.75	7 этаж	18	0,8	1 Несоответствие проектных решений 2 Отсутствие при- емки работ 3 Предписания Заказ- чика или надзорных органов	0,1	0,2	10.12.20 16	штукатуры- маляры 6 чел.	2	1
2	устройство монолитного ж/б ростверка	ул. Ак- куратова д.б	(А-К: 1-8); -2.500	6,43	0,2	неготовность фрон- та	0,75	0,4	12.12.20 16	арматура A300 d16	1,5	0,7
3	устройство перегородок из ГКЛ	наб. р.Мойки д.75	7 этаж	1,30	0,3	Отсутствие проект- ного решения	0	1	10.12.20 16	профиль ПС 150	1	1
4	обратная за- сыпка фунда- мента	ул. Ак- куратова д.б	(А-К: 1-8); -2.500	1			0	1	10.12.20 16	листы гкл 2500x12	1	1
5	устройство подсыпки из ПГС	ул. Ак- куратова д.б	(А-К: 1-8); -2.500	0			0	1	10.10.20 15	пгс фр20-40	1	1
				0			0	1	15.12.20 16	пгс фр.10-30	1	1

$1 \leq H_{ou_проц} \leq 6$ соответствует плановому режиму выполнения строительного процесса, $H_{ou_проц} = 30$ означает максимальное несоответствие удовлетворения текущей потребности строительного процесса в ресурсе пространственным и временным параметрам выполнения строительного процесса в условиях максимальных вне- и внутри площадочных организационных, технических и нормативно-правовых ограничений.

Пример табличной формы отображения $H_{ou_проц}$ приведен в табл. 4. Процесс 5 «устройство подсыпки из пгс» на объекте ул. Аккуратова, д. 6 завершен. Процесс 4 «обратная засыпка фундамента» протекает в плановом режиме. Процессы 3 и 2 протекают с допустимыми отклонениями как производственных параметров, так и параметров ресурсного обеспечения, но требуют срочного вмешательства производителя работ (процесс 2) и начальника ПТО (процесс 3). Процесс 1 «оштукатуривание потолков» на объекте наб. р. Мойки д. 75 требует незамедлительного вмешательства руководства.

Наличие значительного количества начально-конечных условий для параметров формулы $H_{ou_проц}$ (2) вызывает необходимость ее автоматизированного расчета. Данные для расчета $H_{ou_проц}$ автоматически находятся программным кодом по алгоритмам теоретической модели системы ОПиУ в архитектуре хранения данных в вычислительной сети СМП, а результаты расчетов заносятся в таблицу напряженности оперативного управления и выводятся на мониторы ПК АРМ пользователей. Интерфейс модели напряженности ОПиУ в составе разработанного специализированного программного обеспечения АРМ приведен на рис. 4.

Выводы по организационно-технической модели оперативного управления монтажно-укладочным процессом

Введенное понятие «напряженность оперативного управления монтажно-укладочным процессом» и его математическая модель позволяют количественно оценить соответствие удовлетворения потребности этого процесса в материальных, финансовых, организационных, административных и других нематериальных ресурсах своевременности его выполнения. Выделенные факторы, влияющие на напряженность оперативного управления, описываются математическими зависимостями текущих значений параметров выполнения технологического процесса, параметров его ресурсного обеспечения, параметров текущих вне- и внутриплощадочных ограничений. Указанные параметры являются параметрами оперативного планирования и управления монтажно-укладочными процессами.

2. Предложена и обоснована структура теоретической модели системы ОПиУ в СМП, которая включает: известную теоретическую модель организации строительного производства, организационно-техническую математическую модель напряженности оперативного управления монтажно-укладочным процессом, а также аналитическую математическую и процессную модели системы ОПиУ.

Система ОПиУ в СМП представляет собой множество алгоритмических связей организационных технических, экономических и нормативно-правовых параметров выполнения строительных технологических процессов и их ресурс-

ного обеспечения с начально-конечными технико-экономическими и нормативно-правовыми условиями возведения объектов, а также определяет коммуникационные связи штатных исполнителей ОПиУ в СМП. Модель системы ОПиУ в СМП является структурой алгоритмизированных связей *текущих* значений параметров выполнения технологических процессов, их ресурсного обеспечения, текущих организационных мероприятий, экономических факторов строительства, преобразующих перечисленные параметры в параметры оперативного управления. По сути, модель системы ОПиУ является теоретической моделью информационной среды управления, методологической основой автоматизации ОПиУ.

Структура модели системы ОПУ приведена на рис. 1. Структура модели включает: теоретическую модель организации строительного производства; организационно-техническую математическую модель напряженности оперативного управления строительными процессами, процессную модель функционирования системы ОПиУ, аналитическую математическую модель элементов управления системы и логико-математическую модель учета документирования строительства.

Аналитическая математическая модель системы ОПиУ предложена в виде линейного уравнения баланса характеристик объектов управления, определяет различные системы ОПиУ, т. е. различие алгоритмов ОПиУ в разных СМП:

1. Модель организационно – технологической системы обеспечения качества СМР

$$\frac{\bar{S}_{orgT}}{T_s} \times \bar{Q}_{rb} = \bar{Q}_{smr} \quad ; (3)$$

2. Модель организационно – технологической экономической системы обеспечения качества СМР и организационного развития СМП

$$[\bar{S}_{orgF} \times \bar{Q}_{rb}] * F_{zatr} = \bar{Q}_{smr} * T_s * (F_{budj} - F_{zatr}) \quad ; (3.1)$$

3. Модель организационно – технологической системы извлечения финансовой прибыли за счет строительства.

$$\left[\bar{S}_{orgF} \times \frac{\bar{Q}_{rb}}{\bar{Q}_{smr}} \right] * (F_{budj} - F_{prib}) = F_{prib} * T_s \quad ; (3.2)$$

$$\frac{Q_{rb}}{Q_{smr}} \rightarrow CONST$$

где F_{budj} – финансирование бюджета; F_{prib} – финансовая прибыль; F_{zatr} – финансовые затраты; T_s – уровень организационного развития СМП – целевая функция числа функциональных систем ОПиУ; Q_{rb} – уровень качества ресурсной базы СМП $Q_{rb} = f(\{K_{мотив}\}; \{K_{квал}\}; \{K_{мто}\}; \{K_{авт}\}; \{K_{мех}\}; \{K_{спес}\}; \{K_{сложн_объекта}\})$; Q_{smr} – уровень качества СМР, обеспечиваемый системой ОПиУ СМП. Количественно Q_{smr} предложено определять как коэффициент пропорциональности между S_{org} , Q_{rb} и T_s .

Компонентами системы ОПиУ, иначе – функциональными системами (далее – ФС), являются группы алгоритмических связей, реализующие информационные и материальные процессы взаимодействия СМП с внешней средой по группам задач ОПиУ. Выделено 5 ФС, в том числе: ФС целеполагания критери-

ев ОПиУ – $fsTP$, ФС целеуказаний начально-конечных условий и параметров ОПиУ – $fsTD$, ФС организационных механизмов установления текущих граничных значений параметров управления строительными процессами – $fsOM$, ФС строительных материальных процессов – $fsPROCop$, ФС материальных процессов поддержания ресурсной базы – $fsPROCrb$. Схема процессной модели функционирования системы ОПиУ в СМП представлена на рис. 2.

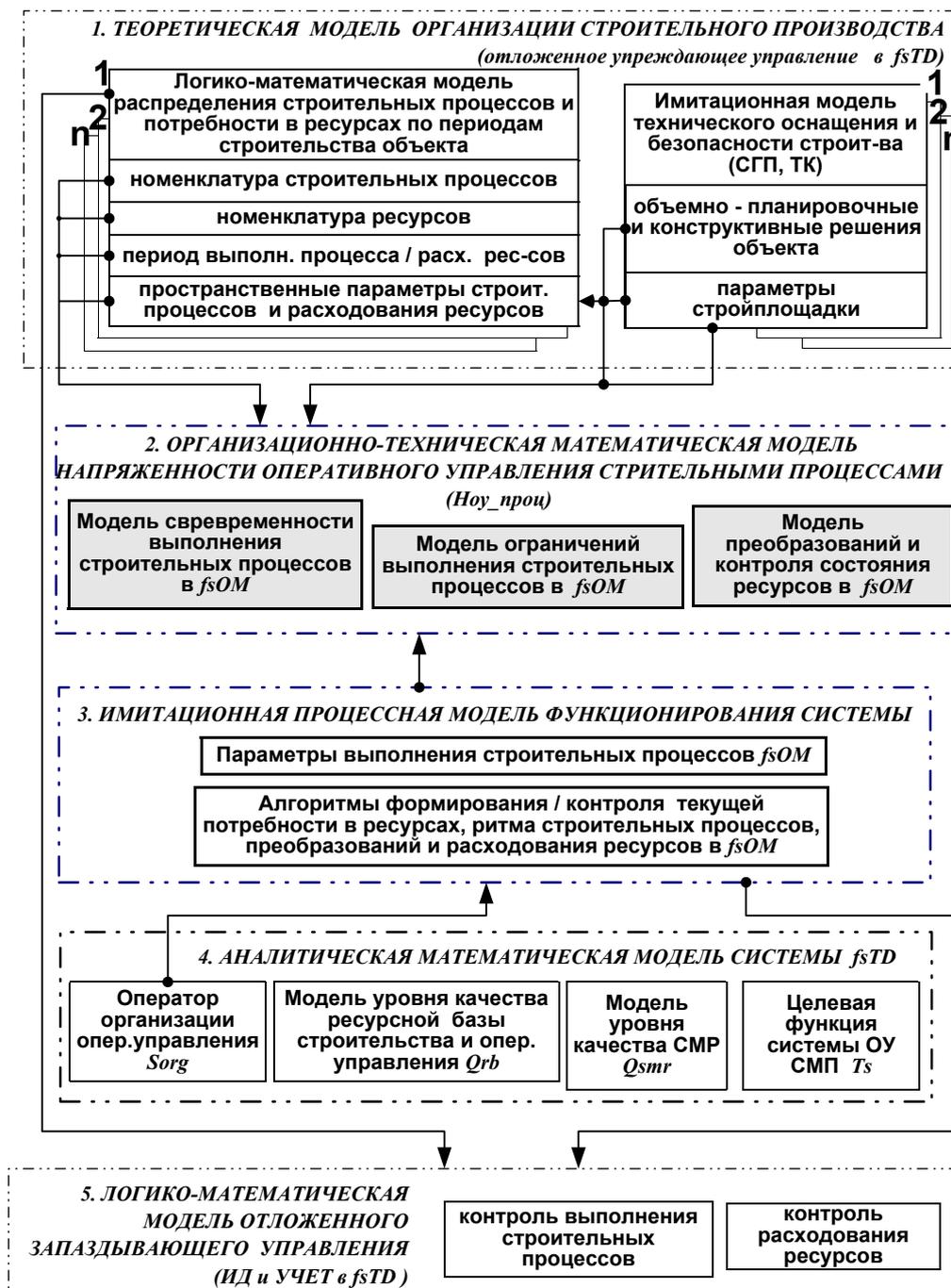


Рис. 1. Структура модели системы ОПиУ в СМП

Схема процессной модели содержит 4 плоскости, 3 из которых параллельны плоскости рисунка и расположены в информационном пространстве (за рисунком). 4 плоскости визуализируют 5 функциональных систем: $fsPROCop$,

fsPROCrb – в плоскости рисунка, далее – плоскость *fsOM*, за ней – *fsTD* и *fsTP*. В плоскости рисунка, т. е. в *fsPROC*, ниже оси *x* имеется область преобразования ресурсов в обеспечение строительных процессов, выше оси *x* – сводный оперативный линейный график текущих строительных процессов на объектах СМП. Ось коммуникационных связей – каналов передачи/обработки данных между функциональными системами, иначе ось *бизнес-процессов* ОПиУ, перпендикулярна плоскости рисунка и оси времени (оси *x*). Процесс оперативного планирования и управления начинается и заканчивается в точках плоскости *fsPROC* (*start_{bp}*) и (*end_{bp}*), охватывая все исполнительно – решающие элементы (и-р элементы) всех функциональных систем. И-р элементами функциональных систем являются алгоритмы оборота и обработки данных потребности / расходования / преобразований ресурсов. Завершение процесса ОПиУ активирует/останавливает выполнение строительных, либо обеспечивающих процессов по алгоритмам аналитической модели системы ОПиУ.

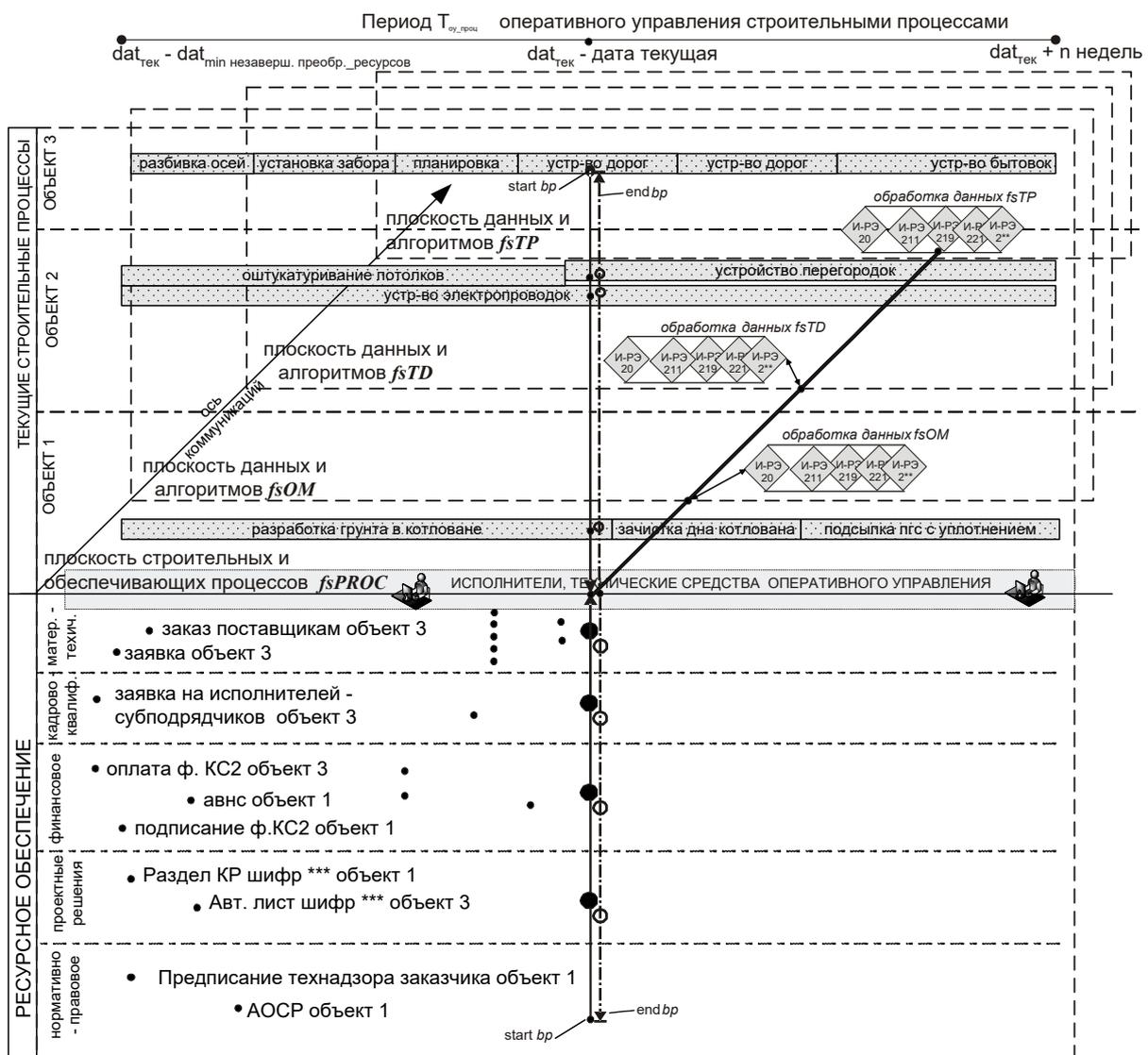


Рис. 2. Схема процессной модели функционирования системы ОПиУ СМП

3. Разработаны конкретные формы алгоритмизации информационной среды ОПиУ для ген- и субподрядных СМП в виде двух программно-методических комплексов специализированных автоматизированных рабочих мест (АРМ) ОПиУ строительными процессами и их ресурсным обеспечением. Каждый программно-методический комплекс включает: архитектуру хранения в локальной вычислительной сети (ЛВС) электронных автоматизированных табличных шаблонов и форм данных ОПиУ, исполнительный файл алгоритмической обработки форм и шаблонов ОПиУ, единый интерфейс АРМ, автоматизированный конфигуратор настроек АРМ различного функционала.

Установлено принципиальное различие (несовместимость) структур таблиц данных календарного планирования / учета выполнения СМР с данными оперативного управления строительными процессами (рис. 3), определяющее различие платформ автоматизации ОПиУ в ген- и субподрядных СМП.



Рис. 3. Схема различия структур данных экономического, календарного планирования/учета выполнения СМР с данными оперативного управления строительными процессами

Разработаны таблицы данных ОПиУ строительными процессами и их ресурсным обеспечением, архитектуры хранения таблиц в вычислительной сети СМП, алгоритмы автоматической обработки таблиц по алгоритмам теоретической модели и автоматизированный интерфейс представления данных ОПиУ. Автоматизация обработки данных календарного планирования объекта (см. рис. 3) удобно реализуется на платформах реляционных СУБД, SQL сер-

вер, или аналогах сервера MSProject. Автоматизация обработки структур таблиц данных оперативного управления (см. рис. 3) наиболее эффективно реализуется на платформе сервера MS EXCEL с интеграцией «1С Предприятие» и MS Project.

Основные результаты выполненного проектирования программно-методических комплексов «ШЕФ-СТРОИТЕЛЬ» и «ШТУРВАЛ» автоматизации ОПиУ для ген- и субподрядных СМП приведены в табл. 4.

Таблица 4

Технические характеристики программного обеспечения

Название ПМК /ОС/ размер exe файла / архитектура программы	Платформа автоматизации	число экранных форм АРМ управления данными		число шаблонов документов ОПиУ	средний % автоматизации ввода данных	МАХ число АРМ	Продолжит. авт. обработки данных (сек)		Экспорт/ импорт данных	ручные настройки интерфейса экранн. форм	Требования к установке програмы	Требования к системе (min)
		ВВОД	ВЫВОД				min	max				
ШЕФ-СТРОИТЕЛЬ 3.1 V _{exe} = 9,9Mb windows XP до windows 8 / файл-сервер	Delphi6, Paskal 7.0 ТБД Paradox 7.0, BDE 5.0 MS Excel 2003-2010	30	97	12	60	40	-	90	экспорт в EXCEL	стандартные комп-ты Delphi (не треб.)	setup BDE	PentiumIV RAM 256Mb
"ШТУРВАЛ" 1.0. V _{exe} = 3,54Mb windows XP до windows 8 / файл-сервер	Delphi6, Paskal 7.0 MS Excel 2003-2010	19	32	47	75	-	-	360	импорт из 1С и MS Project	стандартные MS Excel	не треб.	Intel 1,6Г, RAM 1Gb

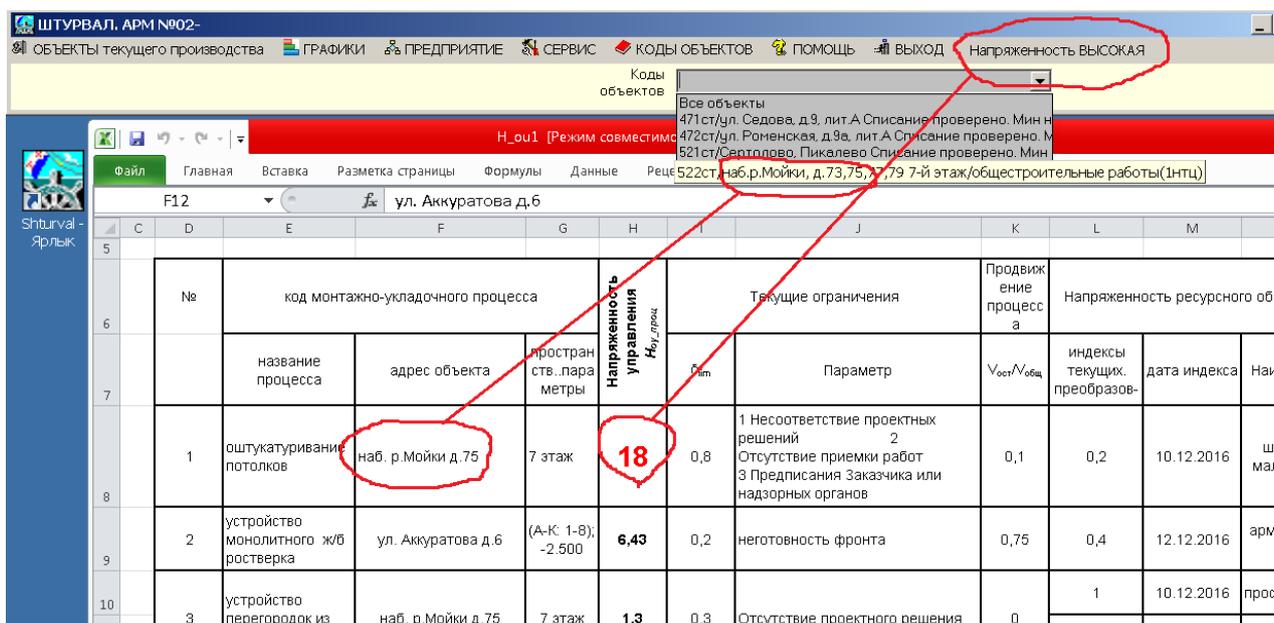


Рис. 4. Автоматизированный интерфейс математической модели напряженности оперативно-го управления (см. табл.3) в составе АРМ на платформе MS EXCEL

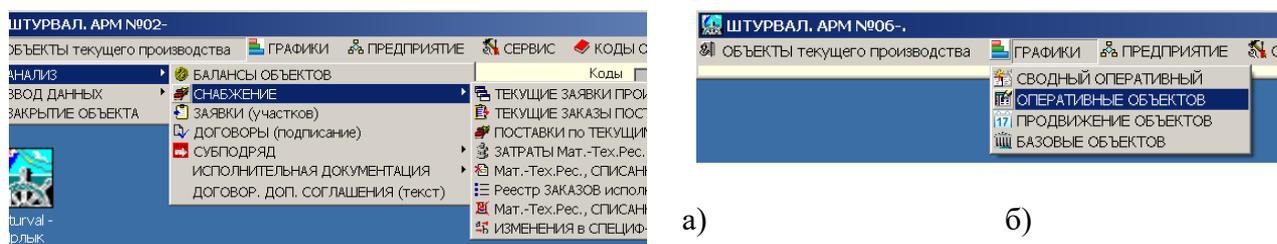


Рис. 5. Примеры режимов главного меню АРМ ПМК «ШТУРВАЛ» для субподрядных СМП

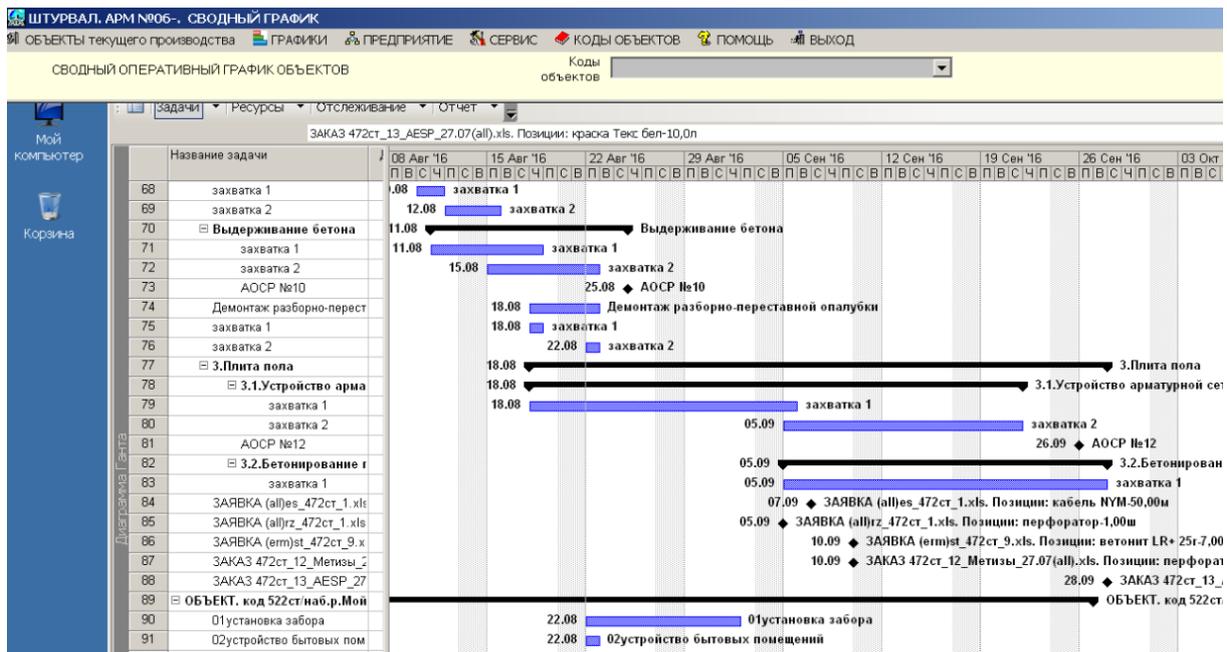


Рис. 6. Интерфейс АРМ с формой процессной модели ОПиУ (см. рис. 2) (интеграция платформ MS Excel, MS Project).

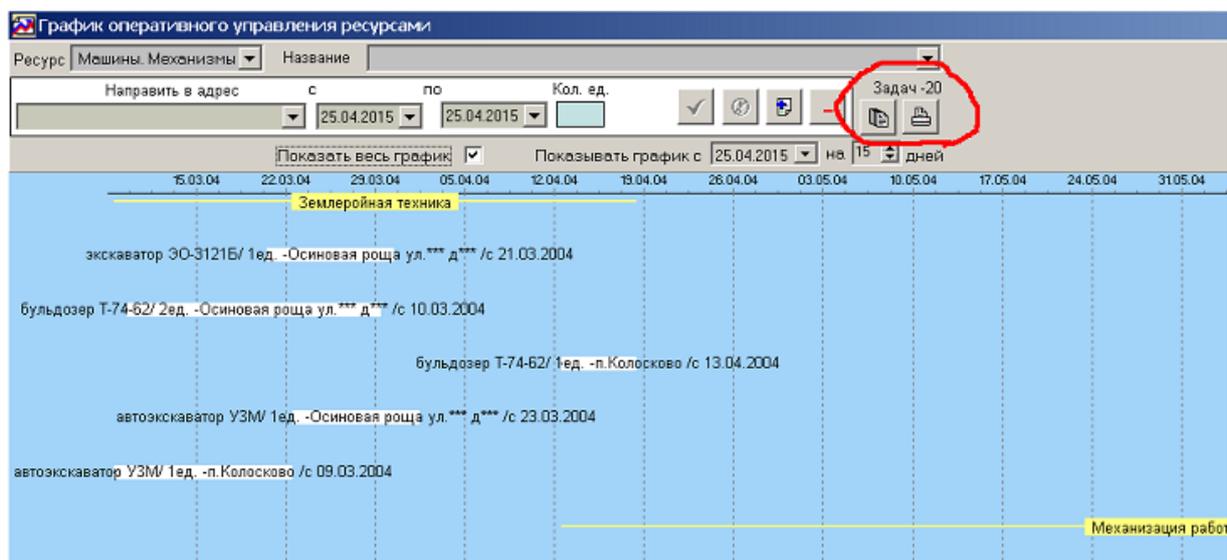


Рис. 7. Интерфейс АРМ с формой диспетчерского распределения ресурсов между объектами (ПМК «ШЕФ-СТРОИТЕЛЬ» для генподрядных СМП на платформе СУБД)

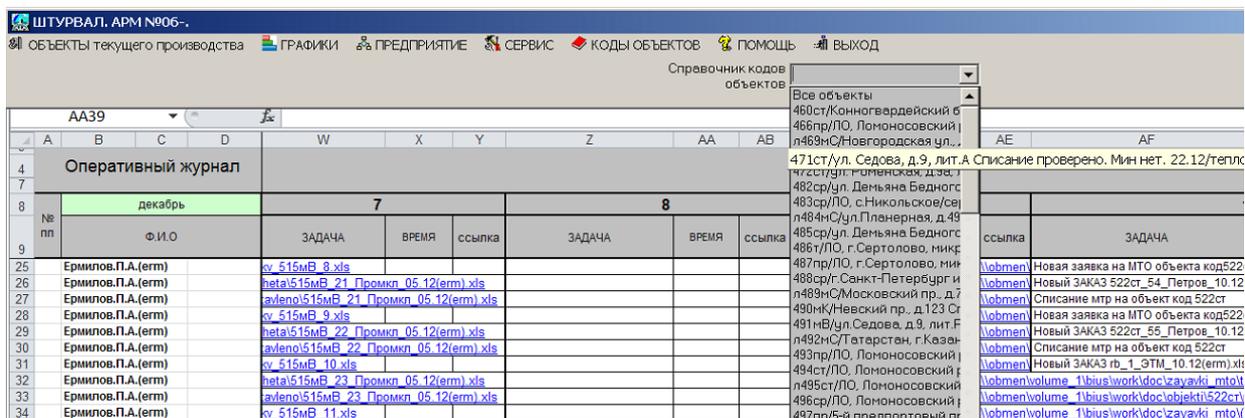


Рис. 8. Интерфейс АРМ на платформе MS EXCEL протокола трудоемкости ОПиУ

4. Разработана методика экспериментальной оценки величины работы системы ОПиУ на основе обработки автоматически фиксируемых АРМами фактических значений затрат рабочего времени исполнителей на их эксплуатацию.

Количественные оценки работы систем ОПиУ различных СМП в виде расчета величины потенциалов систем P_s выполнены по предложенной формуле:

$$P_s = k * \frac{\sum_{i=1}^I N_F * \frac{m_i}{p_i} * Tz_i}{\left| \sum_{j=1}^J (V_{exe_j} - \alpha) \right|} * \left(1 + \frac{v_{bd(tek)}}{v_{bd(0)}} \right); 1 \leq \alpha \leq 3 ; \quad (5)$$

$$\left[\frac{1Mb}{3600 * сек} * \frac{1параметр}{1Mb} * 1чел * 1час = 1чел. * 1параметр \right]$$

где V_{exe_j} – объем исполнительного файла АРМ. $V_{exe} \rightarrow 1$; m_i – число параметров процессов, управляемых i -м исполнителем; p_i – число параметров преобразований состояний ресурсов, управляемых i -м исполнителем; k – скорость доступа к данным. Для ОС Windows $k = 1$; N_F – число электронных шаблонов форм, обслуживаемых i -м исполнителем; I – число исполнителей по штатной схеме автоматизации; Tz_i – трудоемкость i исполнителя работы в АРМ; $v_{arx(tek)}$ – текущий и $v_{arx(0)}$ – начальный объем архива фактически значений параметров выполнения строительных процессов и преобразований ресурсов; α – размер (Мб) стандартных визуальных компонентов реализованных средой программирования.

Результаты расчета величины потенциала P_s для трех СМП приведены в табл. 5. Данные СМП, задействованных в эксперименте, представлены в табл. 6. Данные измерений, выполненных в период опытной эксплуатации ПМК, для построения кривой регрессии и расчета потенциала P_s системы ОПиУ СМП приведены в табл. 7. По результатам обработки данных табл. 7 построена кривая регрессии потенциалов P_s систем ОПиУ различных СМП. График регрессии приведен на рис. 9.

Таблица 5

Величины потенциала P_s систем ОПиУ в различных СМП

Наименование показателя	СМП №1	СМП №9	СМП №11
Общие трудозатраты (ч*час/мес)	490,50	334,70	216,51
P_s (чел*парам/мес)	629,31	591,41	1334,13

Таблица 6

СМП, задействованные в эксперименте и оценка опытной эксплуатации П-МК

№ п.п.	Фирма	специализация	контактное лицо	программный модуль	число АРМ	% использов	год	оценка результатата
1	ООО "Интерстрой"	СМР	ген.дир. Ерошенко С.Д.	ШЕФ-СТОРИТЕЛЬ вер.1.0.	4	100	2005	поср. Высш. рук-во не использует
2	ООО "СК АЛНАЗ"	СМР	ген.дир. Костылев А.С.	ШЕФ-СТОРИТЕЛЬ вер.1.0.	2	100	2005	поср. Высш. рук-во не использует
3	ООО "КАСТ"	реставр-я	ген.дир. Живан В.И.	ШЕФ-СТОРИТЕЛЬ вер.1.0.	3	70	2005	поср. Высш. рук-во не использует
4	ЗАО "Петростройтрест"	СМР, КР	зам ген.дир. Задумин И.С.	ШЕФ-СТОРИТЕЛЬ вер.1.0.	2	50	2006	хор. Высш. рук-во использует не в полн. объеме
5	ООО "Альбус"	врем. здания	ген.дир. Жуйков Ю.Г.	ШЕФ-СТОРИТЕЛЬ вер.1.0.	2	33	2006	поср. Высш. рук-во не использует
6	ПСФ ООО "Адепт"	СМР, проект-ние	ген.дир. Лимарев В.В.	ШЕФ-СТОРИТЕЛЬ вер.1.0.	3	65	2006	отл. Высш. рук-во использует
7	ООО "СТРОЙ ЭТИКЕТ"	СМР	ген.дир. Максютенко А.В.	ШЕФ-СТОРИТЕЛЬ вер.2.0.	3	100	2006	отл. Высш. рук-во сформулир-ло новые задачи
8	ГК "Петротрест"	СМР	зам. предс. сов. дир. Секо Е.В.	ШЕФ-СТОРИТЕЛЬ вер.2.0.	4	80	2006	неуд. Высш. рук-во опасается за конфиденциальную информацию
9	ЗАО "СТАНДАРТ-СТРОЙ"	СМР, КР	ген. дир. Трёмасов В.Ю	ШЕФ-СТОРИТЕЛЬ вер.3.0.	4	50	2006	поср. Высш. рук-во не использует
10	ООО "Invest Development"	СМР	зам. дир. Морозов Ю.П.	ШЕФ-СТОРИТЕЛЬ вер.3.1.	5	30	2010	поср. Высш. рук-во не использует
11	ООО "СК ВЕКТОР"	инж. сети	ген. дир. Шаргородский А.А.	ШТУРВАЛ вер.1.0.	7	100	2011	отл. Все руководители используют
12	УКС ОАО "ГПН СЗ"	ген. подр.	нач. УКС Шенкман Р.В.	Процессная модель системы	-	-	2011	отл. Систематизирована ОМД предприятия
13	ООО "Астра" гр.ком. "УНИСТО Петропаль"	СМР, проект-ние	нач. проектного отдела Юзнецова Г.В.	ШЕФ-СТОРИТЕЛЬ вер.3.1.	10	35	2012	поср. Высш. рук-во не использует

Таблица 7

Исходные данные для расчета величины потенциала P_s системы ОПиУ СМП

№ п.п	ПАРАМЕТРЫ ВНЕДРЕНИЯ	ФУНКЦИЯ (должность)															
		ген. директор	рук. объекта	зам. по экон.	инж. ОМТС	инж. ПТО	бухгалтер	диспетчер объектов									
		СМП №№	СМП №№	СМП №№	СМП №№	СМП №№	СМП №№	СМП №№	СМП №№	СМП №№	СМП №№	СМП №№					
1	Колич-во польз.	1 1 1+1	3 2 1 1 1 1	1 1 1 1 1 1	1 1 1 1 1 1	1 1 1 1 1 1	1 1 1 1 1 1	1 1 1 1 1 1	1 1 1 1 1 1	1 1 1 1 1 1	1 1 1 1 1 1	1 1 1 1 1 1	1 1 1 1 1 1	1 1 1 1 1 1	1 1 1 1 1 1		
2	Название ПО	Ш-С Ш-С Ш-С	Ш-С Ш-С Ш-С	Ш-С Ш-С Ш-С	Ш-С Ш-С Ш-С	Ш-С Ш-С Ш-С	Ш-С Ш-С Ш-С	Ш-С Ш-С Ш-С	Ш-С Ш-С Ш-С	Ш-С Ш-С Ш-С	Ш-С Ш-С Ш-С	Ш-С Ш-С Ш-С	Ш-С Ш-С Ш-С	Ш-С Ш-С Ш-С	Ш-С Ш-С Ш-С	Ш-С Ш-С Ш-С	
3	К-во использов. шаблонов форм	11 5 8+18	9 13 9 6 8 13	3 8 13 3 8 17	18 22 7 3 5 7 10 3												
4	Трудоёмкость экпл. (ч*час/мес)	4,5 7,0 14 3,2 18 5,0 13 18 12 4,2 34 9,6 66 88 27 3,5 4,5 3 7,5 3,2 5,5															
5	P _s (цел*парам/мес.)	5,69 4,02 173,3 297,9 68,74 21,43 8,97 16,55 74,29 33,79 50,80 777,14 273,10 445,06 270 1,21 2,59 10 8,62 3,67 7,86															
6	№ исполнителя по ШСА	2 3 5 7,8,9 6,7 3 4 4 4 5 5 9 8,9 8,9 6,7,8 1 1 2 3 2 1															

Ш-С – сеть АРМ «ШЕФ-СТРОИТЕЛЬ» СУБД Ш-С – сеть АРМ «ШУРВАЛ» ОЛЕ автоматизации сервера MS EXCEL

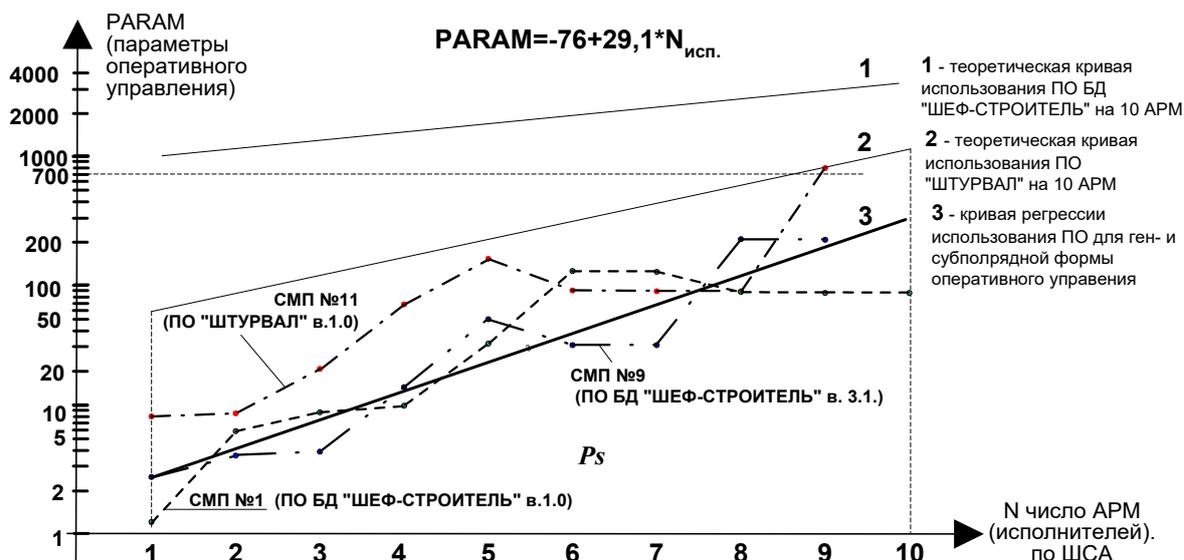


Рис. 9. График регрессии потенциала P_s системы ОПиУ

III. ОБЩИЕ ВЫВОДЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

1. Совершенствование оперативного планирования и управления СМР обеспечивается автоматизацией получения и хранения текущих значений параметров выполнения простых монтажно-укладочных процессов и их ресурсного обеспечения, а также их автоматическими преобразованиями в параметры оперативного планирования и управления СМР по алгоритмам предложенной теоретической модели системы ОПиУ.

2. Введенное понятие «напряженности оперативного управления монтажно-укладочным процессом» является комплексной характеристикой соответствия фактической обеспеченности ресурсами технологического процесса – текущей планируемой потребности, а также своевременности выполнения процесса – календарному графику при текущих вне- и внутриплощадочных ограничениях организационного, технического и нормативно-правового характера.

3. Разработанная организационно-техническая математическая модель напряженности оперативного управления монтажно-укладочным процессом, а также автоматизированный интерфейс ее применения позволяют автоматически устанавливать приоритетность, характер и параметры управляющих воздействий на ход выполнения строительных процессов и их ресурсного обеспечения.

4. Введенная классификация компонентов системы ОПиУ позволила предложить и качественно исследовать структуру теоретической модели системы ОПиУ, обосновывающую различия алгоритмов и платформ автоматизации ОПиУ как для ген-, так и для субподрядных СМП. Частные модели и алгоритмические связи их параметров в структуре теоретической модели являются частью методической основы единой информационной среды управления с начально-конечными условиями календарного планирования.

5. Разработаны конкретные формы алгоритмизации ОПиУ для ген- и субподрядных СМП в виде двух различных программно – методических комплексов автоматизированных рабочих мест (АРМ). Программное обеспечение АРМ

разработано на методической основе теоретической модели системы ОПиУ с использованием различных платформ автоматизации, наиболее эффективных для ген- или субподрядной формы управления строительными процессами. Алгоритмизировано распределение между штатными сотрудниками СМП задач ОПиУ и автоматизированных режимов их решения.

6. Опытная эксплуатация в действующих СМП разработанных программно-методических комплексов АРМ ОПиУ показала повышение эффективности оперативного управления за счет снижения его трудоемкости и увеличения скорости оборота, объема и достоверности данных. Выполнено, на основе предложенной методики количественной оценки работы системы ОПиУ, выравнивание производственной нагрузки штатных исполнителей.

7. Дальнейшие исследования целесообразно вести в направлениях исследования теоретической модели системы ОПиУ, совершенствования методики расчета потенциала системы ОПиУ, отработки единой платформы автоматизации систем ОПиУ в ген- и субподрядных СМП.

IV. ОСНОВНЫЕ НАУЧНЫЕ ПУБЛИКАЦИИ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

Публикации в научных изданиях, рекомендованных ВАК РФ:

1. Сокольников В.В. Оперативное управление строительными процессами и их ресурсным обеспечением в строительном монтажном предприятии // Вестник гражданских инженеров. – 2017. – №1(60). – с. 147-152.

2. Сокольников В.В., Колчеданцев Л.М. Обоснование платформы автоматизации системы оперативного планирования и управления в строительном предприятии / В.В. Сокольников, Л.М. Колчеданцев // Жилищное строительство. – 2015. – №4. – с.38-42.

3. Сокольников В.В. Моделирование обеспечения качества строительномонтажных работ и организационного развития строительного предприятия // Жилищное строительство. – 2013. – №5. – с.47-50.

4. Сокольников В.В. Организация ресурсного потенциала строительного предприятия. Разработка аналитической модели // Вестник гражданских инженеров. – 2010. – №4(25). – с. 108-115.

5. Колчеданцев Л.М., Сокольников В.В. Проблемы и задачи синтеза организационной основы систем управления предприятий в современных условиях (на примере строительной отрасли) ч. 2 // Вестник гражданских инженеров. – 2009. – №3(20). – с. 39-44.

6. Колчеданцев Л.М., Сокольников В.В. Проблемы и задачи синтеза организационной основы систем управления предприятий в современных условиях (на примере строительной отрасли) ч. 1 // Вестник гражданских инженеров. – 2009. – №1(18). – с. 48-55.

Публикации в других изданиях:

7. Сокольников В.В. Порхачёва И.В. Авторское свидетельство №2002611268 на компьютерную программу «CHIEF-BUILDER» автоматизации управления строительным предприятием.

8. Мотылев Р.В., Сокольников В.В, Формализация строительного предприятия как целевой системы // СПб. Сборник докладов на 68-й МНТК профессорско-преподавательского состава СПб ГАСУ. 2011.

9. Колчеданцев Л.М. Сокольников В.В. Исходные предпосылки и подходы к моделированию организации деятельности строительного предприятия // СПб. Сборник докладов на 65-й МНТК профессорско-преподавательского состава СПб ГАСУ. 2008.

Компьютерная верстка И. А. Яблоковой

Подписано к печати 11.10.2017. Формат 60×84 1/16. Бум. офсетная.

Усл. печ. л. 1,4. Тираж 120 экз. Заказ 96.

Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет.
190005, Санкт-Петербург, 2-я Красноармейская ул., д. 4.

Отпечатано на ризографе. 190005, Санкт-Петербург, ул. Егорова, д. 5/8, лит. А.

