

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АРХИТЕКТУРНО-  
СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

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

**ДИССЕРТАЦИЯ**

на соискание ученой степени кандидата технических наук

Научный руководитель:

д.т.н., профессор

Колчеданцев Леонид Михайлович.

Санкт – Петербург

2017

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	4
ГЛАВА 1. АНАЛИЗ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ОСНОВ И ПРАКТИКИ ОПЕРАТИВНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ СМР И ИХ РЕСУРСНЫМ ОБЕСПЕЧЕНИЕМ .....	
	13
1.1. Особенности подхода к обзору литературных источников.....	13
1.2. Технология и организация строительства .....	14
1.3. Планирование и управление строительными процессами и их ресурсным обеспечением .....	21
1.4. Информатизация планирования и управления строительством .....	26
1.5. Практика оперативного планирования и управления .....	27
1.6. Методология исследования.....	33
Выводы по первой главе.....	36
ГЛАВА 2. РАЗРАБОТКА ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ СИСТЕМЫ ОПЕРАТИВНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ СМР И ИХ РЕСУРСНЫМ ОБЕСПЕЧЕНИЕМ В СМП .....	
	41
2.1. Порядок разработки модели.....	41
2.2. Формализация оперативного управления технологическим монтажно - укладочным процессом.....	42
2.3. Организационно-техническая математическая модель напряженности управления монтажно-укладочным процессом .....	46
2.4. Формализация системы ОПиУ.....	52
2.5. Логико – математическая модель системы ОПиУ.....	66
Выводы по второй главе .....	77
ГЛАВА 3. ПРОЕКТИРОВАНИЕ МЕТОДИЧЕСКИХ И ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ АВТОМАТИЗАЦИИ ОПЕРАТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫМИ ПРОЦЕССАМИ И ИХ РЕСУРСНЫМ ОБЕСПЕЧЕНИЕМ .	
	80
3.1. Задачи автоматизации оперативного планирования и управления .....	80
3.2. Общий подход к проектированию программного обеспечения оперативного управления .....	82

3.3. Порядок проектирования.....	85
3.4.Проектирование интерфейса ПО .....	86
3.5. Архитектура хранения данных оперативного управления .....	93
3.6. Выбор платформы автоматизации оперативного управления .....	94
3.7. Результаты проектирования .....	97
Выводы по третьей главе.....	106
<b>ГЛАВА 4. ОПЫТНАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ РАЗРАБОТАННЫХ В</b>	
<b>ДИССЕРТАЦИИ ПРОГРАММНО – МЕТОДИЧЕСКИХ СРЕДСТВ</b>	
<b>ОПЕРАТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫМИ ПРОЦЕССАМИ И ИХ</b>	
<b>РЕСУРСНЫМ ОБЕСПЕЧЕНИЕМ .....</b>	
<b>109</b>	
4.1. Условия проведения эксперимента. ....	109
4.2. Цели и задачи эксперимента .....	113
4.3. .Методика эксперимента .....	114
4.4.Результаты эксперимента .....	116
4.5. Техничко – экономические показатели проектирования и опытной эксплуатации П-МК оперативного планирования и управления.....	126
Выводы по четвертой главе.....	128
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....</b>	<b>131</b>
<b>СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....</b>	<b>133</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЯ.....</b>	<b>144</b>
1.Рекомендации по составу программно – методических комплексов оперативного планирования и управления строительными процессами и их ресурсным обеспечением в строительно - монтажном предприятии.....	144
2.Рекомендации по автоматизации оборота данных оперативного планирования и управления в строительно - монтажном предприятии.....	150

## ВВЕДЕНИЕ

**Актуальность 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 строительными работами и их ресурсным обеспечением является весьма актуальной.

**Степень разработанности темы исследования.** Теоретические подходы и методы исследований по проблеме 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, 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., Скрьдлов 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. 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 ОПиУ.

**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 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 алгоритмические связи параметров выполнения строительных процессов и параметров 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<sub>оу\_проц.</sub>*), 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<sub>оу\_проц</sub>* 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 работы:**

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 2х 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 и методы исследования**

Методологической основой исследования является системный подход к описанию объекта исследования и его ключевых свойств, выбор и обоснование применимости научных методов изучения объекта исследования. Методология исследования включает: патентные исследования, формализации ключевых свойств объекта и предметов исследования с позиций системного подхода; обоснование и разработку, 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 с использованием разработанного в исследовании специального программного обеспечения, а также опытную эксплуатацию программного обеспечения в действующих СМП.

### **Положения, выносимые на защиту**

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

2. Предложена и обоснована структура теоретической модели системы ОПиУ в СМП. Структура модели 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.

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 12и конференциях и семинарах в Санкт-Петербурге, а также используются в учебном процессе кафедры строительного производства СПбГАСУ. Разработанное программное обеспечение с 2007г 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 112 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 управления. К диссертации, также, прилагаются 3 акта внедрений 2х 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.

**Информационную базу исследования** составили следующие материалы:

- нормативная и справочная литература по организации строительства, научные издания в области организации, технологии, информатизации,

экономики строительства, общей теории систем, математической физики, теории автоматического управления, управления проектами, менеджмента;

- результаты выполнения хозяйственных договоров по разработке организационно – методической документации, а также внедрения компьютерных программ, разработанных автором для ряда строительными предприятиями С-Пб в период с 2004г по настоящее время;

- личный производственный опыт работы на различных руководящих и рабочих должностях в строительно – монтажных предприятиях различной производственной мощности в период с 1990 по 2005г;

- опыт научно-практической работы на заказах ВМФ СССР в период с 1983 по 1990г, в т.ч.: обоснования и разработки технических заданий на аппаратную часть автоматических систем регулирования, разработка и метрологическая аттестация методик измерений, разработка рабочих инструкций для личного состава.

# ГЛАВА 1. АНАЛИЗ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ОСНОВ И ПРАКТИКИ ОПЕРАТИВНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ СМР И ИХ РЕСУРСНЫМ ОБЕСПЕЧЕНИЕМ

## 1.1. Особенности подхода к обзору литературных источников

Во введении было отмечено, что теоретические подходы и методы исследований по проблеме оперативного планирования и управления СМР, их ресурсного обеспечения рассматриваются в таких областях науки, как технология строительного производства, организация строительства, управление строительством, экономика строительства, информатизация (кибернетика), теория организации, теория систем, технические науки об управлении. Было, также, отмечено, что ОПиУ существенно влияет на эффективность и качество СМР. Также были сформулированы следующие особенности (трудности) ОПиУ: 1. Многообразие, переменчивость и противоречивость критериев оперативного управления, иначе - сложность установления (выбора) критерия ОПиУ. 2. Сложность организации оборота между исполнителями данных, критичных для поддержания непрерывности технологических процессов, а также своевременного их ресурсного обеспечения. (далее – сложность организации ОПиУ). Преодоление первой трудности ОПиУ - множественность критериев, лежит в области разработки теоретической модели оперативного планирования и управления в СМП, которая обеспечивает методологическую основу преодоления 2й трудности. Преодоление же 2й трудности – сложность организации оборота данных лежит в области информатизации, т.е. разработки специализированного программного обеспечения оперативного управления: разработки архитектуры хранения данных, алгоритмов их обработки, интерфейса представления, в выборе платформы автоматизации, конфигурации функционала автоматизированных рабочих мест исполнителей.

Б.З. Мильнер в работе [68] отмечает, что «...вопрос о разграничении теории организации и науки об управлении решается неоднозначно...», и приводит

существующее в науке разграничение: «...организация отвечает на вопрос «чем управлять», а управление – «зачем и как воздействовать на объект...». В [10] В.А. Афанасьев указывает, что организация строительства «... занимает промежуточное место между дисциплиной «Технология строительного производства», которая изучает организацию отдельных видов строительных работ – совмещение их в пространстве и времени и дисциплиной «Экономика строительства», которая изучает организацию строительства в масштабах отрасли». Анализ работ, давших развитие науки по теме диссертации, целесообразно выполнить по двум основным направлениям: 1е направление анализа - методические и технические средства исследования технологических процессов, их организации и ресурсного обеспечения; 2е направление – методические и технические средства планирования и организации управления строительством. При этом следует акцентировать внимание на наличие в исследуемых в работах совместного рассмотрения отмеченных выше особенностей ОПиУ, а также теоретических подходов и методов исследования каждой из особенностей в отдельности.

## **1.2. Технология и организация строительства**

В науке о технологии строительства, С.С. Атаев и Н.Н. Данилов в [9] определяют технологию строительного производства как материально-техническую составляющую строительного производства, которая решает вопросы «... как и чем выполнять строительные процессы». А.Ф. Юдина, В.В. Верстов, Г.М. Бадьин в работе [112] определяют строительные процессы как «...производственные процессы, выполняемые в пределах строительной площадки... в определенной технологической последовательности...». Авторы [112] характеризуют процессы рядом особенностей, которые «...требуют в каждом конкретном случае установления технологически правильных и эффективных методов выполнения строительных процессов, их организации, взаимоувязки в пространстве и во времени, способных обеспечить необходимое качество строительной продукции...». Далее в [112] все процессы «...условно подразделяются на материальные и

информационные. *Материальные процессы* охватывают все действия, направленные на материальные предметы производства и изменяющие их состояние, что приводит к созданию продукции. К *информационным процессам* относятся все действия, совершаемые с идеальными предметами (цифры, информация и т. д.). Результаты информационных процессов служат основой для выполнения материальных процессов (например, для их проектирования, принятия решений, подготовки, управления и др.)» Из приведенного фрагмента следует, что выполнение материальных строительных процессов требует как предварительной их организации, так и оперативного управления ими. В [112] приведена классификация процессов по технологическим признакам, степени механизации, сложности и комплексности (рис. 1).

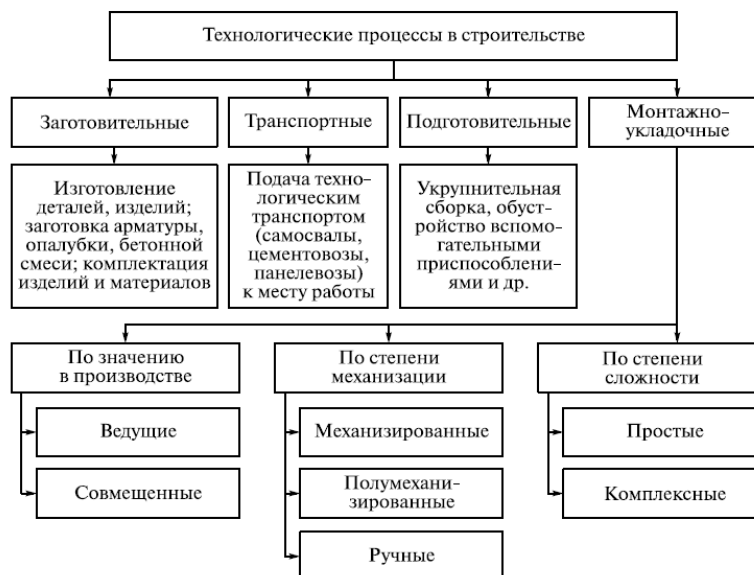


Рис.1. Классификация технологических процессов в строительстве

В [112] даны следующие определения материальных процессов. Простые процессы, это «...технологически связанные рабочие операции, выполняемые исполнителями одной специальности...», а комплексные процессы, это «...одновременно осуществляемые рабочие процессы, выполняемые исполнителями различных специальностей и разной квалификации...». Таким же образом определяют строительные процессы и авторы [9]. В [112] указывается, что наука о технологии строительных процессов занимается материальными процессами. В интернет-источниках имеются ценные для цели диссертации уточнения к приведенной выше классификации строительных процессов по сложности.

«..Несколько рабочих операций, ведущих к созданию или формированию *конструктивного элемента* проектной конструкции ....., образуют простой процесс (например, разработка грунта при устройстве котлована). Простой процесс выполняется определенным составом рабочих и технических средств. Совокупность простых процессов, в результате выполнения которых создается *часть проектной конструкции*, будет представлять комплексный технологический процесс. При возведении объекта могут выполняться несколько комплексных процессов одновременно, образующих в совокупности *сложный* процесс. Строительство ряда объектов силами одной строительной организации (СМП) требует координации и взаимоувязки простых и комплексных процессов.... В этом случае формируется ... межобъектный процесс». Таким образом, оперативное планирование и управление в СМП имеет дело с заготовительными, транспортными, подготовительными и монтажно-укладочными процессами - простыми и комплексными, а также их ресурсным обеспечением, составляющими единый межобъектный процесс. Так же в [112] отмечается, что «...эффективность строительства во многом определяется организационными положениями и формами выполнения *всех (выделение - ВС)* процессов, сопутствующих созданию строительной продукции»[112].

Для цели настоящей диссертации важно то обстоятельство, что приведенные положения из [112] с одной стороны – ставят эффективность материальных процессов преобразований ресурсов в строительную продукцию в зависимость от информационных процессов их организации и оперативного управления ими, а с другой стороны – определяют простые и комплексные строительные процессы как объекты оперативного планирования и управления ими и их и ресурсным обеспечением. Субъектом же оперативного управления в модели системы оперативного планирования и управления в СМП является ритм выполнения комплексных процессов, составляющих межобъектный процесс СМП.

В книге «Организация строительного производства» [13], авторами также существенное место отведено анализу роли информационных потоков в организации строительства, отдельных видов программного обеспечения управления строительством.



По сути, положения [112] и [55], приведенные в диссертации, конкретизируют требования стандартов ISO 9001:2000 [53], [54] к управлению строительным производством. Раздел 02 стандарта DIN EN ISO 9000 2000 [ISO] «Системы менеджмента качества. Требования», определяет процесс как «деятельность по преобразованию ресурсов». Стандарт рассматривает «...выявление и поддержание взаимодействующих процессов как «процессно-ориентированный подход» при разработке, реализации и повышении результативности системы менеджмента качества продукции...», определяя управление качеством как «непрерывное». Пункт 4.9 международного стандарта ISO 9001 «Модель обеспечения качества при проектировании, производстве, монтаже и обслуживании» устанавливает управляемые условия выполнения процессов:

- А) Наличие документированных процедур, определяющих способы производства, монтажа и обслуживания;
- Б) Использование подходящего производственного и сервисного оборудования.
- В) Соответствие ссылочным стандартам или нормам.
- Г) Контроль и управление соответствующими параметрами процессов и продукции: выполнимость, стоимость, наблюдаемость,
- Д) Утверждение процессов, если это необходимо.
- Е) Критерии качества исполнения работы, которые должны быть выражены в ясной и удобной форме.

В работе «Поточная организация работ в строительстве» [10] В.А. Афанасьев указывает, что «...в дисциплине «организация строительства» под организацией понимается решение вопросов, связанных с созданием или выбором из существующих коллектива, способного решить поставленную задачу по строительству ... объектов в требуемые сроки, должного качества и в пределах договорной стоимости, в частности вопросов подготовки строительного производства и обеспечения его необходимыми ресурсами, а также вопросов оперативного планирования и управления строительным производством».... Автор [10] также определяет 12 принципов организации, т.е. принципов решения перечисленных в данном определении вопросов. Из названных 12 принципов к

принципам собственно организации *строительного производства* можно отнести специализацию, кооперацию и комбинирование производства, а также централизацию организации и управления. Главной переменной теории поточной организации работ в строительстве в [10] является продолжительность строительно – монтажных работ по возведению объекта –  $T_{смр}$ . Также автор [10] решает задачу поточной организации строительных работ на основе разработанной им математической модели определения продолжительности СМР возведения объекта, включающей определение продолжительности выполнения комплексов работ на частных фронтах объекта и опирающуюся на действующие в строительной отрасли нормативы трудозатрат рабочих. Критериями эффективности решения задачи организации строительства служат продолжительность строительства и технико – экономические показатели календарного плана, которые, по сути, являются критериями управления СМР. Методическими и техническими средствами проектирования организации строительного производства являются календарный план и стройгенплан. Организация ресурсного обеспечения СМР представлена в модели в виде ведомостей потребности в трудовых, материальных и технических ресурсах, сгруппированных по периодам строительства.

Таким образом, в отечественной строительной науке разработаны эффективные методы поточной организации выполнения простых и комплексных строительных процессов. Указанные методы используют в качестве главной переменной - продолжительность возведения объекта; в качестве критерия оценки расчетной величины этой переменной – требование ее минимизации наложением на параметры этой переменной ряда формальных ограничений соответствующих параметрам строительных процессов, стройплощадки и возводимого объекта. Т.е. имеется частная математическая модель зависимости продолжительности СМР от метода совмещения комплексных строительных процессов в пространстве и времени, не включающая в явном виде параметров обеспечения качества строительных процессов, а также параметров их ресурсного обеспечения, т.е. параметров оперативного управления строительными процессами.

Главная переменная  $T_{\text{смп}}$  модели организации строительства – продолжительность строительства, в теории поточной организации работ, безусловно, эффективна для реализации длительных программ, в условиях государственного регулирования строительной отрасли: гос. нормирование трудоемкости СМР, ресурсного обеспечения, нормативных требований к качеству, устойчивости кадрового состава СМП, типизации объектов капитального строительства. В условиях же стихийного функционирования отрасли, требование к методам организации строительства, как к методам сокращения его продолжительности, перестает играть главенствующую роль, уступив место требованиям экономической эффективности СМР (прежде всего для СМП), при условии обеспечения качества и безопасности СМР.

Таким образом, критерии, а также параметры управления СМР и их ресурсным обеспечением, предлагаемые теорией поточной организации работ в строительстве, могут служить для оперативного управления в качестве начально - конечных и граничных условий оперативного управления строительными процессами и их ресурсным обеспечением.

В.М. Васильев, Ю.П. Панибратов в работе «Управление в строительстве» [22] видят основную задачу организации строительного производства в том, чтобы «...создать прогрессивные условия для работы специализированных организаций и подразделений в ходе строительства объектов....». Как отдельная группа задач организации ими выделены задачи экономической сферы: «...осуществить единство экономических процессов в производстве и экономических связей участников строительства. В этой сфере выявляются экономические закономерности взаимодействия всех элементов *системы*». С.А. Болотин и А.Н. Вихров, в [13] в подразделе «Принципы организации строительства и управления проектами» приводят восемь принципов, из которых шесть относятся к управлению проектами, а два - *специализация и концентрация исполнителей* можно отнести как к социально – экономическим условиям, так и к *политике* управления. Реализация этих принципов опирается на методы поточной организации работ в строительстве. Здесь же авторы:

- определяют предмет изучения дисциплины «организация строительного производства» как «...анализ существующих и создание новых производственных систем...»;

- отмечают, что «...организация *управления* строительным производством базируется на принципе специализации отдельных органов... Органы управления представляют собой основные элементы, на которые возложены специализированные функции ..., связанные с общей организацией управления строительным производством. В числе функций управления авторы называют функцию организации и трактуют ее как «...формирование ресурсов, реализующих модель цели системы», а создание модели цели предписывают другой функции управления - планированию.

Введение авторами [13] в оборот таких понятий как «общая организация управления строительным производством», «..создание новых производственных систем», «модель цели системы» весьма ценно для настоящей диссертации. С другой стороны, описание подходов и методов построения «модели цели системы», т.е. подходов к разработке методических и технических средств организации и управления в [13] не нашло отражения.

Л.С. Андреев в [4] отдает приоритет оптимизационным системам «... которые позволяют наилучшим образом использовать ограниченные ресурсы при достижении поставленных целей». Он пишет: «..система ..... структурируется по степени охвата объектов управления в виде общефункциональных и функциональных подсистем. К *общефункциональным* подсистемам автор [4] относит «... организационно техническую подготовку, обеспечение качества строительства, управление охраной труда, управление природоохранными мероприятиями». «...Функциональные подсистемы включают, как правило, один объект управления: ... маркетинг, ...строительное производство ....., парк строительных машин...». Также автор отмечает, «...тесную информационную связь между функциональными подсистемами на различных временных этапах». В приведенном фрагменте [4] имеется некоторая неопределенность в определении самой функциональной подсистемы, фактическое отождествление ее с одним из

объектов управления. Также в [4] не приводятся параметры объектов управления, изменением которых производится управление перечисленными объектами.

Одним из направлений разработки оптимизационных систем автор [4] считает совершенствование организационных структур СМП: элементов и их связей. Исследуя в [4] методы решения задач оптимального планирования деятельности строительного предприятия, автор дает ряд ценных посылов для настоящего исследования. В контексте темы диссертации, анализ положений, данных в [4], позволяет трактовать их следующим образом. СМП – «... организует оперативное планирование и управление СМР и их ресурсным обеспечением на основе системной методологии, определяющей принцип формирования организационных механизмов, который, в свою очередь, определяет характер функционирования и содержание этих механизмов, создает предпосылки (*условия – В.С.*) для их эффективной работы».

### **1.3. Планирование и управление строительными процессами и их ресурсным обеспечением**

В.А. Афанасьев в [10] уточняет, что «...под планированием в «...организации строительства» понимается увязка работ во времени и пространстве, т. е. производственное .....планирование, которое отличается от экономического ....», направлено на обеспечение потребности в ресурсах. Под управлением строительством в дисциплине «Организация строительства» автор [10] понимает «поддержание *системы* в заданном плане состоянии или перевод ее в другое состояние, ... определяемое новым планом». Следовательно, оперативное планирование и управление в СМП должно осуществляться по критериям поддержания непрерывности простых и ритмичности *комплексных* процессов в общем межобъектном строительном процессе.

Л.С. Андреев в [4], как и В.М. Васильев, Ю.П. Панибратов в [22] одинаково определяют объекты управления в строительстве: «...в качестве основных объектов управления в строительстве можно выделить производственный процесс в целом и его основные составляющие: трудовые ресурсы, основные и оборотные фонды, ...».

охрану труда и технику безопасности...». Авторы [22] добавляют к этому «...операции обеспечения стройки...» ресурсами. Т.е., в конечном счете, из приведенных цитат следует, что объектами управления в строительстве авторы [4], [22] считают процессы, операции, ресурсы, обеспечение строительства, а также безопасность протекания процессов. Различие объектов управления предполагает, в общем случае, различие критериев и методов управления ими что, при оперативном планировании и управлении, увеличивает количество и затрудняет выбор соответствующих *параметров* управления. Подходы к установлению номенклатуры параметров управления в указанных работах авторами не приводятся.

Л.С. Андреев в [4] отмечает, что «...при исследовании ... критерия эффективности (*управления - ВС*) в первую очередь выявляются цели деятельности СМП, основными из которых, с позиции системного анализа, являются производственные, экономические, социальные и экологические». Он также пишет, что «...Основные принципы планирования - единство, непрерывность, динамичность, комплексность, научность. Принцип единства предполагает, что планирование должно быть основано на системном подходе, который предусматривает всестороннее и последовательное изучение состояния внешней и внутренней среды (*предприятия-ВС*)». Принципы «непрерывности» и «динамичности» для функции оперативного планирования и управления требуют трактовки, отличной от данной в [4], т.к. определение понятия «непрерывность» требует предварительного рассмотрения параметра непрерывности, а определение «динамичности планирования» зависит от параметров управления. В то же время тезис о том, что «...принцип комплексности планирования - это необходимость решения с позиций *системного подхода* задач организации всех направлений деятельности СМП» весьма полезен для цели диссертации.

Л.С. Андреев в [4] указывает, что «... с позиций системного подхода следовало бы разработать *единую* кибернетическую модель системы. Для отображения комплекса ..... задач формируется система ... моделей, состоящая из отдельных моделей, связанных друг с другом своими входами и выходами таким образом, что результаты расчета по одной модели служат входом для другой.

....Однако, вследствие особенностей, присущих строительству (большое количество одновременно выполняемых инвестиционно – строительных проектов, отличающихся разнообразием; значительная номенклатура работ .....и др., такую модель создать не удастся». Характеризуя проблему выбора критерия оптимальности планирования/управления, автор [4] указывает, что «...известны три основных подхода к решению этой проблемы: выбор в качестве критерия одного показателя и использование других в качестве ограничений, объединение показателей в единый критерий и нормирование критериального пространства и отыскание решения, которое обеспечивает минимальное удаление значений целевых функций от индивидуальных оптимумов». Для целей настоящего исследования следует использовать второй из выше указанных подходов с целью установления номенклатуры параметров оперативного планирования и управления строительными и обеспечивающими процессами СМР. Далее автор [10] признает очевидность целесообразности многокритериального подхода, но отмечает сложность его реализации как причину редкого использования в практике, что полностью соответствует формулировке первой части проблемы ОПиУ, данной во введении к диссертации. Из того, что, как пишет автор [10] «...имеющиеся объемы ресурсов выступают как факторы, ограничивающие область возможных ..... решений по получению конечного результата», либо «...в качестве ограничения выступает заданный конечный результат, ограничивающий область плановых решений затрат ресурсов...», то логично предположить, что математическая модель системы оперативного планирования и управления СМР и их ресурсным обеспечением должна содержать в явном виде переменные организационно-технологического, а также экономического характера, параметрами которых будут параметры затрат ресурсов: предстоящих и выполненных.

Интерпретируя положения [4] к решению задач диссертационного исследования можно получить ряд ценных методологических посылов. В том числе:

- «...применение .... математических методов предусматривает разработку математических моделей исследуемого организационно-технологического экономического процесса СМР и их ресурсного обеспечения, позволяющее осуществить законченный цикл расчета параметров управления этим процессом...»;
- «...построение математической модели должно базироваться на следующих принципах: модель – часть единой компьютерной системы., осуществляющей полный охват и учет всех сторон деятельности СМП»;
- «...определение логической последовательности решения каждой задачи в общем их комплексе....»;
- «...информационная увязка решения одной задачи при решении последующих;...»;
- «...увязка различных моделей и прямых расчетов в единую систему моделей на основе информационных технологий...».

В исследовании «Информационная технология управления строительными бригадами» [16] автор решает задачу интеграции верхних и нижних уровней управления, реализации всех функций управления (планирования, учета, оценки, регулирования и стимулирования) и целенаправленного воздействия всей системы управления на рабочие места. Объектом исследования является система управления строительным производством и, в частности, оперативного управления работой бригад . Рабочая гипотеза исследования [16] рассматривает строительную бригаду в многоуровневой иерархической системе управления территориальной строительной организацией как основную производственную единицу. Информационная технология управления бригадами, реализуемая в составе АСУ, может быть осуществлена на основе имитационных моделей, которые могут описать строительное производство, функционирующее в условиях возмущающих факторов и отразить процессы выработки и реализации оперативного управления, когда возникает вариантность в реализации планируемых работ.



Описание процедур оперативного управления в модели [16] осуществляется с помощью алгоритмов формирования оперативно-управленческого решения  $\{Y\}$  в зависимости от состояния системы, внешних факторов, момента наблюдения, организационно-технологических инноваций и др. параметров. Управленческая процедура представляет собой отображение  $\{I\} \rightarrow \{Y\}$ , где  $\{I\}$  - исходная информация для принятия решения,  $\{Y\}$  - множество значений оперативно-управленческих характеристик. При построении имитационной модели прежде всего вводится множество процедур  $\{i\}$  (или множество имен). Из  $\{I\}$  в момент  $T$  выбирается процедура  $I_i$ . Ее имя служит параметром для оператора пошагового перехода, который определяет новое состояние системы, в частности, значение оперативно-управленческих характеристик. Таким образом, в имитационной модели управление отражается посредством: - выбора ограничений, - множества процедур оперативного управления бригадами, и - имени управленческой процедуры как параметра в операторах шагового перехода, - значения оперативно-управленческих и условно-фактических переменных, полученных в результате пошагового перехода. Основу моделирования оперативного управления бригадами составляет определение представленных в модели областей управления, по есть того, чем можно управлять, и выделение учитываемых в модели требований к процессу управления бригадами.

Ценность работы [16] для целей исследования заключается в том, что в ней показано применение аппарата системотехники для проектирования автоматизированных рабочих мест управленцев. Однако, проблема управления бригадами решена с позиций автоматизации разработки месячных планов выработки в системе управления территориальным строительным производством и не рассматривает ресурсное обеспечение как параметр управления выработкой бригад.

В работах [35],[36],[37], посвященных «...технике стыковки различных строительных систем», автор рассматривая строительство в масштабах строительного комплекса, отрасли признает, что «информационные ресурсы строительства становятся таким же богатством, как и материальные и

эффективность их эксплуатации в большой степени будет определять экономическую эффективность строительства» [36]. Автор справедливо утверждает, что «.. наиболее конкретной для решения практических проблем является теория функциональных систем» [5] и применяет ее методологию для стыковки систем проектирования, снабжения, технологии и организации строительства. Он также отмечает, что в настоящее время «....автоматизированные системы формируются как наборы алгоритмов, тогда как в основе работы ..... лежит система порождения алгоритмов для новых условий и ситуаций» [35].

#### **1.4. Информатизация планирования и управления строительством**

В части технических средств информатизации управления, автор работы [16], как и другие авторы [29], [32], [35], [46], [81], [86], [106], отмечает, что «создание автоматизированных рабочих мест (АРМ) для специалистов, выполняющих управленческие функции и интегрированных информационных систем (ИИС) для руководителей требует существенных изменений в системе управления. Автономные АРМ специалистов формируются в основном на основе средств реализации индивидуальных профессиональных функций, а ИИС — только на основе системы связи между ее пользователями. Если АРМ специалистов является автономным, то ИИС руководителей с самого начала формируется как сеть взаимосвязанных средств, автоматизации сбора, хранения, передачи и обработки данных. При этом к ИИС подключаются АРМ специалистов, являющиеся периферийными абонентскими пунктами ввода данных и профессионального анализа информации. К ИИС предъявляются следующие требования,: комплексность удовлетворения информационных потребностей руководителей; информационная независимость руководителей; аналитичность информации, т.е. возможность сопоставления показателей со стандартами, нормами и между собой; наглядность информации; объективность данных, вводимых с места события; возможность однозначной интерпретации информации по единым методикам расчета, контроля и анализа; возможность

развития системы за счет увеличения числа АРМ и расширения состава показателей».

Имеющиеся в настоящее время в строительных предприятиях доступные на рынке программные продукты, разработанные на платформе MS SQL server, или аналогичном: «1С подрядчик строительства », «1С строительство», «1С управление строительной организацией», «Альтиус», «Bit. Строительство», продукты семейства MS Project, Spider включая ERP продукты (среда «ARIS»), сметные программы, имеют не стыкующиеся базы данных и не содержат функционала решения задач оперативного планирования и управления строительными процессами и их ресурсным обеспечением. Как правило, функционал перечисленных продуктов это не связанные между собой КП, налоговый, бухгалтерский, складской и другие виды календарного экономического планирования и учета, сметные расчеты. Как показывает практика:

- для целей оперативного планирования и управления в СМП используют мобильную связь и пакет MSOFIS, в котором, в основном, сотрудники фиксируют выполнение производственных заданий, либо непосредственно работают.

- информацию о состоянии строительных процессов руководители средних и крупных СМП получают через *финансовый* (~85% информации) и административный (~15% информации) контроль. На малых предприятиях, руководители все же имеют возможность постоянно лично контролировать протекание процессов СМП;

Данных о разработке и внедрении в СМП корпоративных программ оперативного планирования и управления строительными процессами автор диссертации не нашел.

### **1.5. Практика оперативного планирования и управления**

«Многолетняя практика показала, что эффективность работ строительных бригад определяет конечный результат и эффективность деятельности всех

вышестоящих уровней управления. Проведенные исследования свидетельствуют, что «...до 90% простоев бригад на строительстве объектов объясняется несовершенством оперативного управления строительным производством. В существующих методах оперативного управления не учитываются многие технологические и организационно-экономические факторы производства работ. Так, оперативный учет плановых показателей выполненных технологических комплексов и этапов работ, как правило, осуществляется .... на уровне объекта в целом. Практически не проводится анализ выполненных объемов работ по технологическим процессам, комплексам и этапам, ..., не всегда выявляются причины и конкретные виновники отклонений от планируемых показателей. Неудовлетворительная организация контроля за ходом работ .... часто приводит к отсутствию объективной оценки состояния производства, принятию неправильных решений по регулированию строительного производства...» [16]

Рассматривая в работе «Опыт организации и управления строительными фирмами в США» [55] организацию строительных процессов на примере США, Ю.Н. Казанский и др. авторы отмечают, что «... вся организация строительства в целом (*в США – В.С.*), в том числе на всех его стадиях в отдельности продумана (*организована – В.С.*) так, чтобы достигалось только высокое качество ... Создан постоянно действующий *саморегулирующийся (выделение – В.С.)* режим работы только с высоким качеством, отступления от которого сразу фиксируются и не прощаются. Плохое качество останавливает сложный строительный механизм ..... И все без исключения участники строительства *разными способами (выделение - В. С.)* но приобщены к этому запрограммированному режиму качественного участия в *подготовке и обеспечения строительства*». Указанные там же [55] «...регулярный сбор и обработка данных о ходе работ за период и обновление полной информации о состоянии объектов нарастающим итогом с незамедлительной реакцией ответственного на имеющиеся упущения,... мягкие нормы дневной выработки, дающие возможность обеспечить требуемый уровень качества, высокие тарифные ставки рабочих и высокая оплата труда рабочих за выполнение работ на высшем уровне мастерства, использование только квалифицированных специалистов, норму

управляемости бригады в 5-7 человек, узкую специализацию бригад, прописанную ответственность бригадира за выполнение дневной нормы в натуральном измерении с обеспечением *только* наивысшего качества работ, непринятие у рабочих работ, выполненных с отступлением от требований по качеству, увольнения рабочих за неспособность выполнять требования по качеству, жесткий порядок выполнения и технического оснащения каждой работы, регламентируемый ее спецификацией и т.д.» являются, по сути, организационно - технологическими параметрами оперативного планирования и управления как строительными процессами, так и качеством СМР. Таким образом, в [55] авторы констатируют весьма ценные признаки *модели* организации оперативного планирования и управления, обеспечивающего высокое качество СМР, но не делают их теоретического обобщения.

В [55] авторы отмечают, также, что «.....ежедневный сбор и распределение (между ответственными исполнителями – В.С.) данных о ходе работ предыдущего дня и обновление полной информации о состоянии объектов нарастающим итогом с незамедлительной реакцией ответственного на имеющиеся упущения реализуются методами автоматизации ..... на основе *отраслевого* кодирования объектов, видов работ, материально – технических ресурсов».

Из литературного обзора и обобщения производственного опыта выявлены следующие задачи ОПиУ:

1. Установление и документирование номенклатуры текущих простых и комплексных технологических процессов, выполняемых на строящихся объектах.
2. По - объектное установление текущей потребности выполняемых процессов в ресурсах, номенклатуры, объемов и сроков их поставки.

*При этом следует уточнить, что под текущими технологическими процессами понимаются процессы, контролируемые в актуальный момент времени: выполняемые в настоящий момент, завершённые в период, предшествующий текущей потребности в ресурсах, а также процессы, выполнение которых в ближайшее время обусловлено требованиями технологии и организации строительства.*

3. Формирование (подтверждение) и документирование текущей потребности простых и ближайших комплексных технологических процессов в материально-технических ресурсах (далее – мат-тех. ресурсы) по номенклатуре, объемам, срокам и адресам поставки, поставщикам, исполнителям от СМП. Формирование текущей потребности происходит по критериям поддержания непрерывности простых технологических процессов, выполняемых на объектах СМП, а также текущих возможностей хозяйствования СМП.

4. Формирование (подтверждение) и документирование текущей потребности простых и ближайших комплексных технологических процессов в квалифицированных кадрах рабочих.

5. Установление порядка и объемов платежей: своих и/или заказчиков в обеспечение утвержденной текущей потребности в ресурсах.

6. Уточнение / корректировка своевременности выполнения текущих комплексных процессов.

7. Разработка форм представления данных и доведение до исполнителей решений по задачам 3-6 ОПиУ.

8. Документирование и контроль *выполнения* текущей потребности в ресурсах.

9. Документирование и контроль по объектного выполнения СМР в объемах текущей потребности в ресурсах.

10. Предупреждающие и корректирующие действия по снятию текущих внутри- и внеплощадочных технических, организационных и нормативно-правовых ограничений выполнения технологических процессов.

Документированные (сохраненные должным образом) результаты решения перечисленных задач могут использоваться в СМП для совершенствования своей деятельности по широкому кругу задач: от актуализации нормативной базы календарного планирования СМР (далее – КП СМР) и нормирования затрат труда до обоснования структурных реорганизаций.

Практика показывает, что при решении вышеперечисленных задач оперативное управление использует:

- данные КП СМР - в качестве начально – конечных условий выполнения технологических процессов, временных ограничений периодов текущей потребности в мат-тех ресурсах, а также ограничений номенклатуры текущей потребности ресурсов;

- данные о составе работ текущих простых технологических процессов, выполняемых в составе комплексных технологических процессов;

- данные проектной, организационно-технологической, исполнительной, закупочной и договорной документации;

- данные текущей потребности/обеспеченности СМР м-т ресурсами;

- данные текущей потребности/обеспеченности СМР квалифицированными кадрами;

- данные мониторинга *продвижения* объектов, содержащиеся в текущих т/э балансах трудоемкости, денежных и материальных затрат;

- данные текущей платежеспособности СМП;

т.е. данные организационно-технологического и экономического характера.

Анализ перечисленных выше задач ОПиУ, а также используемых для их решения данных дает возможность определить специфику ОПиУ СМР и их ресурсным обеспечением:

1. Рассредоточенность данных ОПиУ по документам и штатным сотрудникам различных подразделений (ПТО, ПЭ(Д)О, СМТО(С), бухгалтерия, ОТиЗ, ОК), по документам и руководителям всех иерархий управления различными аспектами производственной деятельности и ее обеспечения.

2. Функциональная разобщенность и принципиальное различие задач, решаемых сотрудниками различных подразделений в режиме ОПиУ.

3. Переменчивость методов поддержания и критериев непрерывности комплексных монтажно-укладочных процессов, а следовательно - номенклатуры простых строительных процессов, которые, в свою очередь и определяют текущую потребность в мат.-тех., трудовых и иных ресурсах.

4. Дефицит времени и чрезмерный для ручной обработки объем данных, необходимых для принятия эффективных оперативных решений.

Вышеизложенные задачи и специфика оперативного планирования и управления СМР и их ресурсным обеспечением позволяют сформулировать особенности ОПиУ: «1. Многообразие, переменчивость и противоречивость критериев оперативного управления, иначе - сложность установления (выбора) критерия ОПиУ. 2. Сложность организации оборота между исполнителями данных, критичных для поддержания непрерывности простых технологических процессов, а также своевременного их ресурсного обеспечения». Реализация указанных особенностей заключается в разработке методических и технических средств ОПиУ на основе теоретической модели *системы* оперативного планирования и управления СМР и их ресурсным обеспечением в СМП. Решение достигается анализом и синтезом имеющихся знаний в таких областях науки как: технология, организация и экономика строительства, общая теория систем, теория организации, различные теории управления, в том числе автоматического управления, кибернетика, информатизация управления.

Перечисленные выше особенности ОПиУ позволяют указать его место в структуре системы управления СМП. ОПиУ является системой принятых в СМП информационных коммуникационно - алгоритмических связей:

- между сотрудниками участков, структурных подразделений и руководством, осуществляющими оперативное управление;
- между параметрами протекания технологических процессов на строящихся объектах, параметрами ресурсного обеспечения непрерывности указанных процессов и критериями администрирования экономикой предприятия.

Параметрами протекания, а следовательно и оперативного управления, технологическим процессом, с точки зрения ОПиУ, являются допустимые отклонения при выполнении преобразований состояний ресурсов, а также текущие ограничения экономического характера. Указанные параметры имеют алгоритмическую связь. Например:

- {даты начала – окончания технологических процессов} → {даты и число поставок};



- {число текущих технологических процессов, перечень текущих требований технологии и организации строительного производства} → {число позиций номенклатуры текущей потребности в мат-тех ресурсах, число групп принадлежности позиций номенклатуры, численный и квалификационный состав исполнителей, их юридическая принадлежность};

- {адреса объектов строительства, позиции номенклатуры текущей потребности в м-т ресурсах} → {взаимная удаленность объектов, способы доставки грузов текущей потребности}, и т. д.

Таким образом, параметры выполнения технологических процессов могут быть выражены через конечное число линейных комбинаций параметров преобразований ресурсов. Верно и обратное утверждение. Следовательно, линейные комбинации множеств параметров выполнения технологических процессов и параметров преобразования ресурсов при их выполнении являются параметрами ОПиУ. Совокупность параметров ОПиУ, а также алгоритмов получения, хранения, обработки и представления их текущих значений является правилом (или, иначе - *оператором*) *организации системы* ОПиУ в СМП.

### **1.6. Методология исследования**

Для решения поставленных задач, необходимо воспользоваться следующими теоретическими положениями.

*Формирование исследовательского аппарата формализации и моделирования объекта исследования.*

Исследовательский аппарат основан на формальной логике и системном подходе. Суть системного подхода заключается в том, чтобы дать целостную методику описания важнейших системообразующих характеристик, их исчисления, моделирования и анализа. Наиболее характерной чертой системного подхода является то, что не может быть аналитического изучения какого-то частичного объекта без точной идентификации этого частного в большой системе. Таким образом, с практической точки зрения, необходимо иметь, прежде всего, иметь конкретную концепцию системы, и лишь после этого формализовать ту часть системы, которая подлежит исследованию [83]. П.К. Анохин в [5]

определяет полезный результат системы как «системообразующий фактор - критерий, по которому компоненты собраны, упорядочены и организованы в систему. Согласно [5], результат является неотъемлемым и решающим компонентом системы, инструментом, фактором создающим упорядоченное взаимодействие между всеми другими ее компонентами» [5]. В системно-ориентированных подходах функционирование системы в целом описывается посредством уравнений или имитационных моделей, а иерархической структуре отводится второстепенное место. Иначе говоря, система может иметь любую структуру, лишь бы она обеспечивала нужную зависимость между внешними воздействиями и результатом. П.К. Анохин также отмечает, что «...реальные системные закономерности могут быть почерпнуты и разработаны только на основе конкретного материала (*отраслевой специфики-ВС*). Именно этот материал и должен стать реальной основой формализации». Месарович М., Марко Д., Такахара И. в [70] констатируют, что: «Формализация объекта исследования с точки зрения *конкретной* концепции системы и получаемое при этом уточнение основных понятий делает направление нормативного описания (*моделирования - ВС*) системы. Принципы и связанные с ними методы организации системы порождают целое семейство нормативных решений (*моделей- ВС*) для задачи «управления системой». Они (*принципы – В.С.*) не только указывают, как организовывать специализированные элементы, но, предлагая новые методы организации, позволяют выявлять и новые виды специализации. При этом, применимость предлагаемых решений для каждого конкретного случая должна определяться отдельно. Эту же мысль высказывает и П.К. Анохин в [5]: «...Нет сомнения, что реальные «системные закономерности» могут быть почерпнуты и разработаны только на основе конкретного материала (*анализа отраслевой специфики-ВС*). Именно этот материал и должен стать реальной основой формализации».

В работе «Введение в экономическую кибернетику» [65] автор выделяет следующие виды управления: *отложенное (упреждающее и запаздывающее), следящее (регулирование), адаптивное и оптимальное*. Формализация системы

ОПиУ и ее модель должны отражать все указанные виды управления, применительно к ген- и субподрядной формам управления строительными процессами.

В.Г. Болтянский в фундаментальном труде «Математические методы оптимального управления» [14], содержащем математический аппарат моделирования регулировочных характеристик технических систем использует формализацию любой регулируемой системы в некоторый момент времени в виде точки пространства *фазовых* состояний системы, описываемой значениями ее фазовых координат и значениями регулируемых параметров, т.е. , иначе, поверхность, формируемая с течением времени точками фазового пространства состояний системы есть поверхность результата системы, площадь которой описывается интегралом функции регулируемых параметров. При этом как целевая функция системы , так и функция состояния системы должны быть непрерывными относительно формализованных параметров оперативного планирования и управления.

И. Ансофф в [6] использует понятие «организационного потенциала предприятия», но трактуют его с экономических позиций как «совокупность», «возможность» , или «готовность». В контексте же темы диссертации, учитывая положения предыдущего пункта, целесообразно использовать определение потенциала, даваемое математической физикой: «потенциал - это **работа** (*поля консервативных сил*) по перемещению массы  $m$  из бесконечности в точку с координатами  $x, y, z$ ».

Следуя подходу [14] (см. выше), применительно к теме диссертации, потенциал системы оперативного планирования и управления СМП это : « работа информационных связей элементов системы по переводу ресурсов строительного предприятия из начального состояния (в начальный момент времени СМР  $t_0$ ), в состояние, удовлетворяющее полезному результату функционирования СМП». В этом случае, для использования в исследовании математических методов классической теории потенциала потребуется обосновать применимость этих методов к решению задачи разработки математической модели системы

оперативного планирования и управления в СМП. С математической точки зрения последнее означает, что необходимо обосновать параметры и аналитический характер (непрерывность и дифференцируемость) целевой функции этих параметров, а также вид самой функции.

Результатом применения изложенного выше теоретического подхода является теоретическая модель системы оперативного управления строительными процессами и их ресурсным обеспечением, а также возможность количественной оценки величины работы системы ОПиУ в форме расчета потенциала системы ОПиУ.

Практическая реализация полученной теоретической модели заключается в разработке:

- архитектуры хранения данных ОПиУ;
- программного обеспечения функционирования системы оперативного планирования и управления, удовлетворяющего теоретической модели, в составе: автоматизированные шаблоны электронных форм данных ОПиУ СМР/РО, настраиваемый многофункциональный исполнительный программный модуль автоматизированных рабочих мест (АРМ), реализующий алгоритмы теоретической модели и автоматически обрабатывающий шаблоны с данными;
- рекомендаций по комплексному проектированию организационно-методической документации ОПиУ СМР/РО и программного обеспечения ее эксплуатации.

### **Выводы по первой главе**

*Выводы по исследованиям в области организации и технологии строительства*

Из рассмотренных выше работ, для целей диссертации можно сделать следующие выводы:

1. *Наука о строительных технологиях* разрабатывает и исследует простые и комплексные материальные строительные процессы преобразования *трудовых и материально – технических ресурсов* в строительную продукцию, устанавливает контролируемые при создании строительной продукции параметры указанных процессов. *Наука* классифицирует, а также указывает на информационные процессы,

как на основу организации и оперативного управления выполнением материальных строительных процессов. *Наука* ставит эффективность и качество строительных материальных процессов в зависимость от обуславливающих их протекание информационных процессов организации, оперативного планирования и управления, не рассматривая последние.

2. *Наука об организации строительства* исследует на уровне материальных комплексных процессов методы упорядочивания во времени и пространстве безопасного использования и нахождения на стройплощадке *трудовых и материально – технических ресурсов*. *Наука* использует предусмотренные технологией параметры материальных процессов преобразования ресурсов в строительную продукцию для заблаговременного определения начально-конечных и граничных условий оперативного планирования и управления строительными процессами и их ресурсным обеспечением. Указанные условия существуют в виде критического пути КГ СМР, ТЭП КП, а также СГП.

Термин «организация строительства» применяется либо к конкретному объекту капитального строительства, либо к пусковым комплексам объектов объединенных общей инфраструктурой.

Существует теоретическая модель организации строительства в виде математической модели расчета плановой продолжительности строительства объекта в виде календарного плана, а также имитационной логико-математической модели стройплощадки - стройгенплана. Организация строительства не рассматривает информационные процессы, сопровождающие создание строительной продукции.

3. *Наука об управлении строительством* рассматривает организацию и технологию строительства на высоком уровне абстракции, как имеющие тесную информационную связь частные объекты (подсистемы) управления в системе управления строительным предприятием или отраслью. *Наука об управлении* и *наука об организации строительства* по разному определяют задачи, решаемые организацией строительного производства в экономической сфере. Организация межобъектного строительного процесса, в т. ч. его ресурсного обеспечения, с помощью информационных процессов оперативного управления ритмом и

непрерывностью простых и комплексных строительных процессов на объектах не нашла отражения в изученных автором работах.

4. Различие задач, ставящихся «управлением строительством» перед «организацией строительного производства» и задач, решаемых в науке «организация строительства» затрудняет информационные процессы оперативного планирования и управления строительными процессами.

#### *Выводы по исследованиям в области планирования и управления строительным производством*

Из рассмотренных выше работ, для целей диссертации можно сделать следующие выводы:

5. Планирование в «организации строительства» носит производственный характер, направлено на обеспечение потребности комплексных процессов в ресурсах и выполняется до начала строительства.

6. Планирование в «управлении строительством» носит экономический характер и выполняется периодически и без учета текущих строительных процессов.

7. Наука об управлении строительством не выделяет различных видов управления строительными процессами, среди которых имеются «отложенное», «адаптивное», «следающее» и «оптимальное» управления [14],[63]. Также автором диссертации не найдено примеров рассмотрения в явном виде специфик ген- и субподрядных форм управления строительными процессами и их ресурсным обеспечением.

8. Информационные технологии в управлении строительством охватывают, в основном, верхние уровни иерархии управления. Информационной наукой предпринимаются попытки расширить уровень охвата до уровня строительных бригад.

9. Наука об управлении строительством констатирует необходимость разработки кибернетической модели системы, т.е. модели информационных коммуникационных и алгоритмических связей между параметрами выполнения

строительных процессов, параметрами их ресурсного обеспечения, параметрами оперативного управления, параметрами экономического планирования.

#### *Выводы по информатизации планирования и управления строительством*

10. Имеющиеся в настоящее время на рынке программного обеспечения доступные продукты предназначены для решения частных функциональных задач строительства: различных видов учета и календарного планирования, а также для анализа экономических показателей деятельности предприятия и не обеспечивают потребностей оперативного управления.

11. В настоящее время исследовательские работы в области информатизации выполняются, в основном, по направлениям анализа экономических показателей производственных предприятий, разработки автоматизированных систем проектирования (АСУП) для строительства, а также разработки АСУ сосредоточенным производством.

Таким образом, для достижения цели исследования необходима разработка специализированных методических и технических средств, позволяющих оперативно воздействовать на организационно-технологические и экономические параметры протекания строительных процессов и их ресурсного обеспечения с целью обеспечения непрерывности, а также повышения эффективности СМР.

#### *Общие выводы*

12. Одним из недостатков современного уровня научного знания об оперативном планировании и управлении строительными процессами можно считать отсутствие *комплексного* изучения функциональных связей:

- параметров ОПиУ строительными процессами;
- параметров преобразований материальных, технических, трудовых и иных ресурсов в ходе выполнения строительных процессов на нескольких объектах;
- параметров выполнения строительных технологических процессов;
- параметров внутри- и внеплощадочных ограничений на выполнение строительных процессов;

- параметров ресурсного обеспечения текущих строительных процессов.

Указанный недостаток препятствует алгоритмизации и автоматизации оперативного планирования и управления строительными процессами и их ресурсным обеспечением в СМП.

13. В строительной науке придается большое значение информационным процессам оперативного планирования и управления материальными строительными процессами создания строительной продукции. Создан научный задел, накоплен практический опыт, позволяющий конкретизировать подходы и аппарат общей теории систем, математические методы для построения теоретической модели системы оперативного планирования и управления в СМП, а также широко использовать информационные технологии для реализации названной модели на всех уровнях иерархии управления строительного предприятия.

14. Для разработки эффективных методических и технических средств автоматизации оперативного планирования и управления строительными процессами и их ресурсным обеспечением необходимо наличие теоретической модели системы оперативного планирования и управления СМП.



## **ГЛАВА 2. РАЗРАБОТКА ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ СИСТЕМЫ ОПЕРАТИВНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ СМР И ИХ РЕСУРСНЫМ ОБЕСПЕЧЕНИЕМ В СМП**

### **2.1. Порядок разработки модели**

При исследовании оперативного планирования и управления в диссертации приняты следующие допущения:

- единая информационная среда управления СМП включает: архитектуру хранения, структуры таблиц текущих значений параметров ОПиУ строительными процессами и их ресурсным обеспечением; данных календарного планирования, электронные шаблоны документов ОПиУ, алгоритмы обработки текущих значений параметров ОПиУ и данных календарного планирования (КП), интерфейс ввода, а также представления результатов автоматической обработки текущих значений параметров ОПиУ, правила получения текущих значений параметров выполнения строительных процессов. Практически, единая информационная среда управления представляет собой локальную вычислительную сеть специализированных автоматизированных рабочих мест.

- СМР рассматриваются как совокупность текущих простых технологических процессов, одновременно выполняемых как на нескольких, так и на одном объекте;

- простой монтажно-укладочный процесс расходования ресурсов рассматривается как частный случай преобразования ресурсов в готовую строительную продукцию;

- ресурсное обеспечение СМР рассматривается как последовательность преобразований состояний ресурсов, не создающих готовой строительной продукции и делающих ресурс готовым к расходованию;

- оперативное управление монтажно-укладочным процессом и его ресурсным обеспечением рассматривается как алгоритмизированные

директивные воздействия исполнителей на порядок преобразований состояний ресурсов;

- оперативное планирование СМР и их ресурсного обеспечения рассматриваются как выбор (установления) критерия поддержания непрерывности текущих технологических процессов с одновременным уточнением текущей потребности в ресурсах.

Руководствуясь выводами, рабочей гипотезой и методологией исследования, приведенными в главе 1 диссертации, разработку модели системы ОПиУ следует выполнить в следующем порядке:

1. Выполнить формализацию оперативного управления строительным процессом .

2. На основании формализации разработать и исследовать теоретическую модель оперативного управления строительным процессом.

3. Выполнить формализацию системы ОПиУ в СМП.

4. На основании формализации разработать структуру теоретической модели системы ОПиУ, включающую теоретическую модель оперативного управления строительным процессом. Исследовать элементы теоретической модели ОПиУ.

## **2.2. Формализация оперативного управления технологическим монтажно - укладочным процессом**

Оперативное управление строительным 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,

а также обеспечивает необходимые организационные, технические и нормативно-правовые условия выполнения строительных процессов.

Частным случаем преобразования состояния ресурса, переводящим ресурс в часть строительной продукции является *расходование* ресурса при выполнении монтажно – укладочного процесса [112], но это преобразование не является функцией оперативного управления.

Указанные выше преобразования ресурсов содержат параметры оперативного управления процессом, а также его ресурсным обеспечением. С целью алгоритмизации оперативного управления, названные параметры сведены в табл. 1. Каждая строка таблицы содержит текущие значения параметров, а также технические средства (*интерфейс*) их фиксации - отображения. Всего, согласно таблице 1, выделено 84 параметра. Изменения выполнения строительных процессов, а также преобразований ресурсов описываются изменением логических и численных значений параметров и характеризуют ход выполнения строительных процессов. Каждая группировка параметров является переменной модели оперативного управления строительным процессом. Некоторые параметры содержат массивы данных. Текущие значения таких параметров являются назначаемыми (*планируемыми*) величинами. Большинство параметров выполнения строительных процессов содержат назначаемые величины. Часть параметров описываются автоматически вычислимыми величинами. Обработка массивов данных параметров оперативного управления строительным процессом осуществляется по алгоритмам модели системы ОПиУ в СМП.

Следующая формализация оперативного управления строительным процессом предназначена для последующего обоснования теоретической модели системы ОПиУ в СМП, включающей составной частью модель оперативного управления строительным процессом. На рис. 2 показано, что область *G* плоскости процессов преобразований состояний ресурсов является областью



определения функции  $F$  оперативного управления строительными процессами [91]. Каждая точка  $z = F(x+jy)$  области  $G$  является функцией двух переменных  $x$  и  $y$  [64]. Функция  $F$  описывает изменения состояния ресурса (изменения  $x$  и  $y$ ) в ходе его преобразований [53] оперативным управлением, т.е. является функцией оперативного управления строительным процессом, или, что тоже самое, оперативного управления преобразованиями ресурсов.

Функция  $F$  меняет свое значение в области  $G$  от комплексной величины с максимальной мнимой частью (начало ресурсного обеспечения монтажно-укладочного процесса) до чисто вещественной величины (окончание монтажно-укладочного процесса), когда ресурс становится частью готовой строительной продукции.

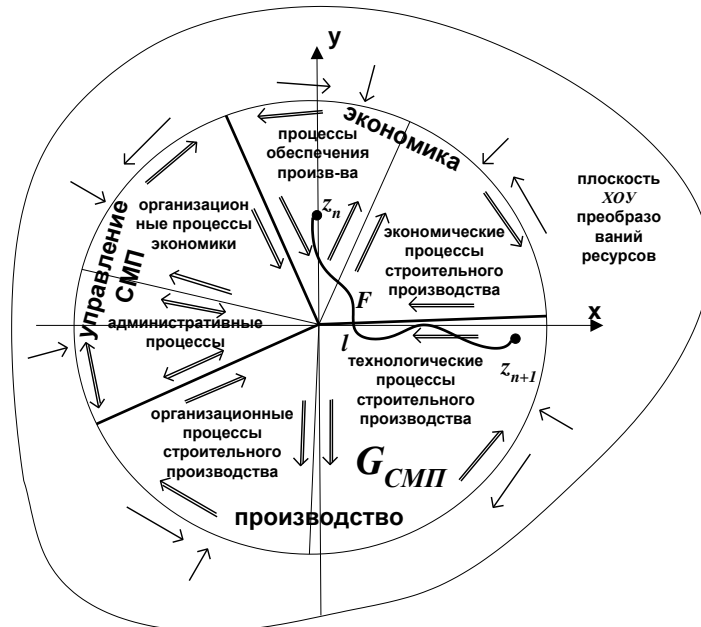


Рис.2. Схема организации процессов преобразования состояния ресурсов системой ОПиУ.

где:

$x$  – технологическая составляющая ресурса - свойства ресурса, выражающие его пригодность к использованию в монтажно – укладочном процессе (технические характеристики);

$y$  –обеспечивающая составляющая ресурса - свойства ресурса, выражающие его готовность для использования в технологическом процессе (наличие, доступность, мобильность, стоимость и т.д.).

⇒ - регулярные строительные и обеспечивающие процессы;

↔ - не регулярные процессы администрирования;

→ - противодействие внешней среды;

осью  $z$  в системе координат  $xuz$  является ось времени.

Для комплексного исследования выполнения строительного процесса, текущей потребности указанного процесса в ресурсах и текущих организационных, технических и нормативно правовых ограничений выполнения строительного процесса в исследовании вводится понятие «Напряженность оперативного управления монтажно - укладочным процессом» -  $H_{oy\_проц}$ , (далее – Напряженность оперативного управления) . Напряженность оперативного управления  $H_{oy\_проц}$  определена как «мера соответствия фактической обеспеченности ресурсами строительного процесса планируемой потребности, а также недельно-суточного графика производства работ в условиях текущих вне- и внутриплощадочных ограничений выполнения процесса - календарному графику». ».

Согласно рис.2, определению функции  $F$ , данному выше, а также представлениям теории потенциала математической физики,  $H_{oy\_проц}$  можно записать в следующем виде.

$$H_{oy\_проц} = \frac{\partial F}{\partial l};$$

где  $l$  – траектория линии, соединяющая две точки плоскости  $G$  двух последовательных  $Z_n$  и  $Z_{n+1}$  состояний ресурса до и после преобразования.

Работа оперативного управления по преобразованию состояния ресурсов, т.е. по переводу его из начального (текущего) состояния в конечное является, по аналогии с классическим определением, потенциалом системы оперативного управления  $P_s$ , т.е.,  $P_s$  можно записать следующим образом:

$$P_s = \int_l H_{oy\_проц} dl; \quad (1)$$

### **2.3. Организационно-техническая математическая модель напряженности управления монтажно-укладочным процессом**

Назначение организационно-технической математической модели напряженности оперативного управления монтажно-укладочным процессом  $H_{oy\_проц}$  – установление *соответствия* своевременности выполнения текущих строительных технологических процессов и параметров их ресурсного обеспечения, текущих организационных, технических и нормативно-правовых

ограничений выполнения строительных процессов *начально-конечным условиям* выполнения монтажно-укладочного строительного процесса по календарному графику в составе ППР. Изменения величины  $H_{oy\_проц}$  позволяет вовремя предпринимать рациональные управляющие с целью обеспечения непрерывности монтажно-укладочных процессов строительного производства [91].

Напряженность оперативного управления процессом  $H_{oy\_проц}$  определена как «мера соответствия: фактической обеспеченности ресурсами строительного процесса - планируемой потребности и недельно-суточного графика производства работ - календарному плану в условиях текущих вне- и внутриплощадочных ограничений выполнения процесса».  $H_{oy\_проц}$ , в общем случае, зависит от следующих факторов:  $\delta_{Vstat}$  – показатель заявленной текущей потребности в ресурсе;  $\delta_{conv}$  – показатель обеспечения заявленной потребности;  $\delta_{VT}$  – показатель своевременности выполнения монтажно-укладочного процесса;  $\delta_{lim}$  – показатель вне- и внутриплощадочных текущих организационных, технических и правовых ограничений выполнения технологического процесса или преобразования состояния ресурсов.

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

$$H_{oy\_проц} = \delta_{lim} * \left( \sum_{i=1}^n \frac{\delta_{(VSTAT)i} * \delta_{(VT)i}}{\delta_{(CONV)i}} \right); \quad (2)$$

где:

$n$  – число ресурсов текущей потребности монтажно-укладочного процесса;

$\delta_{lim}$  - текущие вне- и внутриплощадочные ограничения выполнения монтажно-укладочного процесса.  $1 \leq \delta_{lim} \leq 3$ ;

$$\delta_{lim} = 1 + K_{lim}; \quad K_{lim} = \sum_{i=0}^n K_{(lim)i} + \sum_{j=0}^m K_{(lim)j}; \quad (3)$$

где  $m$  и  $n$  - текущее число ограничений выполнения технологического процесса.

Значения коэффициентов  $K_{(lim)j,i}$ , приведенные в табл. 2, 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 (3).

табл. 2

№	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 $m_{max} = 7$	$\sum = 1$

$\delta_{Vstat}$  – показатель текущей заявленной потребности монтажно-укладочного 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  $\delta_{Vstat}$ : при  $V_{израсх}=0$  и  $V_{заявл}=0$ ,  $V_{заявл}=V_{общ}$  и  $\delta_{conv}=1$ ;

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

$\delta_{conv}$  – показатель обеспечения заявленной потребности;



Значения  $\delta_{conv}$  -, приведенные в табл. 3, получены из формального условия равной значимости выполнения каждого преобразования состояния ресурса в последовательности преобразований.

Значения  $\delta_{conv}$ 

табл. 3

№	Фиксируемый параметр преобразования состояния ресурса	$\delta_{conv}$
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

$\delta_{VT}$  - 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  $\delta_{VT}$ ;  $1 \leq \delta_{VT} \leq 2$ ;

Конечные условия для  $\delta_{VT}$ ; 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.

$$H_{oy\_проц} = \left( 1 + \sum_{i=0}^n K_{(lim)i} + \sum_{j=0}^m K_{(lim)j} \right) * \sum_{i=1}^n \left( \frac{(V_{общ} - V_{израсх})}{V_{заявки}} * \delta_{conv} \right) * \left( 1 + \left| \frac{dat_{тек} - dat_{заявки}}{dat_{оконч} - dat_{заявки}} \right| - \frac{V_{готов}}{V_{заявки}} \right) \quad (4)$$

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 таблицы 1:  $0 \leq H_{oy\_проц} \leq (3*2)/0,2=30$ .  $H_{oy\_проц} = 0$  соответствует завершенному монтажно-укладочному процессу;  $1 \leq H_{oy\_проц} \leq 6$

соответствует плановому режиму выполнению 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.

Наличие значительного количества начально-конечных условий для параметров формулы  $H_{ou\_проц}$  (4) вызывает необходимость ее автоматизированного расчета [90],[105]. Данные для расчета  $H_{ou\_проц}$  автоматически находятся программным кодом в архитектуре хранения в вычислительной сети СМП экономических, организационно-технологических, нормативно-правовых данных и данных исполнительной документации текущего производства, а результаты расчетов заносятся в таблицу напряженности оперативного управления и выводятся на мониторы ПК АРМ пользователей (см. рис.14).

Пример табличной формы отображения напряженности оперативного управления текущими монтажно-укладочными процессами приведен в таблице 4. Таблица 4 является автоматически генерируемой [95] электронной формой интерфейса специализированного программного обеспечения оперативного управления в СМП. Приведенный 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 и не требует в данный момент дополнительных управляющих воздействий контроля. 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 нач. ПТО, начальника участка, обеспечения рабочими кадрами.

Таблица напряженности оперативного управления текущими монтажно-укладочными процессами

табл. 4

№	код монтажно-укладочного процесса			Напряженность управления $N_{огр\_проц}$	Текущие ограничения		Продвижение процесса $V_{ост}/V_{общ}$	Напряженность ресурсного обеспечения			Своевременность обеспечения	
	название процесса	адрес объекта	пространств ..параметры		$\delta_{lim}$	Параметр		индексы текущих. преобразов-	дата индекса	Наим. ресурса	$\delta_{VT}$	$V_{заяв}/V_{ост}$
1	оштукатуривание потолков	наб. р.Мойки д.75	7 этаж	18	0,8	1 Несоответствие проектных решений 2 Отсутствие приемки работ 3 Предписания Заказчика или надзорных органов	0,1	0,2	10.12.20 16	штукатуры-маляры 6 чел.	2	1
2	устройство монолитного ж/б ростверка	ул. Аккуратова д.6	(А-К: 1-8); -2.500	6,43	0,2	неготовность фронта	0,75	0,4	12.12.20 16	арматура А300 d16	1,5	0,7
								1	10.12.20 16	профиль ПС 150	1	1
								1	10.12.20 16	листы гкл 2500x12	1	1
4	обратная засыпка фундамента	ул. Аккуратова д.6	(А-К: 1-8); -2.500	1			0	1	10.10.20 15	пгс фр20-40	1	1
5	устройство подсыпки из пгс	ул. Аккуратова д.6	(А-К: 1-8); -2.500	0			0	1	15.12.20 16	пгс фр.10-30	1	1

## 2.4. Формализация системы ОПиУ

### *Формализация цели (назначения) системы ОПиУ*

Методология исследования оперативного управления строительными процессами и их ресурсного обеспечением оперирует системой «объект – ограничения среды функционирования объекта – полезный результат взаимодействия объекта с внешней средой», где:

- «объектом» является совокупность строительных технологических процессов, выполняемых на одном, или нескольких объектах строительства;

- «ограничениями внешней среды» в функционировании системы являются рассредоточенность объектов строительства, ресурсов, а также исполнителей и данных оперативного управления, а также технические, внутри- и внеплощадочные организационные, технические, ресурсные, нормативно - правовые ограничения выполнения процессов;

- «полезным результатом» системы является непрерывность строительных технологических процессов, влияющая на эффективность и качество СМР, выполняемых СМП.

Система функционирует (*иначе – «выполняет работу»*) посредством активизации алгоритмических и коммуникационных связей между составляющими ее элементами при изменении значений параметров выполнения строительных процессов, что и инициирует перевод (преобразование состояний) ресурсов из начального состояния в состояние, удовлетворяющее назначению системы ОПиУ. Система выполняет работу в материальном и информационном пространстве.

В научных источниках, посвященных системному подходу, говорится, что система определяется *заданным* результатом взаимодействия объекта с внешней средой, т.е. *наперед заданным* назначением системы. Общие закономерности обоснования и структуризации целей наиболее полно изложены в [83] и включают следующие положения:

- «...зависимость формулировки цели от параметров внутренних и внешних по отношению к системе». В нашем случае это параметры, приведенные в таб.1 и таб.2;

- «...проявление в структуре цели закономерности целостности, которая проявляется в каждом элементе структуры. Это означает, что часть параметров подцелей, позволяющих судить об их достижении, содержится в явном или не явном виде в параметрах глобальной цели...». В нашем случае это схема рис.3.

В настоящей диссертации, система ОПиУ в СМП трактуется автором изначально как «организационно – техническая система обеспечения качества СМР, а также организационного развития СМП».

Применяя подход П.К. Анохина [5] к определению системы, получим системообразующий фактор ОПиУ в СМП, который определяется характеристиками 1-6, приведенными на схеме рис.3. Характеристики полезного результата не принадлежащего системе, описываются точками среды вне области СМП и наоборот.



Рис.3. Системообразующий фактор ОПиУ в СМП

## Формализация среды функционирования системы ОПиУ

Формализацию среды функционирования системы ОПиУ целесообразно выполнить в виде геометрического представления.

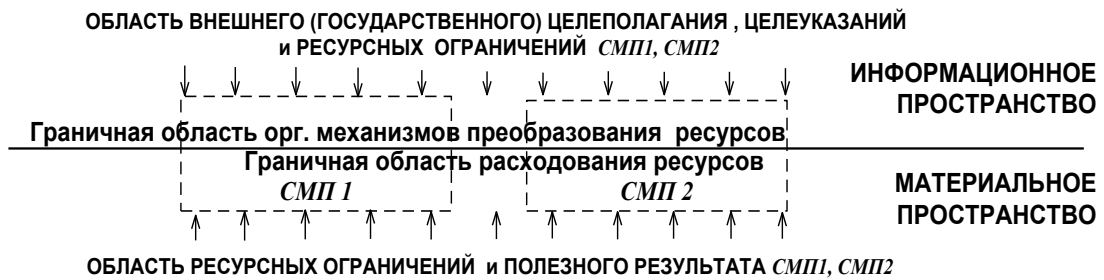


Рис.4 Среда в условиях внешнего целеполагания и целеуказаний развития (отрасли)

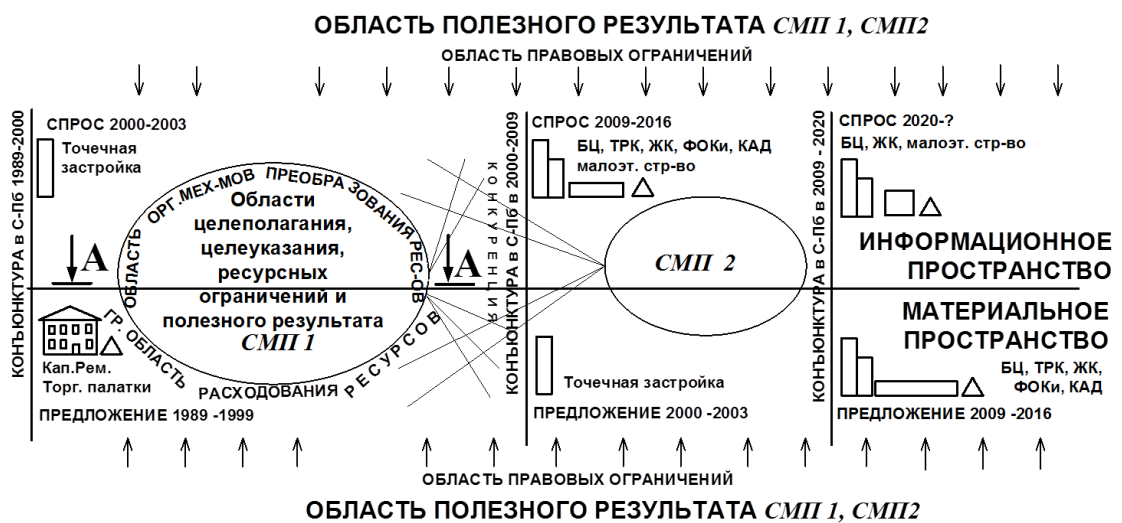


Рис.5 Среда в условиях отсутствия внешнего целеполагания и целеуказаний

где:

- информационное пространство - множества данных и алгоритмов преобразования ресурсов;
- материальное пространство – множества результатов материальных процессов преобразований и расходования ресурсов;
- область внутри СМП полезного результата содержит параметры характеристик 1-6, приведенные на рис. 3;
- область вне СМП полезного результата содержит параметры характеристик 7-8, приведенные на рис. 3;

Рисунок 5, как наиболее актуальный в настоящее время, фиксирует следующие обстоятельства:

- внешняя среда не одинакова для различных СМП. Разные СМП одного региона могут одновременно функционировать: одно - в среде рис.4 , другое –в среде рис.5. Функционирование СМП в среде рис.4 требует значительно более простого управления, чем в среде рис.5.

- материальные процессы СМП *расходования* ресурсов протекают на части поверхности (в области  $G$  плоскости рис.2), разграничивающей информационное и материальное пространства среды со стороны последнего;
- информационные процессы *оперативного управления преобразованием* ресурсов протекают на плоскости, разграничивающей информационное и материальное пространства среды со стороны информационного пространства;
- текущие материальные результаты создания строительной продукции и развития предприятия лежат внутри области, занимаемой СМП в материальном пространстве;
- текущие информационные результаты создания строительной продукции и развития предприятия лежат внутри области, занимаемой СМП в информационном пространстве;
- внутри области среды, занимаемой СМП, имеется 5 взаимосвязанных областей, граничащих (взаимодействующих) с внешней средой при решении задач: *целеполагания в области критериев оперативного управления (далее - целеполагания), целеуказаний в области установления начально – конечных условий оперативного управления (далее - целеуказания); организационных механизмов оперативного управления преобразованием и расходованием ресурсов (далее – организационных механизмов); процессов расходования ресурсов на выполнение строительных процессов и на поддержание и развитие производственно-технической базы СМП (далее - процессов)*. Указанные области, взаимодействующие (граничащие) между собой и с внешней средой, используя терминологию [5] обозначим:

*fsTP (от англ.Target Planning) – функциональная система целеполагания в области критериев оперативного управления;*

*fsTD (от англ.Target Direct) - функциональная система целеуказаний в области установления начально – конечных условий оперативного управления;*

*fsOM - функциональная система организационных механизмов оперативного управления преобразованием и расходованием ресурсов;*

*fsPROCop*, *fsPROCrb* функциональная система расходования ресурсов на, соответственно, строительные процессы (создание строительной продукции) и на поддержание (*развитие*) производственно-технической (*ресурсной*) базы СМП.

При этом, функциональная система определяется как «множество прямых и обратных алгоритмических связей параметров преобразований ресурсов, реализующих декомпозицию общего полезного результата функционирования системы ОПиУ СМП по группам задач взаимодействия с внешней средой».

Выполненная формализация среды функционирования СМП позволила установить компоненты системы управления СМП в виде функциональных систем.

Вид А-А, обозначенный на рис.5, приведен на схеме рис.6. (см. ниже) и показывает, что :

- внешняя среда противодействует ( $\rightarrow$ ) функционированию системы ОПиУ СМП. Компонент администрирования (Adm) устраняет несогласованность остальных компонентов системы при преодолении противодействия среды, что стабилизирует систему во внешней среде. Устранение несогласованности компонентов обеспечивается выполнением граничных условий (5),(5.1), т.е. непрерывностью функции оперативного управления строительными процессами  $F$  при  $\varphi = \varphi_i$ . На границе  $\varphi_1$  граничные условия выполняются методами технологии и организации строительного производства.

- область определения и область допустимых значений функции оперативного управления строительными процессами  $F$  лежит в области  $G$  плоскости процессов преобразований ресурсов (рис.2). Функция  $F$  описывает только состояние ресурсов и процессов, но не описывает *результата* выполнения строительных процессов, т.е. не является целевой функцией системы оперативного управления. Следовательно, для описания целевой функции системы ОПиУ в СМП необходимо ввести вместо координат  $xoyz$  оперативного управления строительными процессами координаты  $r\theta\varphi\vartheta$  результатов оперативного управления.



А-А (см. рис.5)

Рис.6. Схема организации процессов системы ОПиУ в СМП

где:

$\varphi$  - теоретическая ресурсная обеспеченность процессов;

$r$  - теоретический уровень качества процессов и ресурсной базы;

$\Rightarrow$  - регулярные строительные и обеспечивающие процессы;

$\Leftrightarrow$  - не регулярные процессы администрирования;

$\rightarrow$  - противодействие внешней среды;

$F(r, \varphi)$  - функция оперативного управления строительными процессами;

Граничные условия для функции  $F$ :

где:  $T_s(r, \varphi, \vartheta, t)$  - целевая функция результата системы ОПиУ в СМП;

$\vartheta$  - организационная достаточность оперативного управления. При  $\vartheta=0$  (на границе области  $G$ )  $T_s = F$ .

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{\partial F}{\partial \varphi} \rightarrow \min; \\ \varphi = \varphi_i \\ \frac{\partial F}{\partial r} = T_s(r, \varphi, \vartheta, t) \\ \varphi = \varphi_i, \vartheta = 0 \end{array} \right. \quad (5)$$

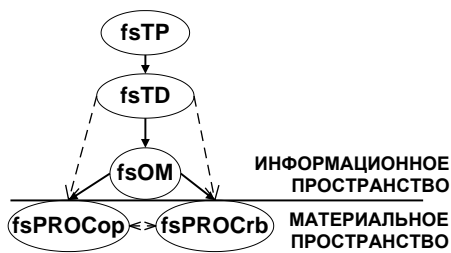
$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{\partial F_{Adm}}{\partial \varphi} = \frac{\partial F_{OE}}{\partial \varphi} - \frac{\partial F_{Osp}}{\partial \varphi} \Big|_{\varphi = \varphi_5} ; \\ \frac{\partial F_{Adm}}{\partial r} = \frac{\partial F_{OE}}{\partial r} - \frac{\partial F_{Osp}}{\partial r} \Big|_{\varphi = \varphi_0} ; \end{array} \right. \quad (5.1)$$

*Организационные принципы построения системы ОПиУ в СМП.*

Выполненная выше формализация среды (рис.5.) и выполненные определения функциональных систем позволяет сформулировать общую закономерность построения системы ОПиУ в СМП: «максимальное соответствие параметров *целеполагания* – параметрам конъюнктуры, параметрам *целеуказания* и

ресурсных ограничений - параметрам целеполагания, параметров целеуказаний и ресурсных ограничений – параметрам организационных механизмов оперативного управления строительными и обеспечивающими процессами». Полученная общая закономерность, а также введенные определения функциональных систем позволяют формулировать различные организационные принципы построения системы ОПиУ в СМП. Формализацию основных принципов, целесообразно выполнить в виде направленных графов.

**ПРИНЦИП 1** Стандартизованные организационные механизмы оперативного управления процессами

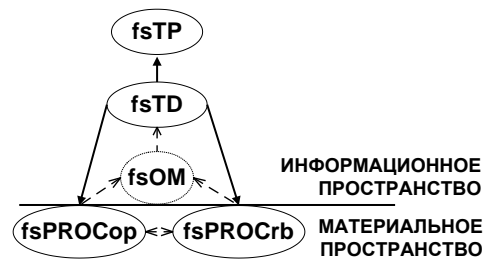


$$fsOM = f(\{PARAM\}_{fsTD});$$

$$fsOM = f(TD) = \iint fsTD dPROC_{op} dPROC_{rb};$$

а)

**ПРИНЦИП 2** Директивное управление процессами

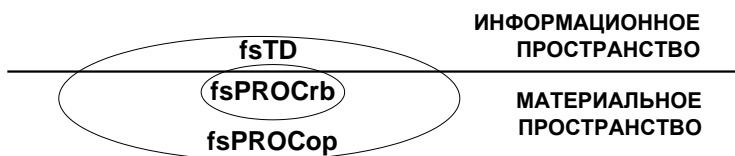


$$fsOM = f(\{PARAM\}_{fsPROCop}; \{PARAM\}_{fsPROCrB});$$

$$fsOM = f(PROCop, PROCrB) = \frac{d^2 fsTD}{dPROC_{op} dPROC_{rb}};$$

б)

**ПРИНЦИП 3.** Развитая самоорганизация производства



$$fsTD = f(\{PARAM\}_{fsPROCop});$$

$$fsOM = 0;$$

в)

Рис 7. Геометрическое представление основных организационных принципов построения системы ОПиУ в СМП

где:

- - основная (контролируемая) связь компонентов системы;
- ▶ - дополнительная (не контролируемая) связь компонентов системы;

Рисунок 6 показывает, что:

Функциональная система организационных механизмов оперативного управления  $fsOM$  рис.7а) является регулярной функцией параметров  $fsTD$ , а функциональные системы  $fsPROCop$  и  $fsPROCrB$  являются параметрами  $fsOM$ . Функциональная система  $fsOM$  рис. 7б) является нерегулярной функцией параметров  $fsPROCop$  и  $fsPROCrB$ , а функциональные системы  $fsPROCop$  и

fsPROCrb являются параметрами  $fsTD$ . Различие принципов 1 и 2 в том, что в первом случае работа управления выполняется, в первую очередь над совершенствованием алгоритмических и коммуникационных связей организационных механизмов оперативного управления процессами, т.е. носит интегральный характер, а во втором случае – над совершенствованием алгоритмов и коммуникационных связей координации различных процессов т.е. носит дифференциальный характер. Принцип 3 является самым эффективным, но он реализуем только для одного одновременно выполняемого не крупного объекта. Различные организационные принципы соответствуют СМП различной производственной мощности, функционирующим в различных средах (см. выше). Принципиально возможны и более сложные принципы организации, содержащие другое число основных и дополнительных связей, функциональных систем. Например: система ОПиУ «генподрядчик - субподрядчики».

Выполненная формализация организационных принципов построения системы ОПиУ в СМП обосновывает различия в организации информационных потоков, алгоритмов и критериев оперативного управления внутри различных СМП. Формализация позволяет использовать принципы в качестве основы для схем оперативного управления.

#### *Формализация системы ОПиУ методом общей теории систем*

Выполненная в обозначениях общей теории систем [69] формализация системы ОПиУ в СМП позволит обосновать вид аналитической математической модели системы ОПиУ в СМП.

Определение абстрактной системы, даваемое в [69]:

**S** - система есть отношение любого рода над множествами  $X$  и  $Y$ ;

где:  $\{X\}$  - множество входных объектов;  $\{Y\}$  - множество выходных объектов, иначе - множество параметров результата функционирования системы  $\{EF\}$ .

$\{\}$  – множество параметров

Статическое определение системы:  $S \subseteq \{X\} \times \{EF\}$ ;

Динамическое определение системы:  $S: \{X\} \rightarrow \{EF\}$ ; (6)

Выполним формализации «организации строительного производства» как системы ( $S_{oc}$ ).

Организация строительства (ОС):

$$\Phi 1. S_{oc} \exists [\{КП\} \cap \{СГП\}] \rightarrow \{T_{смп}\} \text{ при } T_{смп} \rightarrow \min;$$

методы ОС (Продолжительности комплексов на фронтах, число фронтов)  
Нмакс, Nср рабочих  
Нкранов (захваток)  
норма запаса (дни), норма хранения, площади складов)  
и.т.д

где:

$T_{смп}$  – продолжительность СМР при имеющихся параметрах календарного {КП} и {СГП} стройгенпланов.

{КП}  $\exists$  {Объекта}  $\cup$  {Методов ОС}  $\cup$  {ТСП};

{СГП}  $\exists$  {Объекта}  $\cup$  {Участка}  $\cup$  {Строит.Хоз-ва}  $\cup$  {Инфраструктуры}  $\cup$  {ТБ};

$$\Phi 2. S_{oc} \exists [\{ТСП\} \cup \{Методы ОС\} \cup \{ОБЪЕКТ СТР-ВА\} \cup \{Строит.Хоз-ва\} \cup \{Техника\} \cup \{Транспорт\} \cup \{Участок стр-ва\} \cup \{Инфраструктура\} \cup \{Окр. Среда\} \cup \{ТБ\}] \rightarrow \{ \text{Элемент конструкции в проектном положении} \};$$

Аналогично формализуем систему «технология строительного производства»:

$$\Phi 3. S_{тех} \exists [\{Процессы\} \cup \{Мат.Рес\} \cup \{Оснастка\} \cup \{Труд\} \cup \{Окр.Среда\} \cup \{ТБ\}] \rightarrow \{ \text{Элемент конструкции} \};$$

В формализациях  $\Phi 1$ -  $\Phi 3$  не присутствуют в явном виде такие свойства системы ОПиУ в СМП как обеспечиваемое качество СМР и управление строительными процессами и их ресурсным обеспечением. Формализации  $\Phi 1$ - $\Phi 3$  выполнены для систем, изучаемых науками о технологии и организации строительного производства.

Следуя методологии исследования, необходимо выполнить формализацию системы ОПиУ в СМП таким образом, чтобы в нее вошли все вышеприведенные множества параметров, а также множества параметров управления процессами.

$$\Phi 4. S \subseteq [\{S_{org}\}; (v, \{q\}_{poj}); (v, \{q\}_{mtr}); (v, \{q\}_{tr}); v\{q\}_{fin}] \times [v, \{Q\}_{Sprod}]; \{T_S\}];$$

где:

$S_{org}$  – оператор (множество параметров и правил) организации оперативного управления процессами:

$$S_{org} \exists (\{PLAN\} \cap \{EXEC\} \cap \{PROC\} \cap \{SV\} \cap \{DC\} \cap \{REG\});$$

где : {\*\*\*} - множества параметров: PLAN-целей и планов, EXEC- исполнителей, PROC - процессов, DC - отклонений, SV - контроля, REG - регулирований.

Окончательно получим динамическое определение системы ОПиУ в СМП:

#### Ф 4.1.

$$S \exists [\{S_{org}\} \cup (v, \{q\}_{proj}) \cup (v, \{q\}_{mtr}) \cup (v, \{q\}_{tr}) \cup (v, \{q\}_{fin})] \rightarrow [V, \{Q\}_{Sprod} \cup \{T_s\}]; \quad (7)$$

где:

- $v; \{q\}_i$  - объем и множества параметров качества входных объектов;
- $v, \{q\}_{proj}$  - объем и качество проектной документации и нормативной базы;
- $v, \{q\}_{mtr}; v, \{q\}_{tr}$  - объем и качество материально - технических и трудовых ресурсов;
- $v, \{q\}_{fin}$  - объем и качество финансовых ресурсов;
- $V, \{Q\}_{Sprod}$  - объем и множество параметров качество строительной продукции;
- $T_s$  - множество параметров уровня организационного развития предприятия

Выполненная с позиций и в обозначениях общей теории систем формализация системы ОПиУ в СМП позволяет использовать ее в качестве основы при разработке аналитической математической модели системы ОПиУ в СМП.

#### Схема управления в системе ОПиУ в СМП

Во введении к диссертации была отмечена *множественность* критериев оперативного планирования и управления, которая определяется наличием в строительстве двух форм управления строительными процессами: генподрядной и субподрядной, а также сочетанием различных типов и видов управления [65], реализуемых в СМП. Сочетания различных видов и типов управления для системы ОПиУ в СМП представлены в таблице 5.

Оператор (правила) управления строительными процессами и их ресурсным обеспечением табл. 5

ТИП управления		ГЕНПОДРЯДНАЯ ФОРМА управления	СУБПОДРЯДНАЯ ФОРМА управления
ОТЛОЖЕННОЕ (УПРЕЖДАЮЩЕЕ)	адаптивное	Календарное планирование (ПОС)	Календарное планирование (ППР)
	следящее (регулирование)	Выполнение СМР по объемам и срокам (ИД)	-----
ОПЕРАТИВНОЕ	адаптивное	-----	недельно-суточные графики работ
	следящее (регулирование)	Мат.-технич. обеспечение СМР на объекте	Планирование ресурсн. обеспечения процессов. Оформление актов ф.КС2
	оптимальное	Финансир. Заказчика, оплата субподрядчикам и поставщикам	Укомплектование процессов мат.-тех. ресурсами и кадрами

Различие генподрядной и субподрядной форм управления строительными и обеспечивающими процессами выражается в различии задач управления, условиях и методах их решения:

– основной задачей СМП при реализации *генподрядной* формы управления строительными процессами на этапе проектной и организационно-технической подготовки строительства являются возможно более точные установление и распределение потребности в ресурсах на длительные периоды (в таблице 5-отложенное упреждающее управление), а на этапе производства СМР - выполнение календарного графика субподрядчиками и своими службами по номенклатуре, объемам и срокам работ и поставок.

- основной задачей СМП при реализации *субподрядной* формы управления строительными процессами, решаемой в условиях директив генподрядчиков, является оперативное планирование и поддержание непрерывности *текущих* технологических процессов на всех объектах СМП в *текущих* ограничениях хозяйствования.

Различие ген- и субподрядной форм управления строительными и обеспечивающими процессами свидетельствуют о различии архитектур, интерфейса представления и алгоритмов обработки данных ОПиУ. Вместе с тем, при обоих формах, различных типах и видах планирования и управления происходит обработка данных преобразования ресурсов, но по различным алгоритмам, а если учесть установленные ранее различия организационных принципов построения системы управления СМП, то и по различным коммуникационным каналам. Исходные, а также результирующие данные ОПиУ технологического и экономического характера, алгоритмы их получения, хранения, обработки, а также аппаратные средства коммуникации и интерфейс представления образуют информационное пространство данных и алгоритмов управления СМП.

Раскрывая формализацию **Ф4.1.** (7) для принципа рис.7а), актуального для темы диссертации, а также учитывая (6), имеем для незавершенного строительства:

$$EF \exists (V, \{Q\}_{Sprod}) \cap \{T_s\}; \quad (8)$$

$$EF \exists [(\{EF_{fsTP}\} \cap \{EF_{fsTD}\} \cap \{EF_{fsOM}\}) \cup (\{EF_{fsPROCop}\} \cap \{EF_{fsPROCrb}\})] \subseteq [(v, \{q\}_{proj}) \cup \{v, \{q\}_{mtr}\} \cup \{v, \{q\}_{tr}\} \cup \{v, \{q\}_{fin}\}] \rightarrow [V, \{Q\}_{Smr}] \cup \{T_s\} ; \quad (8.1)$$

где:

- EF - обеспечиваемый предприятием результат завершеного (8) и не завершеного (8.1) строительства;

-  $EF_{fs^{**}}$  - множество параметров полезного результата  $i$ -й функциональной системы.

Если, параметры качества готовой строительной продукции  $Q_{sprod}$ , существующие в виде нормативных технических параметров готовых строительных конструкций и инженерных сетей определяются потребителем и именно эти параметры являются элементами выходного множества  $\{Q_{sprod}\}$  (8), то в процессе создания строительной продукции, установленные нормативами параметры качества СМР –  $\{Q_{smr}\}$ , определяются множеством параметров результатов работы функциональных систем (8.1), а также качеством ресурсов.

Анализ (8.1) показывает, что выражение (8.1) в явном виде отражает влияние системы ОПиУ на качество СМР.

Дальнейшие рассуждения при разработке аналитической математической модели системы ОПиУ, следуя цели диссертации, необходимо основывать на формализации (8.1). При этом отметим, что с точки зрения системы управления, оператор организации и управления  $S_{org}$ , формализованный в **Ф4** как множества параметров планирования, контроля и т.д., в 8.1. формализуется как взаимодействие работы функциональных систем при взаимодействии с внешней средой, т.е.

$$S_{org} \exists [(\{EF_{fsTP}\} \cap \{EF_{fsTD}\} \cap \{EF_{fsOM}\}) \cup (\{EF_{fsPROCoP}\} \cap \{EF_{fsPROCrB}\})] \quad (9)$$

На основании **Ф1**, **Ф4.1** и (8.1) закон оперативного управления строительными процессами и их ресурсным обеспечением следует записать в интегральной (10) и дифференциальной форме :

$$\left\{ \begin{array}{l} \int_{t_0}^{T_{смп}} REG dt ; \\ \Gamma_{смп} = f(mo\_str\_pr) = T_{нир,ноф,мкр}; \end{array} \right. \quad (10); \quad \frac{\partial REG}{\partial t} = \frac{\partial INDEX_{exec\_proc}}{\partial INDEX_{conv\_res}} \quad (11)$$

где:

$REG$  - выполненные системой регулирования процессов;

$t_0=0$ ,  $T_{смп}$  - продолжительность возведения объекта;

$f(mo\_str\_pr)$  – функция методов организации строительного производства: метод непрерывного использования ресурсов (НИР), метод непрерывного освоения фронтов (НОФ), метод критического пути (МКР);

$INDEX_{exec\_proc}$  – индекс выполнения строительного процесса;

$INDEX_{conv\_res}$  – индекс преобразования ресурса.

Индексы выполнения процессов и преобразования ресурсов были рассмотрены в разделе 2.1.

Схема управления в системе ОПиУ в СМП выполнена на основе (8.1) в виде блок-схемы с обратной связью и представлена на рис.8.

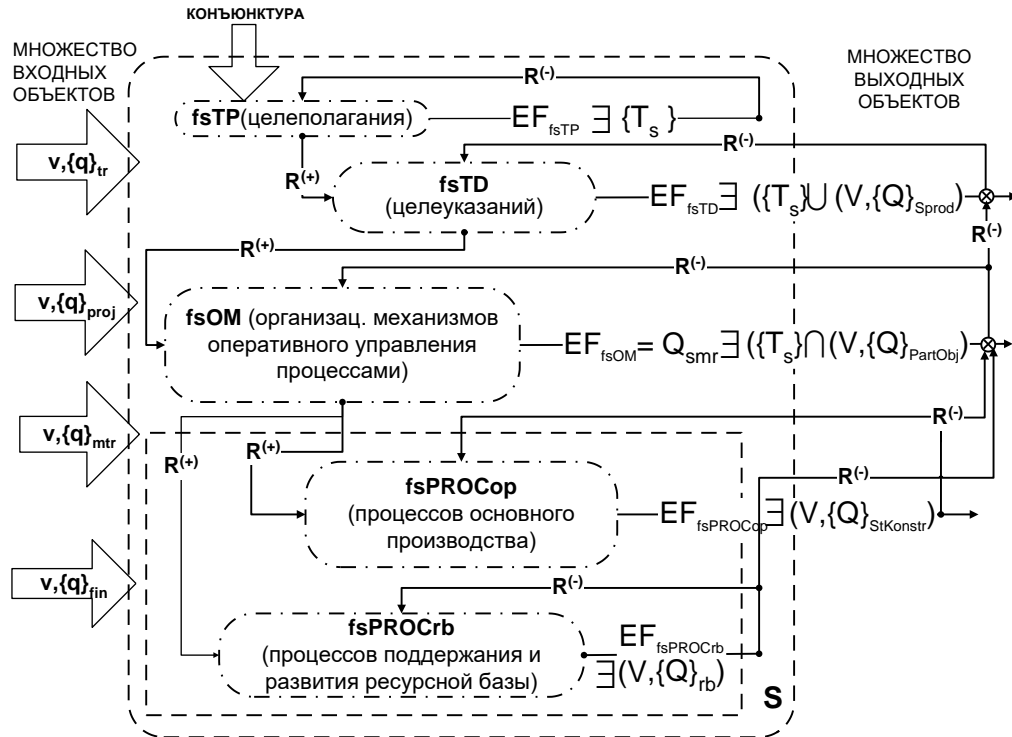


Рис.8. Схема управления в системе ОПиУ в СМП

где:  $R^{(-)}, R^{(+)}$  - множество  $\{REG\}$  в  $\Phi 4$  – регулируемых параметров системы по цепям положительных и отрицательных обратных связей;

$Q_{partObj}$  – множество параметров качества незавершенного строительством объекта;

$Q_{StKonst}$  - множество параметров качества готовой строительной конструкции.

Схема построена по организационному принципу рис. 7а), который является актуальным для целей диссертации.

Результатом ( $EF_{fsPROCop}$ ) взаимодействия функциональной системы строительных процессов с внешней средой является объем и параметры качества готовых строительных конструкций  $V, \{Q_{StKonst}\}$ . Значения этих параметров являются входными сигналами для оперативного управления процессами в функциональной системе  $fsOM$  по цепи  $R^{(+)}$  и контроля протекания процессов по цепи  $R^{(-)}$ ;

Результатом ( $EF_{fsPROCrб}$ ) взаимодействия функциональной системы ресурсного обеспечения с внешней средой является объем и параметры качества элементов ресурсной базы строительства и его обеспечения  $V, \{Q_{rb}\}$ . Значения



этих параметров также являются входными сигналами для оперативного управления процессами в функциональной системе  $fsOM$  по цепи  $R^{(+)}$  и контроля протекания процессов по цепи  $R^{(-)}$ ;

Результатом ( $EF_{fsOM}$ ) взаимодействия функциональной системы организационных механизмов оперативного управления процессами с внешней средой является объем и параметры качества СМР -  $V, \{Q_{PartObj}\}$ , а также параметры организационной достаточности и ресурсной обеспеченности управления  $\{T_s.\}$ . Значения этих параметров являются входными сигналами для оперативного управления процессами в  $fsOM$  по цепи  $R^{(+)}$ , контроля протекания процессов по цепи  $R^{(-)}$ , а также для отложенного управления: экономического планирования и учета в функциональной системе *целеуказаний*  $fsTD$ , что приводит к сбалансированности параметров, реализуемой по цепи положительной обратной связи  $fsTD - fsOM$ .

Результатом ( $EF_{fsTD}$ ) взаимодействия функциональной системы *целеуказаний*  $fsTD$  с внешней средой являются объем и параметры качества строительной продукции  $V, \{Q_{Sprod}\}$ , а также параметры  $\{T_s.\}$ . Значения этих параметров являются входными сигналами для изменений в системе оперативного планирования и управления в  $fsOM$  по цепи  $R^{(+)}$ , а также контроля эффективности оперативного управления по цепи  $R^{(-)}$ .

Анализ схемы рис. 8 с точки зрения теории автоматического регулирования и с учетом таблицы 5 показывает, что по цепи отрицательной обратной связи  $R^{(-)}$  функциональной системы  $fsOM$  осуществляется *следящее* управление (иначе регулирование) поддержанием заданных параметров протекания строительных процессов. В функциональной системе  $fsTD$  *целеуказаний* осуществляется *отложенное* управление производством СМР и их ресурсным обеспечением (*упреждающее* – технико-экономическое планирование и *запаздывающее* – экономический учет). В функциональной системе  $fsTP$  *целесолагания* осуществляется *оптимальное* (по минимаксным критериям некоторого функционала) управление. По цепям положительной обратной связи  $R^{(+)}$  между функциональными системами осуществляется *адаптивное* управление –

совершенствование *отложенного* управления ( $fsTP \rightarrow fsTD$ ), организационных механизмов оперативного управления ( $fsTD \rightarrow fsOM$ ). В системе ( $fsOM \rightarrow fsPROCor, fsPROCrб$ ) поддержание непрерывности строительных процессов осуществляется по цепи  $R^{(+)}$  и является - *адаптивным* управлением, а управление их ресурсным обеспечением является *оптимальным*. В различных функциональных системах различные виды *управления* осуществляется с различными периодами управления (постоянными времени). *Регуляторами (исполнительно – решающими элементами)* системы ОПиУ в СМП являются алгоритмы получения, передачи, обработки параметров преобразований ресурсов каждой из функциональных систем, методические и технические средства реализации этих алгоритмов, а также полномочия, закрепленные за конкретными исполнителями.

В настоящей диссертации нас интересуют те *переменные* модели системы ОПиУ в СМП, которые статически определяют систему управления и являются *постоянными* величинами (коэффициентами) в динамических моделях управления.

Выполненные формализации и полученная схема управления в системе ОПиУ в СМП позволяют использовать их в качестве основы при разработке аналитической модели системы, алгоритмов обработки и интерфейса представления результатов обработки параметров преобразования ресурсов.

## 2.5. Логико – математическая модель системы ОПиУ

### *Структура модели системы ОПиУ*

На основе выполненных выше формализаций, структура теоретической модели системы ОПиУ в СМП включает следующие параметрически связанные частные модели:

- организационно- техническую модель напряженности оперативного управления монтажно-укладочным процессом;

- логико – математическую модель организации строительного производства на уровне простых и комплексных монтажно-укладочных процессов;

- имитационную процессную модель функционирования системы ОПиУ;
- аналитическую математическую модель системы ОПиУ.

Структурная блок-схема логико-математической модели системы ОПиУ в СМП приведена на рис.9.

Соотношение элементов системы описывает аналитическая модель. Элементами аналитической модели системы являются:  $S_{org}$  - оператор (правило) организации ОПиУ,  $Q_{rb}$  - качество ресурсной базы СМП,  $Q_{smr}$  - качество СМР, а также  $T_s$ , - уровень организационного развития системы управления - организационная достаточность и ресурсная обеспеченность управления и производства – целевая функция системы ОПиУ. Функционирование системы описывает имитационная процессная модель.

Оператор  $S_{org}$  представляет собой определитель системы уравнений для 3х функциональных систем:  $fsTP$ ,  $fsTD$ ,  $fsOM$ .

Модель качества ресурсной базы  $Q_{rb}$  предприятия должна быть определена с позиций экономической науки и в настоящей диссертации не исследуется, но для цели исследования нужно предположить вид выражения для  $Q_{rb}$ :  $Q_{rb} = f(K_{мотив}; K_{квал}; K_{мто}; K_{авт}; K_{мех}; \frac{k_{stnd}}{k_i})$  где :  $k_{stnd}$  - коэффициент сложности " типового ", для предприятия, объекта;  $k_i$  - коэффициент сложности  $i$ -го объекта ;  $K_i$  – соответственно коэффициенты мотивации, квалификации, материального обеспечения, механизации и автоматизации труда исполнителей.

#### *Аналитическая модель системы ОПиУ в СМП*

На основании выполненных формализаций Ф4 и Ф4.1, используя понятие синергии системы, сформулированное П.К. Анохиным в [5], как «.....взаимоСОдействие элементов с различными свойствами в достижении общей цели», чему соответствует математическое действие умножения, можно записать

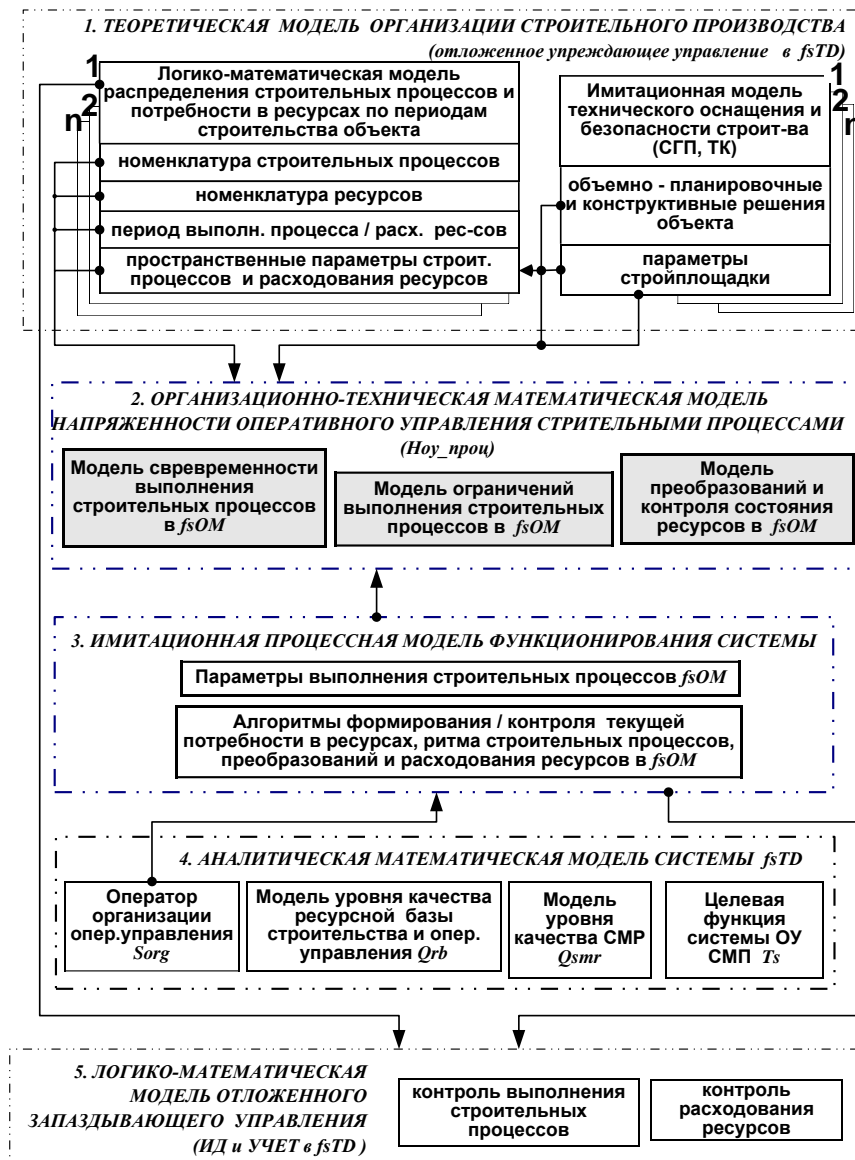


Рис.9. Структура модели системы ОПиУ в СМП

в линейном приближении следующее уравнение баланса организационно – технической системы обеспечения качества СМР:

$$\frac{\vec{S}_{orgT}}{T_s} \times \vec{Q}_{rb} = \vec{Q}_{smr} \quad (12)$$

где  $T_s = const$  – целевая функция (существующий уровень) организационного развития системы.

Уравнение (12) показывает, что при изменении вектора (множества параметров) качества ресурсной базы  $Q_{rb}$ , либо оператора (правила) организации оперативного управления процессами  $S_{orgT}$  и при неизменном уровне организационного развития системы  $T_s$  меняется модуль вектора качества СМР  $Q_{smr}$ , т.е. в (12) зафиксирована зависимость качества СМР, обеспечиваемого

предприятием на уровне оперативного управления от организации оперативного управления и качества ресурсной базы СМП. При этом  $Q_{smr}$  является коэффициентом пропорциональности между уровнем организационного развития  $T_s$  и произведением  $S_{org}$  и  $Q_{rb}$ .

Уравнение (12) описывает организационно – техническую систему обеспечения качества СМР.

Уравнение организационно – технической *экономической* системы обеспечения качества СМР и организационного развития СМП:

$$\left[ \bar{S}_{orgF} \times \bar{Q}_{rb} \right] * F_{zatr} = \bar{Q}_{smr} * T_s * (F_{budj} - F_{zatr}) \quad (12.1)$$

где:  $F_{zatr}$  –финансовые затраты,  $F_{budj}$  – бюджет объектов.

Уравнение организационно - технической системы извлечения финансовой прибыли за счет строительства:

$$\left[ \bar{S}_{orgF} \times \frac{\bar{Q}_{rb}}{\bar{Q}_{smr}} \right] * (F_{budj} - F_{prib}) = F_{prib} * T_s \quad (12.2)$$

где:  $\frac{Q_{rb}}{Q_{smr}} \rightarrow CONST$  ;  $F_{prib}$  – финансовая прибыль.

Далее в диссертации будет рассматриваться организационно – техническая система обеспечения качества СМР (12).

### Целевая функция $T_s$ системы ОпУ в СМП

Развивая подход к формализации процессов преобразований ресурсов в виде функции комплексной переменной и используя положение [64] о том, что «..каждой паре вещественных чисел  $x$  и  $y$  области  $G$  допустимых значений  $F$  соответствует пара вещественных чисел  $u$  и  $v$  т. е.  $u$  и  $v$  будут две, определенные в области  $G$  изменения  $x$  и  $y$  вещественные функции от двух вещественных переменных  $x$  и  $y$ ». Таким образом, результат подготовки и расходования ресурсов, т. е. результат строительного процесса можно, согласно [64] описать функцией  $\xi(z) = u(x,y) + iv(x,y)$  где:

$u(x,y)$  – функция результата выполнения технологических процессов;

$v(x,y)$  – функция результата обеспечения выполнения технологических процессов.

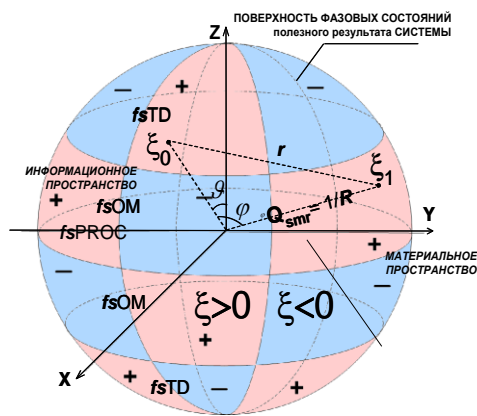
Функция  $\xi(z)$  образует поверхность фазовых состояний системы ОПиУ, иначе результатов выполнения строительных процессов и их ресурсного обеспечения, пересекающуюся с плоскостью процессов по границе области  $G$  (рис.2., рис.6). В [64] показано, что вместо аналитической (комплексной) функции  $\xi(z)$ , можно исследовать регулярную гармоническую функцию  $u(x,y)$ ; из которой при помощи дифференциальных уравнений Коши-Римана

$$\frac{\partial u}{\partial x} = \frac{\partial v}{\partial y} \quad (13); \quad \frac{\partial u}{\partial y} = -\frac{\partial v}{\partial x} \quad (13^*)$$

можно построить аналитическую функцию. Там же показано, что теория регулярных гармонических функций эквивалентна теории аналитических (комплексных) функций. Таким образом, для обоснования вида целевой функции  $T_s$  необходимо раскрыть аналитический (непрерывность и дифференцируемость) характер функций  $u(x,y)$  и  $v(x,y)$ , и показать, что они соответствуют уравнениям Коши – Римана. Действительно, уравнения 13 и 13\* говорят о том, что изменение результата выполнения технологических процессов  $\frac{\partial u}{\partial x}$  в зависимости от изменения технологической составляющей ресурса эквивалентно изменению результата ресурсного обеспечения  $\frac{\partial v}{\partial y}$  выполнения технологических процессов в зависимости от изменения обеспечивающей составляющей ресурса. В лучшую, или худшую сторону. В свою очередь уравнение (13\*) показывает, что изменение результата выполнения технологических процессов  $\frac{\partial u}{\partial y}$  в зависимости от изменения организационно – обеспечивающей составляющей ресурса противоположно изменению результата ресурсного обеспечения выполнения технологических процессов  $-\frac{\partial v}{\partial x}$ . Смысл последнего утверждения в том, что если вместо полного цикла преобразований мат-тех ресурсов: заявка-заказ-оплата-транспортировка, выполнено перемещение и расходование имевшихся на другом

объекте остатков, т.е. при увеличении интенсивности строительного процесса происходит снижение интенсивности обеспечивающих процессов. Таким образом, целевая функция  $T_s$  результата преобразований ресурсов и выполнения строительных процессов является аналитической, непрерывной по параметрам преобразований ресурсов и удовлетворяет уравнениям (13) и (13\*).

Выполненным ранее формализациям среды рис.2 и рис.5, рис.6 в мат. анализе соответствует класс специальных гармонических функций, используемых в теории потенциала – сферические функции 5го порядка 5й степени, являющиеся коэффициентами пятого члена ряда разложения потенциальной функции в ряд Мак-Лорана [51].



$$T_s = P_n(\cos \psi) = \frac{1}{R^n} \sum_{k=0}^n (A_{nk} \cos k\varphi + B_{nk} \sin k\varphi) P_n^k(\cos \vartheta);$$

где

$P_n^k(\cos \vartheta)$  - сферические функции Лежандра;

$n = 2 * N_{fs} - 1$   $N_{fs}$  – число функциональных систем;

Рис.10. Сферическая модель целевой функции системы ОПиУ в СМП

Интерпретация представления целевой функции  $T_s$  в виде нечетной сферической функции пятого порядка пятой степени  $P_5(\cos \psi)$  где  $\psi(\varphi, \vartheta)$  дает следующее:

Каждой точке  $z(x, y)$  области  $G$  (рис.2, рис.6) соответствуют две сопряженные точки  $\xi(r, \vartheta, \varphi)$  сферической поверхности результатов преобразований ресурсов и выполнения строительных процессов в информационном и материальном пространствах среды (рис.5). Где:  $\vartheta$  - переменная организационной достаточности (развитости),  $\varphi$  - переменная ресурсной насыщенности (обеспеченности),  $1/r = const$  обеспечиваемый системой уровень качества СМР  $Q_{smr}$ . (для случая организационно-технической системы (12). Знакопеременный характер функции  $P_5(\cos \psi)$  на поверхности результатов вытекает из свойства ортогональных полиномов, т.е. интеграл по сферической

поверхности функции  $\oint P_5(\cos \Psi) ds = 0$ . Это свойство соответствует тому обстоятельству, что предприятие формирует результат как положительный для себя, так и отрицательный от потерь при преодолении сопротивления среды, что и обеспечивает устойчивость системы в среде. Порядок функции (количество линий перехода знака: параллелей и меридианов) определяется количеством функциональных систем, взаимодействующих со средой на поверхности сферы и между собой по линиям смены знака функции.

Учитывая тот факт, что целевая функция  $T_s$  принимает значения  $P_5(\cos \Psi)$  в различные моменты времени  $t_i$ , т.е. при различных  $\vartheta$  и  $\varphi$ , а область  $G$  плоскости  $x\theta y$  допустимых значений преобразований ресурсов и выполнения процессов ограничена проекцией сферической поверхности на  $x\theta y$ , получим, что по истечению промежутка времени равного  $T_{\text{смп}}$ , система совершит все свои взаимодействия, пройдет все свои фазовые состояния что даст полный интеграл дискретных значений целевой функции (результата системы) в моменты  $t_i$  т.е. полезный результат системы. Следовательно, удвоенная величина, полученная при интегрировании с единичным радиусом  $r$  функции  $P_5(\cos \Psi)$  по областям положительных значений функции  $P_5(\cos \Psi)$ , дает численное значение целевой функции  $T_s$ .

Понижение порядка целевой функции  $P_5(\cos \Psi)$  (упрощение организации системы и уменьшение числа функциональных систем) приведет к изменению величины  $\oint P_n(\cos \Psi) ds$  ( $n=3$ ). Величина интеграла целевой функции  $T_s$  по поверхности фазовых состояний результата системы является величиной результата работы системы оперативного управления и интерпретируется как потенциал  $P_s$  системы оперативного планирования и управления СМП.

Целевая функция  $T_s$  может включать полиномы только нечетного порядка. Сферическая модель целевой функции принципиально допускает бесконечно большое число функциональных систем, описываемых нечетными членами разложения потенциальной функции по сферическим функциям.

*Оператор организации оперативного управления Sorg*



Используя полученное выражение для функции  $T_s$  в виде интеграла от  $P_5(\cos\Psi)$ , численную величину модуля вектора оператора организации  $|\bar{S}_{org}|$  можно получить как величину определителя системы уравнений (14), дающего их совместное решение. Система уравнений (14) соответствует организационному принципу рис.7а) «развитые организационные механизмы оперативного управления процессами». Для других организационных принципов, система уравнений примет иной вид, до одиночного уравнения включительно.

$$\begin{aligned}
 T_{sTP} &= 12 * \int_{-\pi/3}^{\pi/3} \int_{-\pi/3}^{\pi/3} |P_5(\cos\Psi)| \partial\varphi\partial\vartheta = 6 * \int_{-\pi/3}^{\pi/3} \int_{-\pi/3}^{\pi/3} P_5(\cos\Psi) \partial\varphi\partial\vartheta * x_1 + n_{paramProc} * x_2 + k_{ParamRes} * x_3 ; \\
 T_{sTD} &= 12 * \int_{\vartheta_1 0}^{\vartheta_2 \frac{\pi}{3}} \int_{\vartheta_1 0}^{\vartheta_2 \frac{\pi}{3}} |P_5(\cos\Psi)| \partial\varphi\partial\vartheta = (T_{sTP} + 6 * \int_{\vartheta_1 0}^{\vartheta_2 \frac{\pi}{3}} \int_{\vartheta_1 0}^{\vartheta_2 \frac{\pi}{3}} P_5(\cos\Psi) \partial\varphi\partial\vartheta) * x_1 + n_{paramProc} * x_2 + k_{ParamRes} * x_3 ; \\
 T_{sOM} &= 12 * \int_{\vartheta 0}^{\frac{\pi}{3}} \int_{\vartheta 0}^{\frac{\pi}{3}} |P_5(\cos\Psi)| \partial\varphi\partial\vartheta = (T_{sTP} + 6 * \int_{\vartheta 0}^{\frac{\pi}{3}} \int_{\vartheta 0}^{\frac{\pi}{3}} P_5(\cos\Psi) \partial\varphi\partial\vartheta) * x_1 + n_{paramProc} * x_2 + k_{ParamRes} * x_3 ; \quad (14)
 \end{aligned}$$

где:

-  $T_{sTP}$ ,  $T_{sTD}$ ,  $T_{sOM}$  - численные значения абсолютных величин интегралов целевой функции  $P_5(\cos\Psi)$  в зонах фазовой поверхности полезного результата, обеспечиваемого соответствующими функциональными системами;

- корень  $x_1$  - число одинаковых алгоритмов обработки параметров выполнения строительных процессов и параметров преобразований ресурсов, поддерживаемых  $i$  и  $i+1$  функциональными системами по цепям положительной и отрицательной обратной связи  $R^{(-)}$  и  $R^{(+)}$ ;

- корень  $x_2$  - число алгоритмов обработки параметров выполнения строительных процессов, поддерживаемых  $i_{ii}$  функциональной системой;

- корень  $x_3$  - число алгоритмов обработки параметров преобразований ресурсов, поддерживаемых  $i_{ii}$  функциональной системой;

$n_{ParamProc}$  - число фиксируемых в системе параметров выполнения строительных процессов;

$k_{ParamRes}$  - число фиксируемых в системе параметров преобразований ресурсов;

Качественный анализ системы (14) показывает следующее:

Величины левых частей (14) - результат функциональной системы - выполненная функциональной системой работа - всегда отличен от 0, но он может игнорироваться другими функциональными системами по причине разрыва информационных связей (нулевых значений корней  $x_1$ ). Отрицательное значение определителя системы (14)  $S_{org}$  говорит о том, что система тратит ресурсы в большей части на преодоление противодействий внешней среды, что делает целевую функцию  $T_s$  ориентированной не на развитие СМП, а на «обслуживание» требований внешней среды, т.е. целевая функция  $T_s$  становится

отрицательной для СМП. В этом случае обеспечение качества СМР целиком определяется качеством ресурсной базы предприятия  $Q_{rb}$ , т.е. соблюдением технологической дисциплины прорабами, бригадирами и рабочими, их самоконтролем и не зависит от оперативного управления. Отрицательные значения корней  $x_1, x_2, x_3$  говорят о присутствии принципиальной дезорганизации и противоречий в системе оперативного управления. Значения  $n_{ParamProc}$  и  $k_{ParamRes}$  определяются из имитационной модели функционирования системы ОПиУ в СМП. Для иных орг. принципов (рис.7б,в) построения системы управления СМП, система уравнений (9) будет иметь иной вид.

### *Процессная модель функционирования системы ОПиУ в СМП*

Целями разработки процессной модели функционирования системы являлись:

- визуализация выполнения строительных процессов и их ресурсного обеспечения;
- визуализация информационных потоков и связей системы оперативного управления и строительных и обеспечивающих процессов .
- визуализация методических и технических средств оперативного управления;
- формирование исходных данных для разработки программно – методических средств оперативного управления.

Схема процессной имитационной модели функционирования системы оперативного управления СМП приведена на рис.11.

Схема рис.11 содержит 4 плоскости, 3 из них параллельны плоскости рисунка и расположены в информационном пространстве (за рисунком). Четыре плоскости визуализируют 5 функциональных систем:  $fsPROCop$   $fsPROCrб$  – в плоскости рисунка, далее - плоскость  $fsOM$ , за ней –  $fsTD$  и  $fsTP$ .. В плоскости рисунка, т.е. в плоскости  $fsPROC$ , ниже оси  $x$  область параметров преобразований ресурсов в обеспечение строительных процессов, выше оси  $x$ -

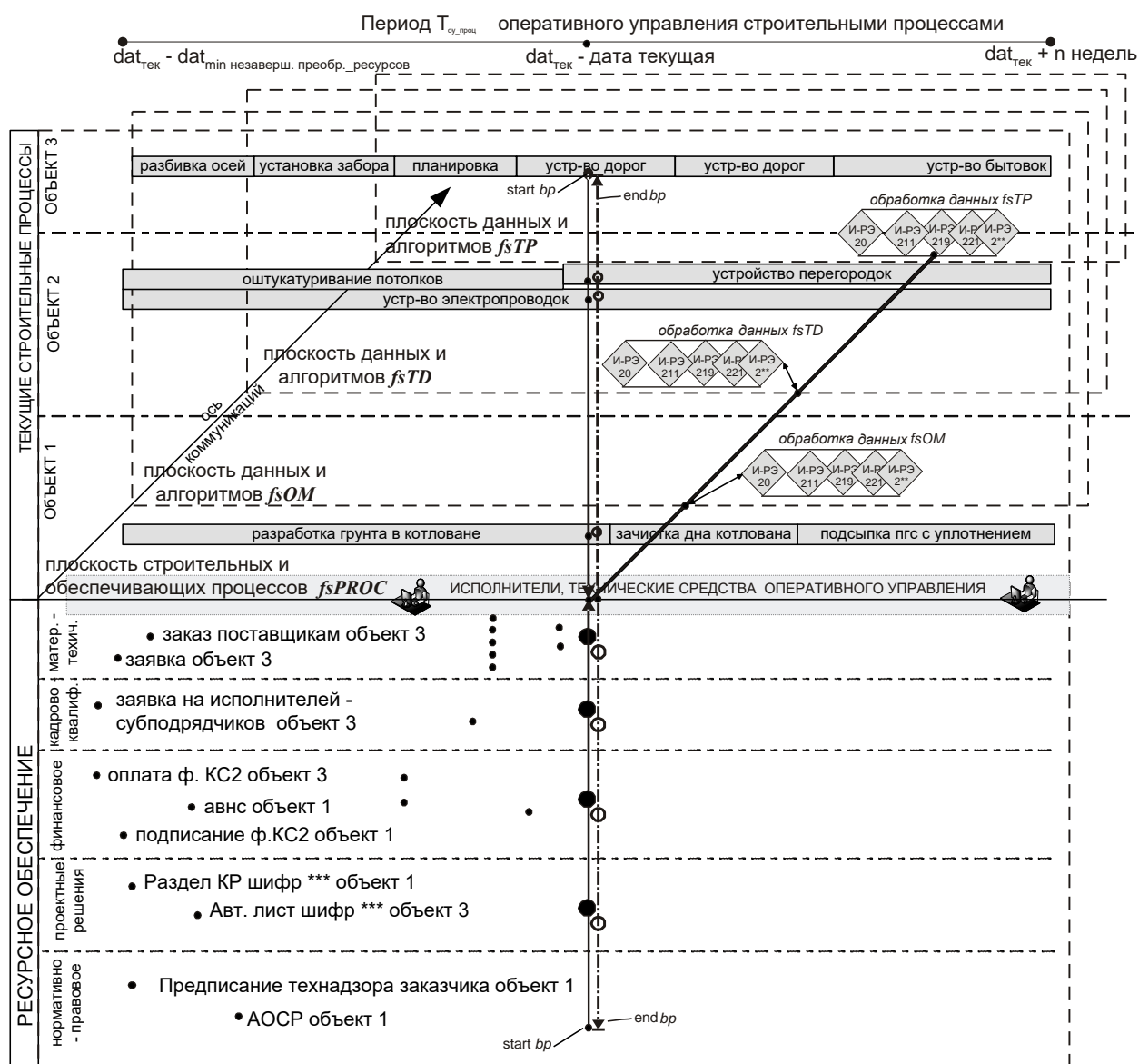


Рис.11. Схема процессной модели функционирования системы ОПиУ

сводный линейный график выполнения текущих строительных процессов на объектах СМП. Вблизи оси  $x$  в плоскости рисунка ( $fsPROC$ ) расположена область штатной схемы (*орг. структуры*) ключевых исполнителей ( $EX$ ) оперативного управления. Ось информационных связей - каналов передачи/обработки информации между функциональными системами, иначе ось бизнес-процессов оперативного управления, перпендикулярна плоскости рисунка и оси времени. Б/процесс оперативного управления начинается и заканчивается в точках плоскости  $fsPROC$  ( $start_{bp}$ ) и ( $end_{bp}$ ), охватывая все исполнительно - решающие элементы (И-РЭ) всех функциональных систем. Т.е. информация введена в систему. Завершение процедуры оперативного управления активирует

выполнение строительных, либо обеспечивающих процессов. Востребование информации, полученной в ходе *бизнес*-процесса, происходит в различных функциональных системах по различным алгоритмам и в случайные моменты времени. *Бизнес*-процесс оперативного управления начинается фиксацией данных устных или электронных сообщений в унифицированных электронных или печатных формах и завершается формированием электронных или печатных аналитических форм данных, отвечающих модели системы, а также архитектуре хранения данных. Линии стрелок отражают оборот информации между функциональными системами, начинаются с *форм* фиксации параметров выполнения процессов или преобразований ресурсов в *fsPROC* и заканчиваются *документами* с результатами обработки указанных данных различными функциональными системами. Завершение процесса оперативного управления активизирует/останавливает выполнение строительных, либо обеспечивающих процессов, удовлетворяя аналитической модели системы.

И-РЭ (исполнительно - решающие элементы функциональных систем) – алгоритмы и технические средства передачи и обработки параметров выполнения строительных процессов (из верхней области схемы) и параметров преобразований ресурсов (из нижней области), применяемые исполнителями *EX* при решении производственных задач в режиме оперативного управления процессами.

Процессная модель рис. 11 отражает способность ключевых *исполнителей EX* оперативного управления поддерживать непрерывность монтажно-укладочных процессов, своевременно выполнять ресурсное обеспечение. Взаимодействие функциональных систем заключается в поддержании *исполнителями EX* устойчивого функционирования И-Р элементов. То обстоятельство, что точки контроля/регуляций схемы рис.11, реализуются из любой функциональной системы в критичные периоды выполнения процессов и преобразования ресурсов, т.е. с переменной частотой, позволяет утверждать, что в системе ОПиУ реализуются различные виды управления, непрерывные по параметрам преобразования состояний ресурсов.

## **Выводы по второй главе**

### *Выводы по модели оперативного управления монтажно-укладочным процессом*

1. 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 – укладочным процессом.

### *Выводы по аналитической модели системы ОПиУ в СМП.*

2. Аналитическая модель объясняет зависимость уровня качества СМР, обеспечиваемого СМП, от параметров оперативного управления строительными процессами и их ресурсным обеспечением.

3. Значения корней  $x_1$ ,  $x_2$ ,  $x_3$  в (14) позволяют сделать оценку уровня автоматизации и алгоритмической насыщенности оперативного управления.

4. В практическом приложении, аналитическая модель может служить методическим средством сравнения СМП подрядчиков – участников тендерных торгов, средством оценки конкурентоспособности, внутреннего контроля текущего состояния и эффективности организационных изменений ( $S_{org}$ ) и/или изменений ресурсной базы предприятия.

### *Выводы по процессной модели системы ОПиУ в СМП*

5. Оперативное планирование и управление в СМП, оперативное управление монтажно-укладочными процессами поддерживаются всеми функциональными системами.

6. Процессная модель, детализированная в терминах специфик конкретного предприятия, является основой правил структурирования внутреннего оборота данных оперативного управления и организационно – методической документации СМП.

7. В отличие от протяженных во времени технологических процессов, *бизнес* - процессы оперативного управления носят повторно-кратковременный (импульсный) характер. *Бизнес* процессы имеют информационную природу, реализуют аналитические модели различных систем ОПиУ и связывают функциональные системы в единую систему управления. Реакция системы ОПиУ на отклонения параметров протекания технологических процессов, реализуемая в форме *бизнес* – процессов, при условии автоматизации управления, возникает непременно в критичный для поддержания непрерывности строительного процесса, а также системообразующего фактора момент.

8. Значительное количество (84) параметров оперативного управления строительными процессами и их ресурсным обеспечением, многообразие моделей коммуникационных и алгоритмических связей функциональных систем СМП, различие самих систем управления СМП определяют многообразие критериев и алгоритмов обработки массивов данных параметров оперативного управления строительными процессами и их ресурсным обеспечением . Алгоритмическая обработка массивов данных, выполняемая в предельно сжатые сроки методами автоматизации повышает эффективность оперативного управления.

#### *Общие выводы по главе*

9. Разработанная математическая модель напряженности оперативного управления монтажно-укладочным процессом информационно обеспечивает непрерывность и своевременность выполнения монтажно-укладочных процессов, является частью теоретической модели системы управления СМП, а также информационной основой алгоритмической обработки данных в различных системах управления СМП.

10. Предложенная структура теоретической модели системы ОПиУ в СМП:

- является теоретической основой для решения задачи разработки методических и технических средств автоматизации управления в СМП.
- обосновывает и содержит в явном виде оценку обеспечиваемого СМП уровня качества СМР от качества его ресурсной базы и качества оперативного управления строительными процессами и их ресурсным обеспечением.
- дополняет известные методы *динамического* моделирования, выполняемого при исследованиях управления, данными оперативного управления строительными и обеспечивающими процессами.

### ГЛАВА 3. ПРОЕКТИРОВАНИЕ МЕТОДИЧЕСКИХ И ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ АВТОМАТИЗАЦИИ ОПЕРАТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫМИ ПРОЦЕССАМИ И ИХ РЕСУРСНЫМ ОБЕСПЕЧЕНИЕМ

#### 3.1. Задачи автоматизации оперативного планирования и управления

Главной *организационной* задачей автоматизации оперативного управления являлось создание программно-методических средств, позволяющих ключевым исполнителям, используя компьютерную сеть СМП при выполнении своих непосредственных обязанностей:

- осуществлять коммуникационные связи функциональных систем *fsTD*, *fsOM*, *fsPROCop*, *fsPROCrб* согласно процессной модели рис.11 методом автоматического оборота текущих значений параметров оперативного управления строительными процессами, а также преобразований и расходования ресурсов;

- реализовывать алгоритмические связи параметров выполнения строительных процессов и параметров преобразования ресурсов, устанавливающие потребность в ресурсах текущих строительных процессов.

В каждый актуальный для конкретного исполнителя оперативного управления момент времени: от ген. директора до бухгалтера и сметчика, автоматизация коммуникации позволяет выполнять им свои обязанности под ограничениями, накладываемыми алгоритмическими связями функциональных систем на *параметры* выполнения текущих процессов и преобразований ресурсов. Таким образом, методами автоматизации поддерживается коллективное скоординированное оперативное управление процессами как в функциональной системе *целеуказаний fsTD*, так и в функциональной системе организационных механизмов *fsOM* оперативного управления процессами. Даже если офис малой строительной компании занимает единственную комнату, автоматизация решения *организационной* задачи поддерживает *коммуникацию* исполнителя, решающего задачу находясь в офисе, с отсутствующими в актуальный момент сотрудниками



через доступ к их группам данных. В крупной фирме решение этой задачи не менее актуально, несмотря на значительное число офисных работников.

Основными *функционально - технологическими* задачами автоматизации являлись:

- реализация аналитической проверяемости значений параметров выполнения процессов и преобразования ресурсов, повышение достоверности вводимых в систему данных;

- снижение трудоемкости ввода/обработки данных на 40-75%, увеличение скорости и объема оборота данных планирования, преобразования и расходования ресурсов с интеграцией данных в общую систему управления СМП;

Основной *методической задачей* автоматизации являлись разработка структур таблиц данных и архитектуры хранения таблиц данных, разработка экранных форм вывода результатов аналитической обработки массивов параметров оперативного управления.

Вышеперечисленные *основные* задачи автоматизации решались на основе решения выборки актуальных частных задач автоматизации электронного оборота данных организационно-технологической, экономической, кадровой, исполнительной, договорной, учетной документации применительно к ген- и субподрядным формам управления строительными процессами. Список задач приведен в таблице 6. Генподрядная форма управления строительными процессами, согласно таблице 5 требует программного обеспечения отложенного управления. Субподрядная форма – программного обеспечения оперативного управления.

На основании вышесказанного, главными задачами проектирования методических и технических средств автоматизации оперативного управления строительными процессами и их ресурсным обеспечением являлись:

1. Установление специфики и отработка интерфейса ввода – вывода данных оперативного управления в ЛВС .
2. Установление особенностей архитектуры хранения данных затрат ресурсов;
3. Выбор платформы автоматизации оперативного управления;

4. Написание программного кода компьютерной программы, реализующей ввод – хранение - обмен – автоматическую и автоматизированную обработку данных и параметров выполнения процессов и преобразования ресурсов в различных функциональных системах;

5. Формирование массива настроек конфигулятора сети АРМ СМП;

6. Формирование массива настроек конфигураторов локальных АРМ;

### 3.2. Общий подход к проектированию программного обеспечения оперативного управления

Проектирование программного обеспечения (ПО) велось на основе выполненной формализации единой информационной среды оперативного управления, приведенной на схеме рис.12.

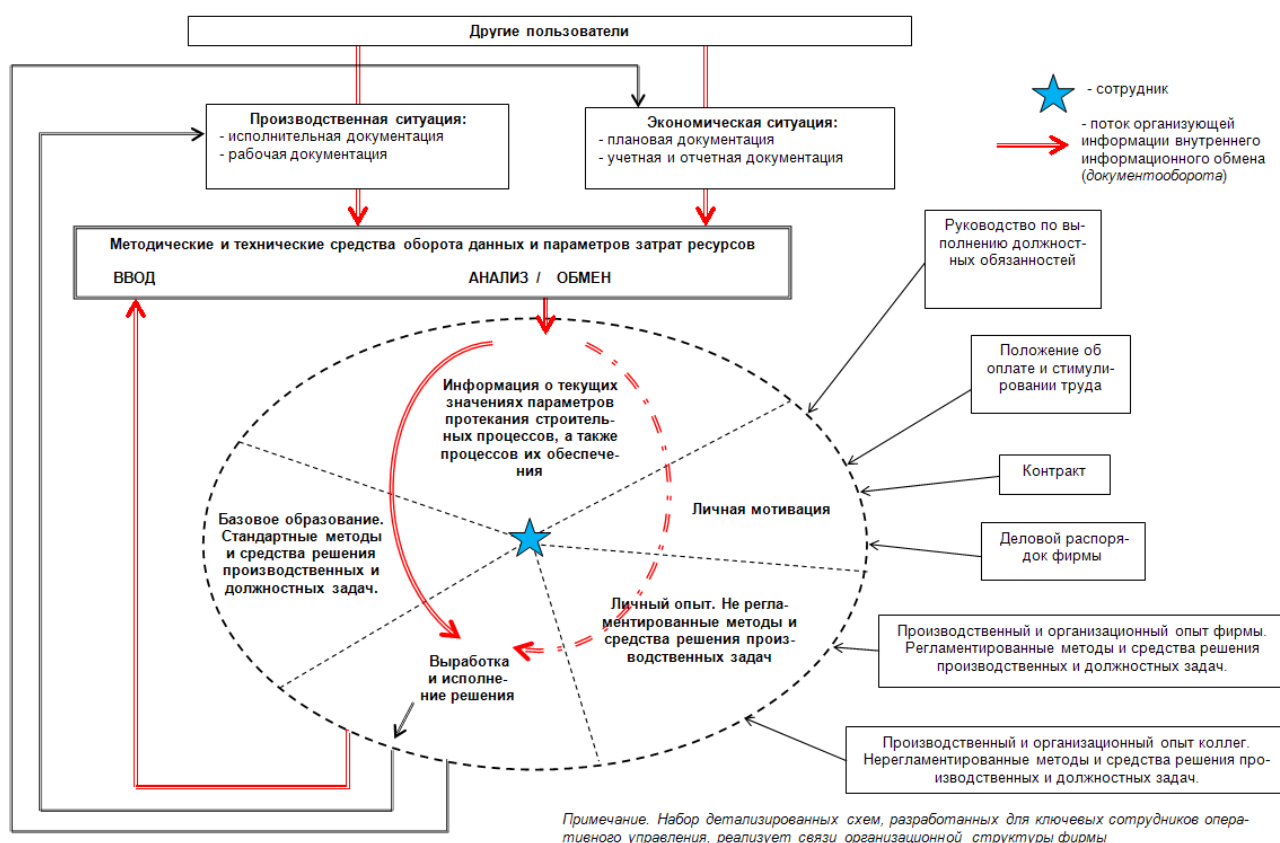


Рис.12 Схема информационной среды исполнителя оперативного управления

Общий подход к проектированию включал анализ требований, предъявляемых процессной моделью (рис. 11) функционирования системы ОПиУ в СМП к массиву параметров оперативного управления (табл.1), а также данных

календарного планирования СМР, определяющих элементы автоматизации оперативного управления. В том числе:

- интерфейс ввода в ЛВС-вывода данных оперативного управления;
- архитектуру хранения данных в компьютерной сети;
- электронные шаблоны форм организационно- методической документации ОПиУ;
- выбор платформы автоматизации ОПиУ;
- аппаратное обеспечение автоматизации,

а также анализ примеров спроектированных в ходе исследования элементов автоматизации, удовлетворяющих предъявляемым требованиям. Приемы написания программного кода алгоритмов обработчиков таблиц архитектуры данных выполнено автором на языке Pascal в визуальной среде Delphi7 и не представляет интереса для диссертации.

Проектирование программно - методических средств оперативного управления генподрядной формы управления – разработка ПМК «Шеф-строитель» велась автором в режиме лабораторного эксперимента, имитационного моделирования на основе действующих нормативов на виды строительных работ и известных методов календарного планирования СМР. При проектировании основной упор делался на автоматизацию ввода данных календарного планирования, актуализацию и повышения достоверности нормативной базы КП, получения и расчетов текущих значений параметров оперативного управления, а также аналитического контроля расходования ресурсов по объектам строительства.

С целью уточнения исходных данных и исследования возможностей ПО для автоматизации оперативного управления процессами при субподрядной форме управления, проектирование ПМК «Штурвал» велось автором в режиме активного эксперимента на 3х действующих СМП С-Пб в период с 2009 по 2015 годы. Суть активного эксперимента заключалась в следующем. На основании наблюдений и фиксации действий штатных сотрудников – исполнителей оперативного управления, порядка и временных периодов формирования

документов, используемых в различных функциональных системах, детализировалась и уточнялась схема процессной модели функционирования оперативного управления (рис. 11) СМП. Каждое уточнение схемы процессной модели реализовывалось автором в фрагментах программного кода, модификации экранных форм ввода/вывода данных. Нестыковки или недостаточность данных для оперативного управления устранялись введением алгоритмов автоматического формирования и наполнения данными промежуточных форм, или таблиц (*в зависимости от платформы автоматизации*) для хранения данных требующейся структуры. Указанные *формы* и *таблицы*, «не видимые» для пользователей, но активно работающие в автоматическом режиме хранения/обмена/обработки данных, являются основными элементами установления связей в системе управления.

Подход к проектированию интерфейса автоматизации электронных форм данных оперативного управления ставил основной задачей повышение эффективности выполнения непосредственных служебных обязанностей ключевыми исполнителями оперативного управления, исключая затраты рабочего времени на выпуск дополнительной плановой и отчетной документации. Подход устанавливал требование минимального количества хорошо читаемых и удобно расположенных на электронной форме АРМ элементов управления в составе: пункт главного меню функциональных режимов АРМ, автоматически заполняемые выпадающие списки (не более 3х), одна исполнительная кнопка с функциями ( в зависимости от режима): «сохранить данные» , «показать», «выполнить обработку данных, предусмотренную пунктом главного меню АРМ».

Использование «выпадающих списков», автоматически заполняющихся данными необходимые области электронных шаблонов форм ввода данных, исключали различный синтаксис обозначения данных, что делает возможной их контекстную автоматическую обработку. Проектирование форм ввода данных велось по пути модификации и стыковки между собой используемых на СМП форм ввода данных. После этого писались алгоритмы обработки данных, связывающие формы ввода, архитектуру хранения и формы вывода данных.

То обстоятельство, что структура данных в первичных формах фиксации потребности и параметров преобразований ресурсов у различных СМП, практически, совпадала и во многом определялась действующими нормативными унифицированными формами существенно облегчило проектирование шаблонов форм оперативного управления (см. ниже).

### 3.3. Порядок проектирования

Порядок проектирования сформирован в исследовании следующий:

1. Установление примерного объема хранения и обработки данных затрат ресурсов, требуемой скорости и периодичности оборота данных.
2. Формирование и модификация архитектуры хранения данных.
3. Выбор платформы автоматизации оперативного управления.
4. Проектирование интерфейса доступа к режимам работы с данными. Формирование главного экранного меню АРМ.
5. Проектирование интерфейса экранных форм автоматического *вывода* результатов обработки данных (*в зависимости от платформы автоматизации*). Разработка индикации данных. Проектирование электронных шаблонов форм вывода данных. Предъявляемое требование: число форм *вывода* данных должно стремиться к числу задач контроля параметров выполнения процессов и преобразования ресурсов;
6. Проектирование автоматизированного интерфейса *ввода* в ЛВС данных выполнения процессов и преобразования ресурсов. Разработка алгоритмов проверок и индикации данных. Предъявляемое требование: число форм и объем ручного ввода данных должны стремиться к минимуму. Автозаполнение форм не ниже 25 % до 85%. Установление способов ввода данных в ЛВС. Проектирование электронных шаблонов форм ввода данных.
7. Разработка системы условных обозначений (кодирование) объектов, исполнителей, индексов выполнения процессов и преобразований ресурсов, названий форм ввода и форм вывода данных.

8. Разработка алгоритмов и написание программного кода обработки данных и параметров выполнения процессов и преобразования ресурсов, обеспечивающих ввод, вывод и индикацию проблемных данных, запрет доступа к формам ввода при нарушениях порядка преобразований ресурсов и выполнения процессов.
9. Разработка штатной схемы автоматизации оперативного управления. Формирование массива настроек конфигуратора сети АРМ СМП.
10. Формирование массива настроек и алгоритмов конфигураторов локальных АРМ исполнителей.
11. Тестирование режимов работы с данными посредством АРМ.

### **3.4.Проектирование интерфейса ПО**

#### *Исходные данные для проектирования*

Исходными данными для проектирования являлись:

1. Результаты выполненных автором в различных действующих СМП Санкт – Петербурга наблюдений за обменом данными оперативного и отложенного управления, квалификационным уровнем и численным составом исполнителей отложенного и оперативного управления. Выявленные типичные недостатки информационного обмена: запаздывание, искажение и неполнота данных, отсутствие специализированного ПО обработки данных, недостаточность скорости оборота, низкая проверяемость и достоверность данных, полное отсутствие персонификации в атрибутах данных, разрывы информационных потоков между функциональными системами, формальные регламенты и инструкции, влекущие дезорганизацию и, как следствие, снижение управляемости процессов СМП;
2. Использование в СМП унифицированных и корпоративных форм – источников данных оперативного управления: документация организационно-технологической подготовки СМР: ППР, тех. карты, линейные графики, нормативы ЕНИР, ССН, сметы ф.2в, акты ф. КС2, КС3, журналы ф.КС6, ТТН, формы заявок производства на МТО, формы заказов поставщикам, калькуляции

трудозатрат, спецификации МРТ, корпоративные формы плановых ТЭП на объект строительства, бухгалтерские счета, договорная документация ;

3. Номенклатура задач, уровни детализации, способы и формы КП;

4. Программное обеспечение календарного планирования, бух. учета, используемое в повседневной деятельности СМП. Программное обеспечение ограничивалось, в подавляющем большинстве случаев, пакетом 1С\*\*\*, пакетом MS Office, MSProject, причем эффективную эксплуатацию возможностей MSProject, Spider и проч. в период выполнения СМР, автору зафиксировать не удалось.

5. Доступные платформы автоматизации информационного обмена «клиент-сервер» и «файл-сервер», эксплуатационные и технические характеристики существующих серверов: реляционные базы данных «Paradox», MS SQLServer, «EXCEL».

#### *Интерфейс программно-методических средств*

Интерфейс взаимодействия пользователей с ЛВС реализует коммуникационную связь исполнителей оперативного управления. Интерфейс включает экранные и печатные формы ввода/вывода данных, экранные элементы управления режимами работы с данными и формами отображения данных (спроектированные специализированные шаблоны форм). Интерфейс должен быть *единообразным*, «гибким», понятным для исполнителей оперативного управления всех уровней иерархии управления, обладать быстрым и удобным доступом к режимам работы с данными, содержать отраслевую терминологию, а также *рабочий слэнг* конкретной компании. Единообразие интерфейса выражается в том, что экранные формы АРМ с данными, в отличие от форм ввода – вывода данных, должны выглядеть *одинаково* для всех исполнителей, но быть предназначенными для решения *различных* задач управления в *различных* функциональных системах. Таким образом организуется единое информационное пространство всех функциональных систем управления СМП и реализуются точки Т1, Т2 активации бизнес процессов управления схемы рис.10.

#### *Интерфейс ввода данных в ЛВС.*

Интерфейс ввода данных в ЛВС должен без дополнительных команд выполнять автозаполнение электронных форм при необходимости многократного ввода *имеющихся в ЛВС* данных, оставляя для ручного ввода только актуальные для режима данные. Интерфейс ввода данных должен автоматически предупреждать об ограничениях на ввод, сохранение, возникающих при алгоритмической связи *по параметрам выполнения процессов и преобразования ресурсов* с данными других пользователей, выполнять проверку вводимых данных на корректность.

#### *Интерфейс вывода данных на монитор и печать*

Интерфейс вывода данных на монитор и печать результатов автоматической обработки данных – главный инструмент оперативного управления. В зависимости от того, как он будет спроектирован, т.е. насколько просто, наглядно и понятно будут выглядеть как информация, подлежащая интерпретации, так и экранные элементы управления формами и режимами, настолько быстро и правильно будет принято оперативное решения. Интерфейс вывода данных должен предупреждать пользователя автоматической индикацией данных, сообщениями ЛВС об имеющихся расхождениях данных, возникающих при реализации алгоритмических связей параметров выполнения процессов и параметров преобразования ресурсов, комментариями к данным, отображать необходимые данные источников и обоснования к результатам алгоритмической обработки и проч.

Указанным требованиям, при написании макросов, либо специальной программы - обработчика OLE автоматизации, в наибольшей степени отвечает интерфейс доступного на рынке пакета MsExcel. Интерфейс экранных форм СУБД не имеет достаточной «гибкости», необходимой при работе с данными при оперативном управлении.

#### *Интерфейс алгоритмических связей*

Интерфейс алгоритмических связей параметров выполнения процессов и преобразования ресурсов, а также коммуникационных связей исполнителей и функциональных систем представляет собой сочетания исполнительно –



решающих элементов ( И-РЭ имитационной модели рис.11) и интерфейса ввода-вывода данных, реализованных в виде автоматизированных рабочих мест (АРМ) настраиваемого функционала для ключевых исполнителей оперативного управления. Актуальные для целей диссертации функционалы (наборы режимов работы с данными) каждого из АРМ , иначе – «конфигурация» АРМ, приведены в штатной схеме автоматизации оперативного управления (таблица 6). Фактически, для целей пробной эксплуатации и повышения эффективности внедрения разработанного программно – методического обеспечения (далее - ПО) , спроектировано по ~ 60 режимов для ПО ген- (программа «Шеф-строитель») и субподрядных (программа «Штурвал») форм управления строительными процессами и их ресурсным обеспечением. Не относящиеся к задачам исследования режимы в таблице 6 скрыты. Ячейки серого цвета с символом «0» относятся к связанным режимам обработки данных и заполняются в MS EXCEL автоматически.

табл. 6

## ШТАТНАЯ СХЕМА АВТОМАТИЗАЦИИ ОПЕРАТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ

		Режимы работы с ПО "ШТУРВАЛ"	
		Ввод данных	Доступ/мониторинг
		ФИО(nik), №АРМ	ФИО(nik), №АРМ
	<b>1.Планирование и подготовка договора подряда</b>		
<i>Режимы планово-договорного отдела (ПДО, ПЭО)</i>			
1	Укрупненный <b>экспертный экспресс - расчет</b> ТЭ показателей и постатейного бюджета объекта предстоящего строительства	Иванов И.И.(ivn) 05	Петров А.А.(ptr) 02 Сидоров С.С.(sdr) 04
2	Расчет ТЭ показателей и постатейного бюджета объекта предстоящего строительства <b>на основе статистики показателей объектов заверенных строительством</b> и статистики бюджета предприятия		
3	Расчет ТЭ показателей и постатейного бюджета объекта предстоящего строительства на основе <b>экспертного выбора из подборки объектов заверенных строительством</b> и статистики бюджета предприятия		
4	Формирование файла бюджета планируемого объекта строительства с обоснованием затрат	не треб.	
<i>Режимы производственно - технического отдела (ПТО) и службы материально - технического снабжения (СМТС)</i>			

5	Составление предварительной спецификации мат-тех ресурсов с указанием поставщиков и особенностей поставки		
6	Составление предварительной калькуляции стоимости мат-тех ресурсов с уточнением поставщиков и особенностей поставки		
7	Составление в MS Project объектного базового графика производства работ		
	<b>2. Мониторинг выполнения процессов и преобразований ресурсов</b>		
	<i>Режимы ПДО и руководителей проектов</i>		
8	Текущий баланс технико/экономических показателей объекта с выводом первичных данных учета затрат по статьям	не треб.	
9	Комбинированный текущий баланс технико/экономических показателей <b>ОБЪЕКТА раздельного бух учета</b> с выводом первичных данных учета затрат по статьям	не треб.	0
10	Фиксация в базе данных реквизитов ген. договоров, доп. соглашений, договорных цен, сметной стоимости и сметного ФОТ		
11	Дополнительные затраты на финансирование объекта		
12	Фиксация в базе данных подписания Заказчиком договоров и доп. соглашений		
<i>Режимы "Бухгалтерия"</i>			
13	Основное финансирование по договорам (обработка выгрузки из 1С )		
14	Дополнительное финансирование по договорам		
15	Движение средств объектов финансирования по р. счетам компании. Разнесение средств по статьям бюджета объектов (обработка выгрузки из 1С )	0	
18	___отнесение затрат подотчетных денег на статьи затрат объектов строительства (договоров) и статьи бюджета компании	не треб.	
	<b>2.1. Производство работ своими силами</b>		
<i>Режимы "ПТО-Руководитель проекта- Главный инженер"</i>			
19	Заполнение протокола: затрат времени <b>СВОИХ</b> рабочих на объектах, условий труда, оснований для начислений и удержаний к осн. Зарплате		
20	Расчет персональных трудозатрат и ФОТ рабочих на объекте за месяц	не треб.	
<i>Режимы "СМТС-Руководитель проекта-Участок-Бухгалтерия"</i>			
	<b>2.2. Учет оплаты, поставок и отнесение на объект затрат мат-тех ресурсов</b>		
21	Формирование диспетчерских заявок на мат-тех обеспечение объекта	Иванов И.И.(ivn) 05, Петров А.А.(ptr) 02	
22	Формирование заказов поставщикам по диспетчерским заявкам		
23	Отнесение (внутреннее списание) на объект затрат и стоимости мат-тех ресурсов по Заказам СМТС	0	
24	Контроль ранее списанных на объект мат-тех ресурсов по Заказам СМТС	не треб.	

25	Контроль ранее списанных на объект мат-тех ресурсов по счетам Бухгалтерии	не треб.	
26	Контроль своевременности поставок на объект позиций диспетчерских заявок	не треб.	
27	Контроль позиций <b>заявок</b> на мат-тех обеспечение, полностью или частично оплаченных, или не "закрытых" поставками.	не треб.	
	<b>2.3. Выполнение субподрядчиков</b>		
<i>Режимы "ПТО-Руководитель проекта-Главный инженер"</i>			
28	Ведение в MS Project оперативного календарного графика производства работ		
29	Заполнение протокола выполнения субподрядчиков		
30	Учет выработки, продолжительности, объемов работ		
31	Контроль в MS Project продвижения работ на объекте	не треб.	
<i>Режимы "ПДО-Руководитель проекта"</i>			
32	Контроль расчетов с субподрядчиками	не треб.	
	<b>3.Общее управление</b>		
<i>Режимы "Директор-ПДО"</i>			
33	Оперативный журнал работ исполнителей Штатной Схемы Автоматизации	не треб.	
34	Текущий бюджет /баланс предприятия по периодам с выводом первичных данных учета затрат по статьям бюджета	не треб.	
37	Закрытие объекта учетом. Формирование статистики ТЭ показателей завершаемых строительством объектов	не треб.	
<i>Режимы "Бухгалтерия"</i>			
38	Движение денег по расчетным счетам с разнесением по статьям бюджета компании (обработка экспорта из 1С)	0	
<i>Режимы "ПТО-ПДО-ПЭО"</i>			
39	Формирование базы ТЭ показателей объектов завершаемого строительства	не треб.	
<i>Режимы "ОТиЗ", "КАДРЫ"</i>			
40	Ведение тарифно-квалификационного справочника сотрудников		
41	Заполнение месячного табеля учета затрат времени ИТР и СЛУЖАЩИХ, условий труда, оснований для начислений и удержаний к осн. Зарплате		
42	Расчет основной и дополнительной зарплаты рабочих за месяц, формирование персональных квитков	0	
43	Расчет основной и дополнительной зарплаты ИТР и СЛУЖАЩИХ за месяц, формирование персональных квитков	0	
44	Единовременные начисления вознаграждений ИТР и служащим в % от ФОТ или стоимости договора по смете		

45	Анализ квалификации, величины трудозатрат, оплаты труда персонала		
<i>Режимы СМТС "Снабжение"</i>			
46	Формирование диспетчерских заявок на мат-тех обеспечение деятельности компании (ахр)		
47	Формирование заказов поставщикам по диспетчерским заявкам МТО деятельности компании (ахр)		
48	Отнесение (внутреннее списание) затрат и стоимости мат-тех ресурсов по заказам на статьи бюджета компании (ахр, развитие, и т п)	0	
49*	Виртуальный учет прихода и отгрузки тмц со склада на объекты строительства и статьи бюджета предприятия		
<i>Режимы "ПДО-Директор"</i>			
	<b>4. Обеспечение информационного обмена</b>		
55	Ведение реестра-кодификатора объектов строительства		
56	Ведение справочника идентификаторов - измерителей объектов завершеного строительства		
57	Работа с конфигуратором оперативных данных		

### *Электронные формы и документы оперативного планирования и управления*

Для решения частных задач спроектированы электронные автоматизированные шаблоны ввода – вывода текущих данных выполнения процессов и преобразования ресурсов. В рамках решения организационной задачи автоматизации оперативного управления в диссертации разработано 47 шаблонов в виде одно – 5ти страничных файлов EXCEL для субподрядной формы управления процессами (ПО «Штурвал») и ~80 ‘экранных форм ввода - вывода данных из БД (ПО «Шеф-строитель»).

Документами оперативного управления являются программно модифицируемые или составляемые из частей шаблонов электронных форм экранные формы представления данных. *Документы* автоматически формируются по алгоритмам моделей систем (12), (12.1) и организационных принципов рис.7а. В диссертации было отмечено, что генподрядная форма управления строительными процессами, согласно таблице 5 требует программного обеспечения отложенного управления. Субподрядная форма – программного обеспечения оперативного управления. По этому, при разработке ПО «Шеф-Строитель» использованы алгоритмы системы 12.2 для

организационного принципа рис.7.б, а при разработке ПО «Штурвал» - для организационного принципа рис.7.а.

### **3.5. Архитектура хранения данных оперативного управления**

Архитектура хранения в ЛВС данных оперативного управления должна быть наглядной, понятной и доступной исполнителям оперативного управления для самостоятельного исправлений ошибок ввода данных.

Генподрядная форма управления строительными процессами, согласно таблице 5 является случаем отложенного управления и соответствует «классической» архитектуре хранения данных календарного планирования / учета со связью таблиц данных по индексам : «адрес объекта – часть сооружения – вид работ - потребные ресурсы». Эта архитектура близка (кроме структуры параметров №№1-8) к структуре параметров оперативного управления с №1 – по №62 таблицы 1. Субподрядная форма управления строительными процессами, согласно таблице 5, является случаем оперативного управления и соответствует структуре параметров оперативного управления с №63 – по №84 таблицы 1. При этом, таблица 1, при переходе от отложенного к оперативному управлению и обратно терпит разрыв (требует линейно независимых алгоритмических преобразований) как по параметрам 1-8, так и по параметрам 56 и 57.

В случае генподрядной формы управления процессами, основой архитектуры данных отложенного управления являются *нормативы календарного планирования распределения* процессов и потребности в ресурсах *по периодам строительства* конкретного объекта. В случаях же субподрядной формы – основой архитектуры данных оперативного управления является структура параметров таблицы 1. Следовательно, генподрядной форме управления, в первую очередь, требуется платформа автоматизации, обеспечивающая хранение, редактирование, расчеты и привязку к объектам строительства значительного объема *нормативных данных на разнообразные виды работ и расходов м-т ресурсов*, в то время как субподрядная форма нуждается в автоматизации установления текущей потребности в ресурсах, оценки текущей потребности и ее

привязки к нескольким объектам. Т.е. в автоматизации оборота большого числа форм документов с малыми объемами данных. В СМП, осуществляющих обе формы управления процессами, указанное различие архитектур хранения данных приводит к существенному усложнению проектирования автоматизации оперативного управления. Парадокс ситуации заключается в том, что субподрядные предприятия, имея достоверные данные по трудоемкостям выполнения видов строительных работ не имеют технических возможностей их нормирования и использования в качестве нормативов календарного планирования, которого они, к тому же фактически не осуществляют. Генподрядные предприятия, которые крайне заинтересованы в точности календарного планирования не имеют достоверных данных трудоемкостей, кроме сметных нормативов, а получить их, используя данные генподрядной формы управления процессами – не представляется возможным. Указанное обстоятельство не позволило автору в рамках диссертации реализовать единую архитектуру хранения данных для ген- и субподрядных форм управления процессами с одинаковыми возможностями их автоматической обработки, т.е. реализовать единое информационное пространство для отложенного и оперативного управления процессами (см. рис.13). В свою очередь, это вызвало необходимость разработки двух отдельных компьютерных программ в составе программно – методического комплекса «Chief-builder»: 1. «Шеф-строитель» - программа СУБД для отложен ного управления генподрядной формы управления процессами и 2я программа - «Штурвал» для субподрядной формы оперативного управления процессами.

### **3.6. Выбор платформы автоматизации оперативного управления**

Как было сказано выше, для ген- и субподрядных форм управления процессами требования к платформе автоматизации оперативного управления существенно различаются. Генподрядная форма требует автоматизации расчетов и графических построений календарного планирования распределения потребности /расходования ресурсов по периодам строительства каждого, но

**СТРУКТУРА ТАБЛИЦЫ ДАННЫХ КАЛЕНДАРНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ**



Рис. 13 Схема различия структур данных календарного планирования СМП с данными оперативного управления строительными процессами

одного объекта. Субподрядная форма требует автоматизации формирования и контроля выполнения текущей потребности в ресурсах, обеспечивающей требования нескольких календарных графиков одновременно. На основании вышесказанного, алгоритмы связи параметров выполнения строительных процессов и преобразований ресурсов могут быть реализованы: для отложенного управления - методами связей по индексам таблиц баз данных, или SQL запросов в архитектуре программного обеспечения «клиент сервер», либо, для оперативного управления – методом написания программного кода в архитектуре «файл-сервер».

В ходе проектирования было установлено, что объем данных выполнения строительных процессов и их ресурсного обеспечения в малом СМП составляет до 100Мб в год, а скорость оборота данных не превышает, в среднем, 3-4х

электронных форм в день на исполнителя. Одновременно с этим, малое СМП выполняло в год до 100 краткосрочных договоров общей стоимостью до 80 млн. руб, что вызывало повышенную нагрузку на управление. С точки зрения объема обрабатываемых ЛВС данных оперативного управления, крупный строительный объект отличается от малого, главным образом, абсолютными значениями количественных характеристик, но не номенклатурой параметров оперативного управления. Причем кратность установления / контроля параметров выполнения процессов и преобразования ресурсов для крупного объекта существенно ниже, чем для нескольких небольших. Из этого обстоятельства автором был сделан вывод, что, с учетом производительности современных аппаратных средств выч. техники, производительность (*скорость обработки данных*) платформы автоматизации: ПО и ЛВС являются для решения поставленной задачи второстепенным фактором.

Основными эксплуатационными характеристиками платформы автоматизации оперативного управления принимались: наглядность интерфейса, структуры хранения данных, надежность, простота, скорость поиска данных, универсальность (многозадачность) алгоритмов, гибкость (работоспособность в измененных режимах функционирования), интегрируемость с другими доступными на рынке ПО приложениями, сохранение конфиденциальности данных.

Результаты сравнительного анализа различных платформ автоматизации приведены в таблице 7.

табл.7

№	Требование	Платформа автоматизации		
		MS EXCEL (ole) (файл-сервер)	Реляционные и локальные БД (файл-сервер)	MS SQL, ORACL, реляционные и локальные БД (клиент - сервер)
1	Наглядность доступа к архитектуре хранения данных	++	+/-	--
2	Простота эксплуатации	++	+/-	--
3	Надежность	++	-	--
4	Скорость доступа к данным	--	+/-	+++
5	Конфиденциальность	++	+/-	--



6	Универсальность (многозадачность)	++	+/-	+/-
7	Интегрируемость с другими пакетами ПО	+/-	+/-	+/-
8	Стоимость разработки и эксплуатации ПО	-	+/-	+++

С учетом вышеуказанных требований к платформе автоматизации, а также принимая во внимание:

- небольшой объем и низкую скорость оборота данных, одновременно необходимых разным пользователям АРМ для решения задач оперативного управления;

- разрыв структуры данных отложенного и оперативного управления;

- наиболее востребованную в СМП функцию ЛВС как средства коммуникации и хранения данных – «хранилища», а не мощного сервера высокоскоростной обработки больших массивов данных;

- имеющуюся простоту ЛВС в большинстве малых и средних СМП, не требующую системного администрирования,

автором было признано, что наиболее подходящей платформой автоматизации генподрядной формы управления процессами является платформа «файл- или «клиент- сервер» реляционных баз данных. Для субподрядной формы управления наиболее подходящей признана платформа OLE автоматизации сервера MS EXCEL в архитектуре приложения «файл-сервер» с интеграцией программ MS Project и 1С\*\*\*.

### 3.7. Результаты проектирования

*Примеры интерфейса и экранных форм разработанного программного обеспечения оперативного управления*

А). Программно – методический комплекс «Штурвал» субподрядной формы оперативного управления строительными процессами

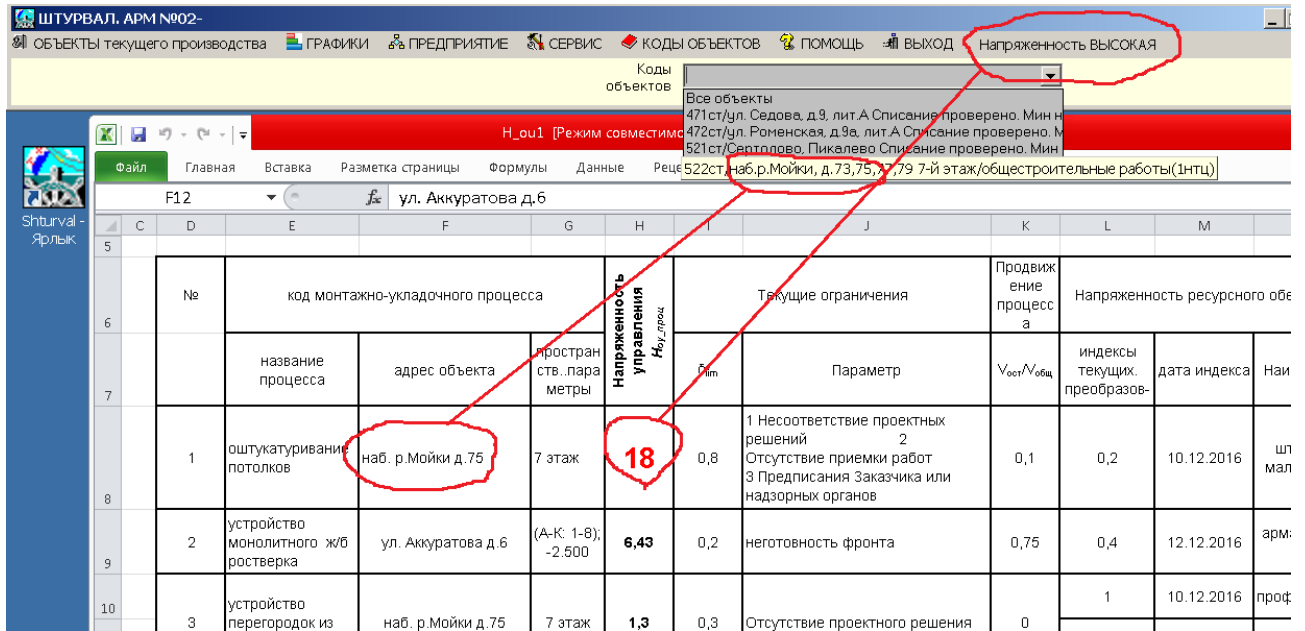


Рис.14 Автоматизированный интерфейс мат. модели  $H_{ou\_проц}$  (см. табл.4) в составе АРМ на платформе MS EXCEL – DELPHI

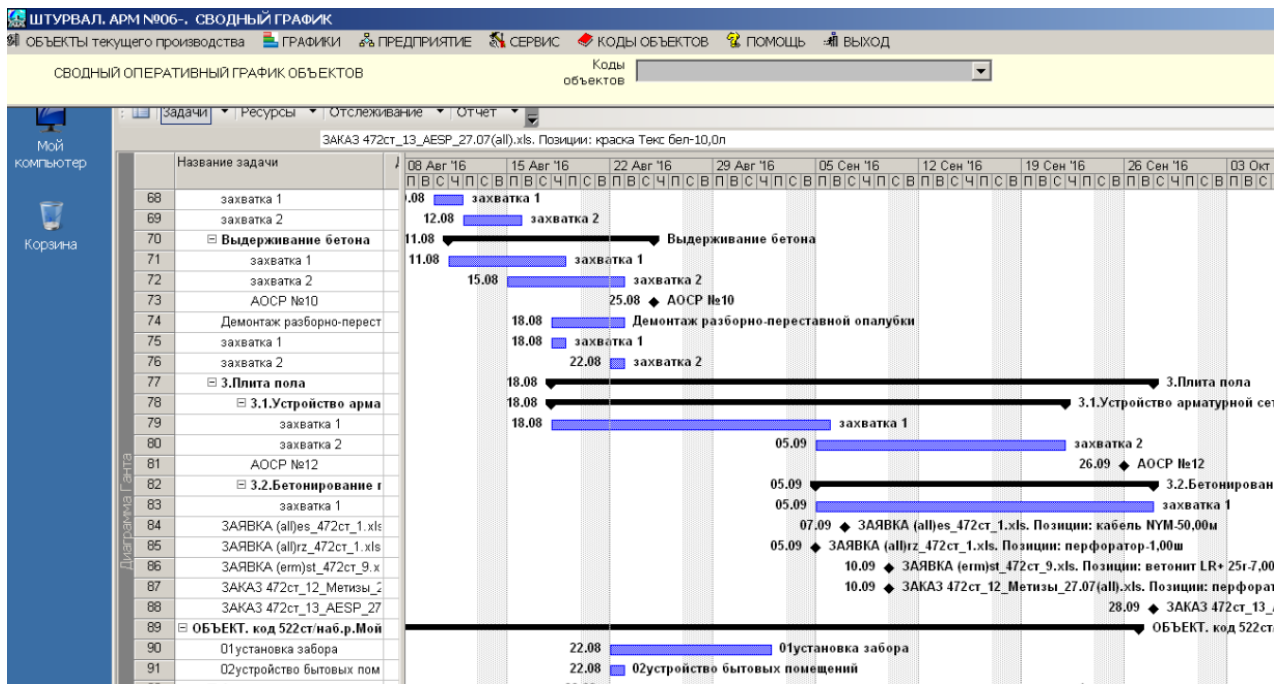


Рис. 15 Интерфейс АРМ с формой процессной модели ОПиУ (см. рис.11). Интеграция платформ MS Excel, MS Project).

№ пп	Ф.И.О.	ЗАДАЧА	ВРЕМЯ	ссылка	ЗАДАЧА	ВРЕМЯ	ссылка
25	Еришов.П.А.(erm)	av.515vB_8.xls					
26	Еришов.П.А.(erm)	heta515vB_21 Промкл_05_12(erm).xls					
27	Еришов.П.А.(erm)	avleno515vB_21 Промкл_05_12(erm).xls					
28	Еришов.П.А.(erm)	av.515vB_9.xls					
29	Еришов.П.А.(erm)	heta515vB_22 Промкл_05_12(erm).xls					
30	Еришов.П.А.(erm)	avleno515vB_22 Промкл_05_12(erm).xls					
31	Еришов.П.А.(erm)	av.515vB_10.xls					
32	Еришов.П.А.(erm)	heta515vB_23 Промкл_05_12(erm).xls					
33	Еришов.П.А.(erm)	avleno515vB_23 Промкл_05_12(erm).xls					
34	Еришов.П.А.(erm)	av.515vB_11.xls					
35	Еришов.П.А.(erm)	heta515vB_24 Промкл_05_12(erm).xls					
36	Еришов.П.А.(erm)	avleno515vB_24 Промкл_05_12(erm).xls					
37	Еришов.П.А.(erm)	z_562vC_1.xls					
38	Еришов.П.А.(erm)	heta562vC_4 Титан_05_12(erm).xls					
39	Еришов.П.А.(erm)	avleno562vC_4 Титан_05_12(erm).xls					
40	Еришов.П.А.(erm)						
41	Еришов.П.А.(erm)						
42	Еришов.П.А.(erm)						
43	Еришов.П.А.(erm)						
44	Еришов.П.А.(erm)						
45	Еришов.П.А.(erm)						
46	Еришов.П.А.(erm)						
47	Еришов.П.А.(erm)						
48	Еришов.П.А.(erm)						
49	Еришов.П.А.(erm)						
50	Еришов.П.А.(erm)						
51	Еришов.П.А.(erm)						
52	Еришов.П.А.(erm)						
64		Итого трудоемкости	0.00		Итого трудоемкости	0.0000	
65	Шаргородский А.Н.(har)	har_stmes.xls					
66	Шаргородский А.Н.(har)	har_nhdn.xls					
67	Шаргородский А.Н.(har)	har_nhdn.xls					
72		Итого трудоемкости	0.00		Итого трудоемкости	0.0000	
73	Репнина В.А.(rep)	Объект код517ст. Контроль те	14:10:00		ЗАПРОС К БАЗЕ		
74	Репнина В.А.(rep)	Объект код517ст. Контроль те	14:15:00		ЗАПРОС К БАЗЕ		
75		Итого трудоемкости	4:25:00		Итого трудоемкости	0.0000	
76	Волгина Г.Л.(vol)	Движение средств по расчету	15:21				
77	Волгина Г.Л.(vol)						

Рис.16 Интерфейс АРМ на платформе MS EXCEL– DELPHI с протоколом трудоемкости ОПиУ

Комментарий: Журнал фиксирует время и трудоемкость ввода/обработки данных и параметров выполнения процессов и преобразования ресурсов.

№ пп	объект адрес	код	Субподрядчик	часть сооружения, работа	Продолжи тельность (час)	Число че
10	ул. Седова	471ст	"ПРИМЕР" ООО	РОСТВЕРКИ под колон	8,0	7
11	D:\BIUS\proj	471ст		Устройство арматурны	8,0	1
12		471ст				
13		471ст				
14		471ст				
30		471ст		Итого трудоемкости	64,0	
31		471ст	поощрения	обоснование (ф.КС-6а)		пред.
32		471ст				
34		471ст	нарекания	обоснование (ф.КС-6а)		пред.
35		471ст				
37	ул. Седова	471ст	"ТЕСТ" ЗАО	Монтаж разборно-перес	2,0	2

Рис.17 Интерфейс АРМ с автоматизированным на платформе DELPHI- MSEXCEL 2х страничным шаблоном ввода данных в протокол выполнения субподрядных предприятий.

Комментарий: Все подцветенные ячейки заполняются автоматически. Двойным щелчком по ссылке в ячейке вызывается оперативный график в MS Project и из него копируются работы. Оставшиеся 15% ввода данных выполняются вручную.

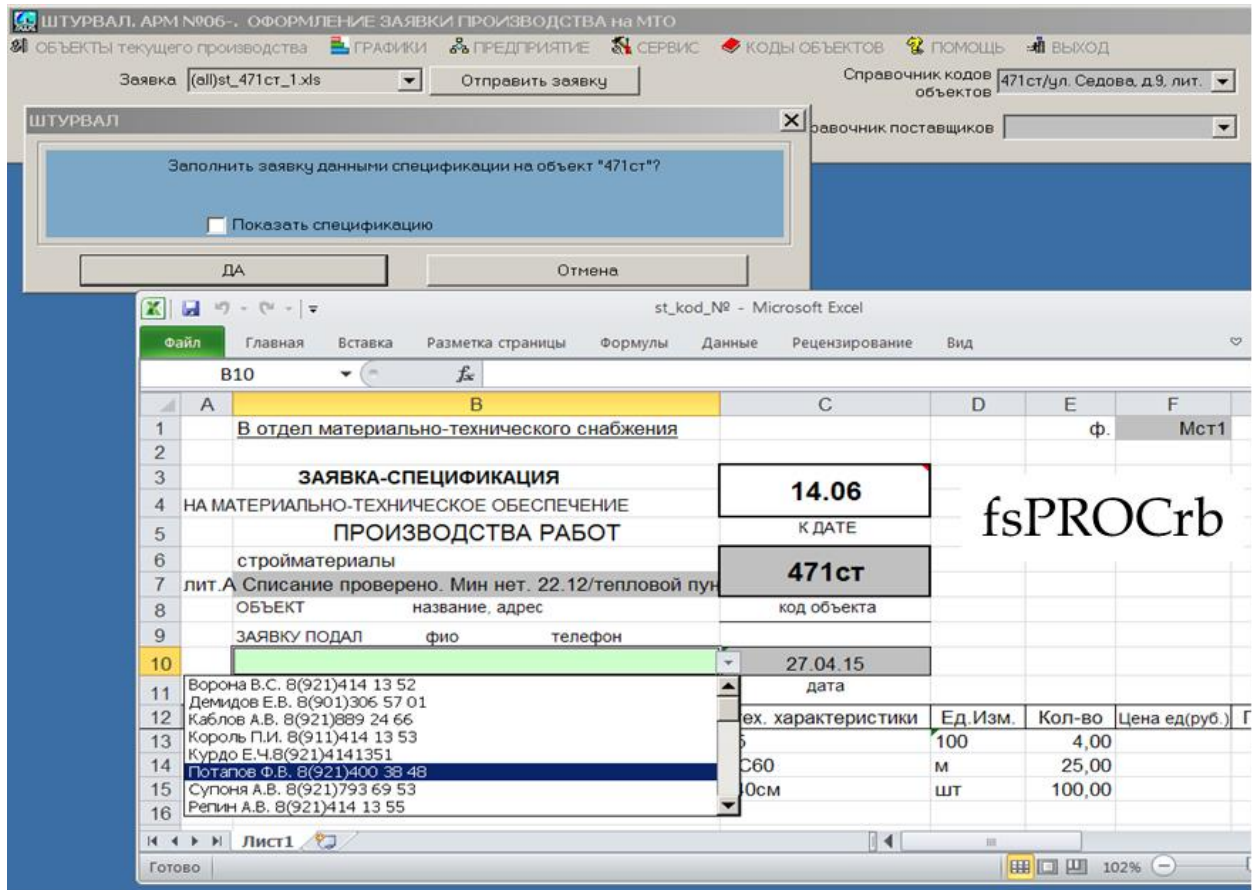


Рис.18 Автоматизированный на платформе MS EXCEL – DELPHI шаблон ввода данных в заявку на мат-тех. обеспечение строительных процессов.

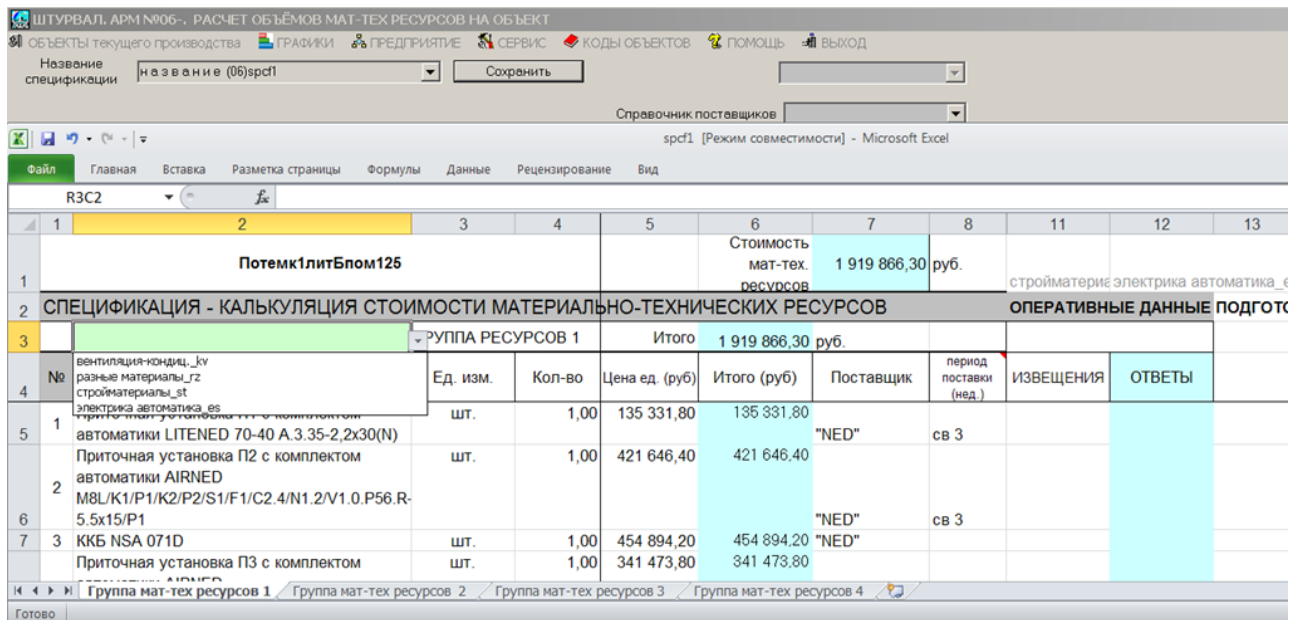


Рис.19. Шаблон спецификации, автоматически модифицируемый в 4х страничный протокол согласований выполнения строительных процессов по параметру поставок м-т ресурсов.

Комментарий: Работа с шаблоном стыкует fsOM, fsPROCrb и fsPROSor.

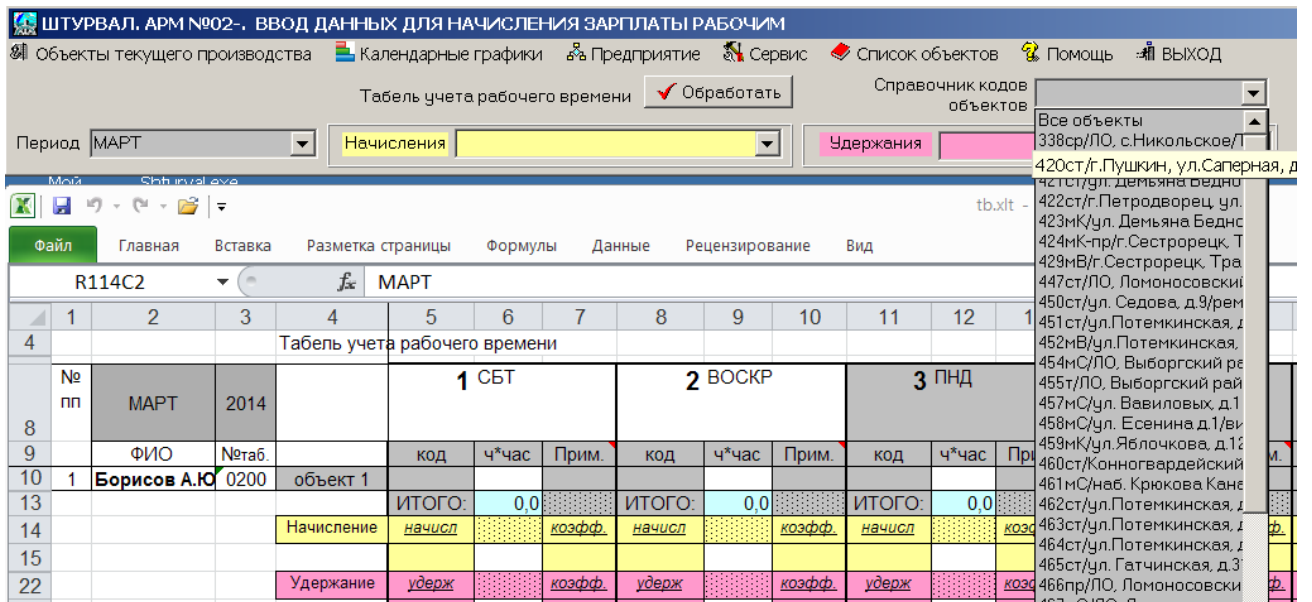


Рис.20. Автоматизированный в DELPHI 2x страничный шаблон MS EXCEL ввода данных в протокол производственных обстоятельств и затрат труда рабочих на объектах строительства  
*Комментарий* : Все подцвеченные ячейки заполняются автоматически. На 2й странице выполняется автоматический расчет расходов объектных фот рабочих. На первой – величина заработной платы.

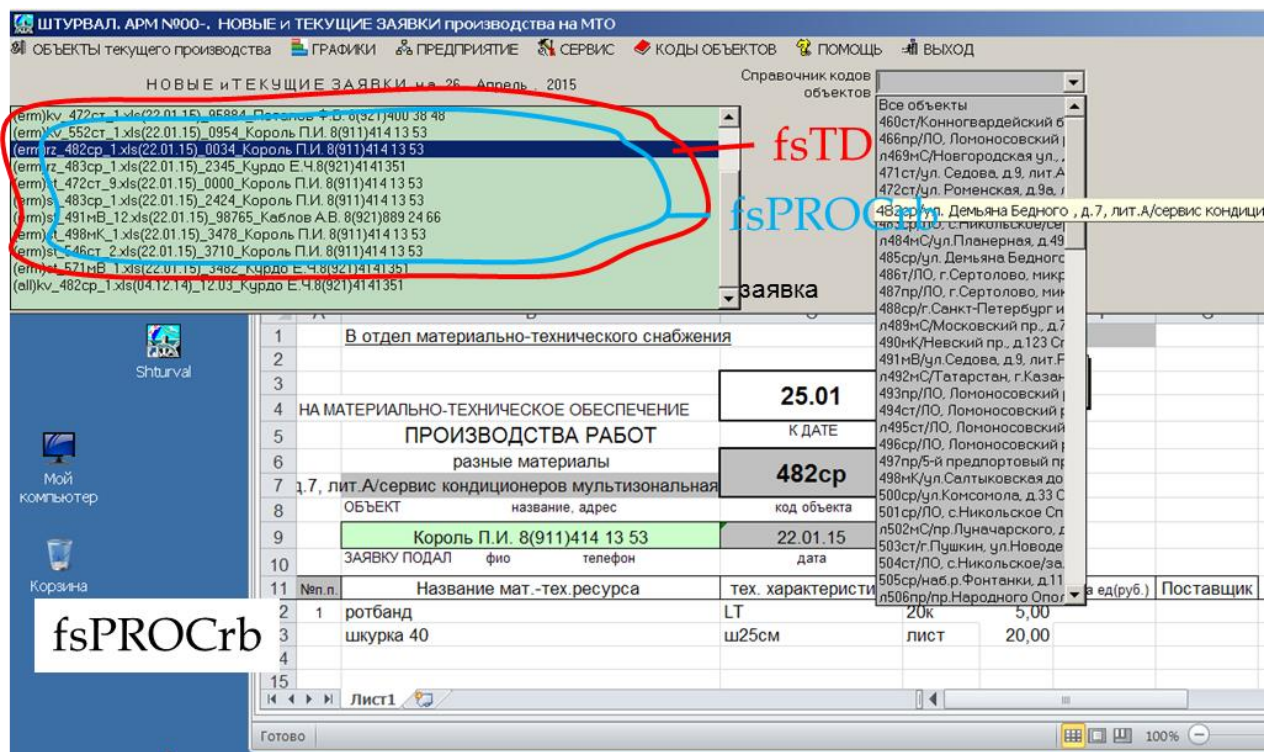


Рис.21. Интерфейс АРМ на платформе DELPHI- MSEXCELc формой контроля текущей загруженности службы МТС и эффективности заявок участков на МТО.

*Комментарий*: двойной щелчок мыши по списку открывает файл заявки. Числа заявок, позиций в заявках, периодичность подачи, исполнители - характеризуют организацию взаимодействия «линия – СМТО»

ШТУРВАЛ. АРМ №00-

ОБЪЕКТЫ текущего производства ГРАФИКИ ПРЕДПРИЯТИЕ СЕРВИС КОДЫ ОБЪЕКТОВ ГОМОЩЬ ВЫХОД

fsPROCrb

ШТУРВАЛ

ВЫБЕРИТЕ ПЕРИОД ОБНОВЛЕНИЯ

2 ПРЕДЫДУЩИХ МЕСЯЦА ТЕКУЩИЙ И ПРЕДЫДУЩИЙ МЕСЯЦЫ

Код объекта	Нагл/услуга	Адрес	Название объекта Характер работ	выполнение (ч/мес)		продолжение Всего (факт) (ч/смен)	план (всего) (ч/смен)	Оплата, %	Договор №	Окончен (дата)	Начало сдачи (дата)	Ответст- венный	Показатели выполнения работ				График				
				МАЙ	ИЮНЬ								Среднесменное число рабочих (чел.)	Именования работ	Фактич. трудоемкость (ч/смен)	Выполненный объем (% общего объема по договору субподряд)		Остаток не от графика			
													МАЙ	ИЮНЬ	МАЙ	ИЮНЬ	МАЙ	ИЮНЬ	МАЙ	ИЮНЬ	
471	ст	ул. Седоза, д.9, лит.А	тепловой пункт, ремонт помещений					100% 30.05.14	25-13-249 от 30.12.13			Релин	2,0		ФОСТВЕРКИ под юпологи и стены ЛК; Утеплитель пеноплэкс 30мм; 1;	армирование росторкор; ;	44,1	1,0			
472	ст	ул. Роменская, д.9а, лит.А	внутр. Отделка					100% 11.07.14	25-13-251 от 30.12.13			Релин	36,3	20,0	окраска стен флизл, эл/монтаж светильники;	установка дверей, пусконаладка ОПС	13998,4	3,8			
482	ср	ул. Демьяна Бедного, д.7, лит.А	сервис кондиционеров, мультимедийная система, сервис вентиляции					2 квартал 16.07.14	2/14-ТО от 01.04.14						"ВЕКТОР" ООО						
483	ср	ЛО, с.Никольское	сервис кондиционеров	12,0	3,5	23,5	127,5		403ср от 10.01.14												
л184	мс	ул.Планерная, д.49	ОГС, СКС, ЭН, СКУД					100% 24.06.14	484-мс от 18.04.14			Юрий									

fsOM

fsTD

Реестр Код объекта изменители объектов Символы группового учета индексы прочих объектов

Рис.22. Интерфейс АРМ с автоматически генерируемой на платформе DELPHI- MSEXCEL 4х страницной формой реестра текущих строительных процессов на объектах незавершенного строительства.

*Комментарий:* В области реестра функц. системы fsPROCrb исполнители фиксируют начальные параметры выполнения строительных процессов на объектах. В области функц. системы fsOM автоматически заполняются данные выполнения своими силами за 2 месяца. В области функц. системы fsTD автоматически заполняются данные выполнения субподрядными предприятиями.

Б). Программно – методический комплекс БД «Шеф - строитель» генподрядной формы оперативного управления строительными и обеспеч. процессами.

№	Обоснование	Измеритель	Кол-во	Расц. фир. (р.)	зп. всего (р.)	зуб./ч*час	Всего (ч*час)	Кол-во чел.	Суб.
1	01СП6-06-01-092-4	1 т	2,55	15000	38250	646,3	59,2	1	
2	"Стройка" №19 20С	1 т	0,9						Заказч.
3	"Стройка" №19 20С	1 т	1,65						Заказч.
4	01СП6-53-01-025-1	1 т	0,55	20000	11000		91,2	2	
5	"Стройка" №42 20С	1 т	0,55						
6	1СП6-13-03-002-16	100 м кв.	0,65	3000	1950	646,6	3	1	
7	101 -0222	1 т	0,02						
8	01СП6-12-01-014-2	1 м куб.	30	400	12000	131,6	91,2	2	
9	"Стройка" №3 200Е	1 м куб.	30						
10	01СП6-11-01-011-5	100 м кв.	0,5	7000	3500	139,4	25,1	2	
11	"Стройка" №3 200Е	1 м куб.	3						НЕ показ. в С
12	"Стройка" №3 200Е	50 кг	6						НЕ показ. в С

Итого: 913,1 ч\*час. ЗПТраб. 662,5. Мат-лы 250,6. ЭММ 0,0

Рис.23 Экранная форма автоматизированного на платформе DELPHI- СУБД «PARADOX 7» ввода данных календарного планирования СМР.

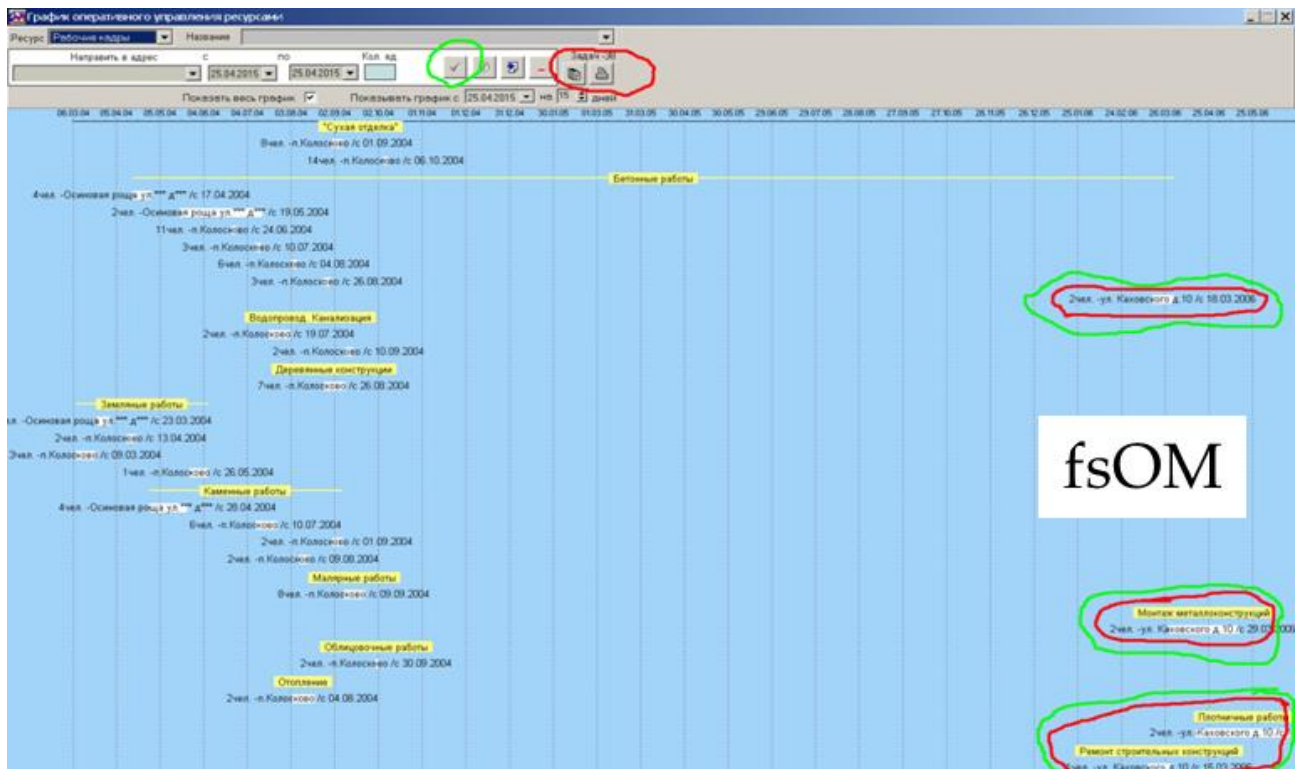


Рис.24 Интерфейс АРМ с диспетчерской формой движения ресурсов между объектами (ПМК «ШЕФ-СТРОИТЕЛЬ» для генподрядных СМП на платформе DELPHI- СУБД

**Распоряжение-ведомость диспетчерского управления от 20.05.**

№ п.п.	Направить в адрес		Измеритель	Откуда - в количестве - к дате	Дата	Ответа о выполнении	
	Название ресурса	Имя ресурса				Ф.И.О.	Подпись
<b>Рабочие кадры</b>							
<b>Кронверкский пр. д.7</b>							
1.		"Сухая отделка"	чел.	из п.Колосово в чел. - к 04.10.2004;			
<b>п.Колосово</b>							
2.		Земляные работы	чел.	из Основ за роца ул.*** д*** Эчел. - к 16.03.2004;			
Составил		_____	должность	_____	подпись	(_____)	ф. и.о.

Рис.25 Автоматически формируемая печатная форма распоряжения диспетчерского управления перемещения ресурсов между объектами строительства.

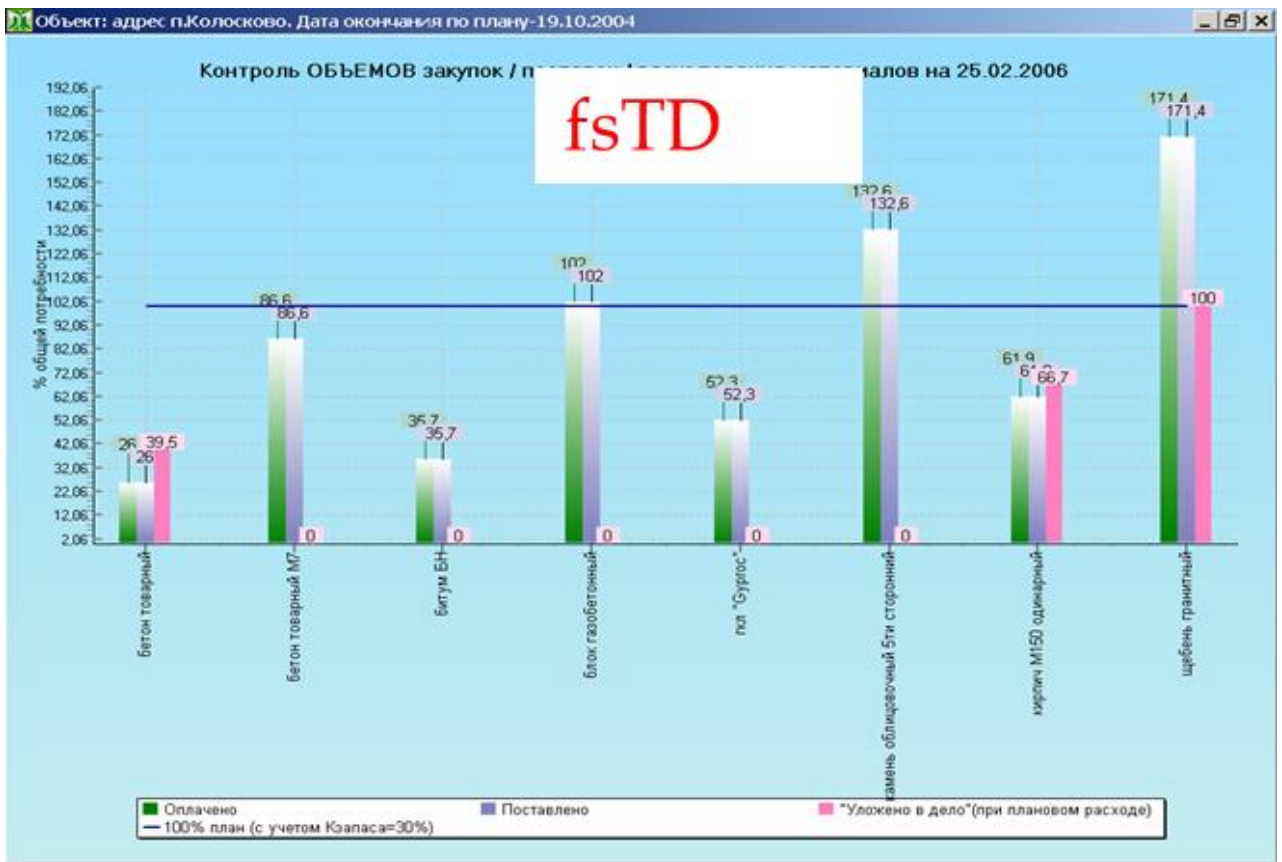
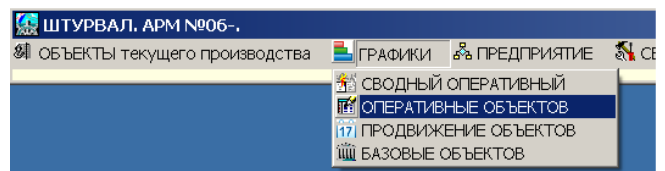
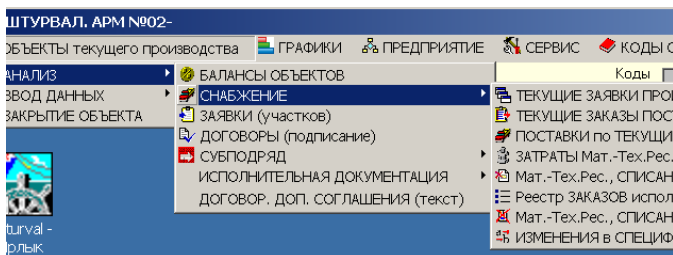


Рис.26 Автоматически генерируемая форма мониторинга объемов планирования/оплаты/поставки/расходования м-т- ресурсов по объекту.



а)

б)

Рис.27 Примеры режимов главного меню АРМ



## Общие результаты проектирования

1. Разработаны два программно- методических комплекса, реализующих в условиях действующих СМП оборот данных оперативного управления процессами. Для генподрядной формы управления строительными процессами разработана многопользовательская компьютерная программа БД «ШЕФ-СТРОИТЕЛЬ» (Авторское свидетельство №2002611268 см. приложение 2,) до 40 АРМ. Число таблиц реляционных баз данных (БД) – 42. Число печатных форм оперативного управления - 38. Число автоматически модифицируемых экранных форм – 8. Объем написанного программного кода составляет 132тыс. строк. Разработка ПМК «ШЕФ-СТРОИТЕЛЬ» заняла 4 ч\*года. Для субподрядной формы управления строительными процессами разработана многопользовательская компьютерная программа в составе ПМК «ШТУРВАЛ». Число электронных (печатных) шаблонов форм – 49. Разработка и опытное внедрение ПО «ШТУРВАЛ» заняла 1,5 ч\*года. Объем написанного программного кода – 58тыс строк.

Технические характеристики разработанного в диссертации программного обеспечения приведены в таблице 8

таблица 8

Название ПМК /ОС/ размер exe файла / архитектура программы	Платформа автоматиза ции	число электронных форм		число обеспечив. задач управления	средний % автомати- зации ввода данных	МАХ число АРМ	Продолжит. авт. обработки данных (сек)		Экспорт/ импорт данных	ручные настройки интерфейса экранн. форм	Требования к установке программы	Требования к системе (min)
		ВВОД	ВЫВОД				min	max				
ШЕФ-СТРОИТЕЛЬ 3.1 V <sub>exe</sub> = 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	27	60	40	- -	90	экспорт в EXCEL	стандартные комп-ты Delphi (не треб.)	setup BDE	PentiumIV RAM 256Mb
"ШТУРВАЛ" 1.0. V <sub>exe</sub> = 3,54Mb windows XP до windows 8 /. файл-сервер	Delphi6, Paskal 7.0 MS Excel 2003-2010	29	21	39	75	-	-	360	импорт из 1С и MS Project	стандартные MS Excel	не треб.	Intel 1,6Гт, RAM 1Gb

2. Разработаны варианты и методика распределения между штатными сотрудниками СМП автоматизированных режимов системы ОПиУ в ВСМП.

3. На основе анализа процессной модели функционирования системы ОПиУ в СМП (рис. 11) отработан порядок, выявлены и исследованы основные методические моменты *комплексного* проектирования организации и автоматизации оперативного управления в СМП, включающего фиксацию штатной схемы автоматизации оперативного управления, проектирование

электронных шаблонов форм оперативного управления, разработку программного обеспечения оборота данных и форм оперативного управления, разработку внутренних регламентов оперативного управления в СМП.

4. Разработаны рекомендации по составу программно – методических комплексов оперативного управления строительными процессами и их ресурсным обеспечением, представленные в таблицах 7 и 8.

### **Выводы по третьей главе**

1. На основе выполненных теоретических исследований и практических наблюдений оперативного управления в действующих СМП разработана конкретная форма алгоритмизации оперативного управления строительными процессами и их ресурсным обеспечением в виде 2х программно - методических комплексов в составе: локальная сеть настраиваемых АРМ, архитектура хранения данных и организационно-методическую документация эксплуатации АРМ. . Каждый программно методический комплекс включает: интерфейс АРМ, архитектуру хранения таблиц данных оперативного управления, электронные шаблоны форм ввода – вывода данных, программный код обработки массивов данных по алгоритмам теоретической модели системы, автоматизированную таблицу штатной схемы автоматизации (ШСА) оперативного управления, являющуюся одновременно и конфигуратором функционала АРМ. Программное обеспечение (ПО) разработано с использованием различных платформ автоматизации: СУБД и OLE – автоматизация сервера MS EXCEL, отражающими различия структур данных календарного планирования и оперативного планирования и управления строительными процессами и их ресурсным обеспечением.

2. Разработанные архитектуры хранения данных, а также единый интерфейс электронных шаблонов документов и экранных форм управления вводом / представлением данных реализовали единую коммуникационную систему исполнителей всех уровней иерархии управления, а также структуру алгоритмизированных связей данных технологии, организации, экономики

строительства и параметров оперативного управления строительными процессами.

3. Архитектура хранения определяется в зависимости от организационных принципов построения систем управления СМП и формы управления строительными процессами.

4. Система управления СМП реализуется совокупностью алгоритмов обработки параметров оперативного управления (таб.1) в различных функциональных системах;

5. Функциональные системы практически реализуются в виде алгоритмов обработки параметров оперативного управления.

6. *Бизнес* процессы оперативного управления фиксируются пунктами главного экранного меню АРМ и правилами эксплуатации АРМ;

7. Электронные шаблоны форм оперативного управления содержат области вставки актуальных данных из унифицированных и корпоративных форм.

8. Эффективное проектирование программного обеспечения регламентов оперативного управления возможно только в режиме активного эксперимента на действующем СМП. Попытки адаптировать к автоматизации оперативного управления готовые абстрактные архитектуры хранения данных и программы их обработки – не эффективны. Нарушение порядка проектирования приводит, а также указанный выше метод автоматизации адаптацией готовых продуктов приводит к неудовлетворительному результату и могут запутать и усложнить управление. Проектирование могут эффективно выполнять штатные сотрудники СМП, специалисты с базовым образованием по строительным специальностям, имеющие навыки алгоритмического программирования на языках высокого уровня. Стандартные наборы простых в использовании визуальных компонентов управления данными и их свойств, предлагаемый такими средами программирования как DELPHI, C-BUILDER, VBA достаточен для проектирования средств автоматизации оперативного управления в СМП.

9. В ходе проектирования должна уточняться и детализироваться схема процессной модели (рис. 11). Можно сказать, что проектирование есть привязка

схемы процессной модели рис. 11 к конкретному СМП. Доступ к одним и тем же пунктам главного экранного меню АРМ исполнителей различной иерархии и функциональной принадлежности реализует точки активации *бизнес* процессов процессной модели функционирования системы (рис.11).

10. Количество пунктов главного экранного меню АРМ, обеспечивающих вывод результатов автоматической обработки данных затрат ресурсов должно соответствовать числу *бизнес* процессов оперативного управления процессами и их ресурсным обеспечением. Количество пунктов главного экранного меню АРМ, обеспечивающих ввод данных в ЛВС должно соответствовать числу индексов выполнения процессов и преобразования ресурсов (таблица 1).

11. Интегрировать в единую информационную среду различные программы, решающие частные задачи ввода/обработки ЛВС данных затрат ресурсов, например : 1С \*\*\* - сметная программа- программа планировщик (MS Project и пр), а также заказывать доработку открытых систем типа 1С\*\*\* под требования процессной модели рис.11 не рационально, т.к. структурные особенности и разные архитектуры и форматы хранения данных каждого из интегрируемых программных продуктов вызывают, практически, не преодолимые технические трудности их конвертации при формировании необходимых СМП информационных потоков.

12. Найти техническое решение, устраняющее противоречие архитектур хранения данных ген- и субподрядных форм оперативного управления процессами, автору в ходе проектирования не удалось.

## **ГЛАВА 4. ОПЫТНАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ РАЗРАБОТАННЫХ В ДИССЕРТАЦИИ ПРОГРАММНО – МЕТОДИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ОПЕРАТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫМИ ПРОЦЕССАМИ И ИХ РЕСУРСНЫМ ОБЕСПЕЧЕНИЕМ**

### **4.1. Условия проведения эксперимента.**

Опытная эксплуатация программно – методических комплексов (далее – П-МК) «ШЕФ-СТРОИТЕЛЬ» и «ШТУРВАЛ» ген- и субподрядных форм оперативного управления в форме активного производственного эксперимента в различных действующих СМП С-Пб явилась сложной организационной задачей, поскольку тематика эксперимента существенно затрагивала конфиденциальную информацию СМП. Сами же предложения внедрения ПО расценивались большинством руководителей, по мнению автора, как «..вмешательство посторонних во внутренние дела» и воспринимались настороженно.

В практике оперативного управления в СМП имели случаи начала работ на объектах, либо поставок - до начала официальных бухгалтерских проводок, до подписания договоров – подряда, неопределенности с составом субподрядчиков, неполноты рабочей проектной документации, частых изменений проектных решений, безответственности поставщиков и.т.п. Указанные обстоятельства, главным образом, и являются причинами информационных разрывов как между функциональными системами в системе ОПиУ в СМП, так и между отложенным и оперативным управлением СМР и их ресурсным обеспечением.

Одобрение на разработку и опытную эксплуатацию П-МК «ШТУРВАЛ» было получено автором в малом СМП СПб с оборотом до 100млн.руб./год со штатным численным составом 7 и.т.р., 8 монтажников инженерных сетей, привлекающем несколько постоянных исполнителей - строительных бригад для выполнения локальных объемов СМР. В связи с краткосрочностью работ по заключаемым договорам: от 3х-4х дней – монтаж систем кондиционирования, до 3х-4х месяцев – выполнение локальных объемов строительных работ и ,

следовательно, большим количеством таких договоров, времени и иных ресурсов на их полноценное планирование и документационное сопровождение у СМП не хватало. В свою очередь однородность выполняемых работ, отсутствие внутренних административных барьеров, а также должный уровень квалификации специалистов не требовали скрупулезного планирования и позволяли работать «на практическом опыте самих исполнителей» (*фактически –реализовывался организационный принцип рис. 7.в*), который никак не фиксировался и не сохранялся, а следовательно, не мог быть своевременно проанализирован и использован для задач планирования в будущем. Указанное обстоятельство вызывало запаздывание в реакции руководителя на изменение производственной ситуации и лишало его объективной активной позиции при разрешении сложных производственных и внутренних ситуаций. Кроме того, ограниченный портфель заказов не позволял привлекать альтернативных линейных и.т.р. и рабочих исполнителей на постоянной основе. В этой производственной ситуации для руководителя, являющегося профильным специалистом с девятилетним опытом руководства предприятием, наиболее остро стояла проблема сбора-обработки данных для оценки:

- текущей загруженности специалистов;
- качества выполнения должностных обязанностей;
- качества организации и функционирования службы снабжения;
- качества организации работ на производственных участках (объектах).

Причем решение этой проблемы не должно было требовать дополнительных постоянных издержек предприятия.

Следствием неразрешенности этой проблемы стала невозможность адекватного маневрирования объектными фондами оплаты и стимулирования труда, выполнить планирование равномерной производственной нагрузки, планирование повышения квалификации кадров, а также организационного развития предприятия.

Одобрение на внедрение процессной модели функционирования системы ОПиУ было получено в управлении капитального строительства (УКС)

дочернего предприятия ОАО «Газпром» северозападный филиал. УКС по сути являлся генподрядной организацией, обеспечивающей развитие сети АЗС ОАО «Газпром» (см. рис. 5 «среда функционирования системы ОПиУ в СМП»). Предприятие имело структуру, штатное расписание и методики разработанные и утвержденные в головном офисе. Качество материально-технической базы не создавало трудностей при функционировании предприятия. В этом случае имело место большое количество разработанных на предприятии стандартов, методик, регламентов, форм документов и инструкций, обеспечивающих *головной* офис информацией «с мест». Внутренних же организационно-методических документов, обеспечивающих оперативное управление в самом УКС, было не достаточно и с документами головного офиса они не стыковались. То есть перед предприятием стояли задачи:

- разработки модели системы организационно-методической документации управления строительством;
- систематизация и переработка имеющейся документации;
- разработка недостающей организационно-методической документации, удовлетворяющей требованиям разработанной модели.

П-МК «ШЕФ-СТРОИТЕЛЬ» получило одобрение руководства СМП «Астра» группы компаний «УНИСТО-ПЕТРОСТАЛЬ» на опытную эксплуатацию в двух своих подразделениях: ПЭО и ПТО с целью отработки порядка и автоматизации обмена данными КП между различными подразделениями и для подтверждения эффективности указанных служб, а также в других СМП (см. таблицу 9).

Получение исходных данных к доработке / опытной эксплуатации П-МК заключалось в : выявление организационных нестыковок и разрывов в протекании строительных, обеспечивающих процессов, а также организационно-технической подготовки и сопровождения строительства, уточнении номенклатуры задач оперативного управления на различных этапах подготовки и выполнения СМР проводились автором по итогам демонстрации ПО потенциальным потребителям.

Опытная эксплуатация обоих П-МК проводилась в период с 2004 по 2016 годы. Данный период характеризуется увеличением масштабов строительства в С-Пб жилых комплексов многоквартирных домов, многофункциональных и торгово развлекательных центров, сетевых гипермаркетов. Как было сказано ранее, источниками получения исходных данных для проектирования П-МК, а также субъектами маркетинга и внедрения ПМК являлись более 20ти, в основном, субподрядных малых и средних СМП, а также ряд генподрядных СМП, для которых автором выполнялась разработка ППР. В их числе: ООО «Стандарт-Строй», ген.дир. Тремасов В.Ю., ООО «Интерстрой» ген.дир. Ерошенко С.Д., ЗАО «Петростройтрест», ООО Авентин, ООО «Метро-АТМА», ООО «Альбус», ООО «АДЕПТ», ООО «Строй-Этикет», ООО «Монолит», ООО «СК-ВЕКТОР», ООО «Инвест-Девелопмент», ЗАО «КАСТ», ООО «СК-АЛНАЗ» и др. Репрезентативный список СМП, задействованных автором в эксперименте приведен в таблице 9.

Опытная эксплуатация П-МК «ШЕФ-СТРОИТЕЛЬ» в генподрядных СМП решительным образом тормозилось отсутствием в последних корпоративных нормативов планирования продолжительности СМР, а введенные автором в базу данных П-МК «Шеф - строитель» 1368 наиболее употребимых нормативов из сборников ТЕР, ЕРЕР, ЕНИР, ССН не позволяли эффективно решать задачи КП. Сами же СМП не имели ресурсов для *постепенного* формирования своей, специализированной по профилю компании, достоверной базы КП. Руководство СМП перед собой таких задач не ставило.

Опытная эксплуатация П-МК «ШТУРВАЛ» в малом СМП «ООО «СК Вектор», в котором генеральный директор, являясь специалистом по профилю предприятия, единолично организует деятельность и осуществляет выборочный периодический контроль протекания всех процессов СМП, напротив, получило полное понимание и поддержку со стороны руководства СМП.

*Примечание. Забегая вперед, можно констатировать, что именно неодинаковость организационных условий внедрения П-МК нашла свое отражение в результатах эксперимента: возможности П-МК «ШТУРВАЛ»*



*активно используются исполнителями всех иерархий во всех функциональных системах на протяжении более 3х лет, а возможности П-МК «ШЕФ-СТРОИТЕЛЬ» - на уровне графического редактора разработки диаграммы Гантта инженерами среднего звена управления, что делает эксплуатацию П-МК «ШЕФ-СТРОИТЕЛЬ» бесполезной для решения задач оперативного управления.*

Экспериментальная эксплуатация П-МК с участием автора, выполнялась на задействованных в эксперименте СМП в течение не менее, чем 3х месяцев в каждом .

#### **4.2. Цели и задачи эксперимента**

Целями эксперимента являлись:

1. Проверка эффективности П-МК по критериям:

- снижения трудоемкости документирования выполнения процессов и преобразований ресурсов;

- повышения организованности ОПиУ - снижения количества организационных сбоев и нестыковок процессов СМП, как следствия несогласованности во взаимодействии служб СМП;

- гибкости интерфейса и надежности алгоритмов написанных программ.

2. Оценка объема данных преобразований ресурсов, востребуемых при ОПиУ, установление скорости оборота данных ОПиУ

3. Получение исходных данных для количественной оценки потенциала *Ps* системы оперативного планирования управления, а также уточнения структуры параметров оперативного управления (таблица 1).

Задачи эксперимента .

**ОБЩАЯ ЗАДАЧА** - разработка специализированной организационно-методической документации системы ОПиУ и адаптация программного обеспечения (ПО) ее эксплуатации для ген- и субподрядных форм управления строительными и обеспечивающими процессами в составе единого П-МК СИСТЕМЫ ОПиУ;

*Техническими задачами эксперимента являлись:*

- фиксация штатной схемы автоматизации оперативного управления - ШСА;
- установление количества АРМ, конфигурирование АРМ в соответствии с ШСА.

- заполнение электронных справочников параметров оперативного управления;

- измерение трудоемкости ОПиУ методом обработки данных затрат времени на эксплуатацию АРМ, а также оценка эффективности распределения задач ОПиУ между исполнителями;

- отработка архитектуры и интерфейса доступа архитектуре хранения данных, количественная оценка объема хранимых данных выполнения строительных процессов и преобразования ресурсов;

*Методическими задачами являлись:*

- установление и преодоление разрывов в обмене данными между функциональными системами системы ОПиУ в СМП;

- проверка соответствия распределения функциональной нагрузки исполнителей оперативного управления реальным потребностям установления и поддержания непрерывности строительных процессов и их ресурсного обеспечения;

### **4.3. Методика эксперимента**

1.Формирование исходных данных для выбора к внедрению в конкретном СМП одного из двух вариантов разработанных П-МК . Формирование выполнялось на основе:

- классификации организационных принципов функционирования системы ОПиУ в СМП (рис.7);

- анализа информационных потоков между исполнителями конкретного СМП;

- анализа имеющейся на предприятии ЛВС;

2. Установление и согласование с руководством СМП штатной схемы автоматизации оперативного управления.

3. Конфигурирование ЛВС, АРМ исполнителей, установка ПО на компьютеры.

4. Тестирование ПО, обучение исполнителей ШСА приемам быстрой работы ПО, доработка отдельных режимов ввода/вывода данных под первоочередные задачи оперативного управления. Формирование справочников параметров оперативного управления строительными процессами .

5. Сбор и анализ данных трудоемкости эксплуатации АРМ П-МК различного функционала в рабочем режиме информационного обмена данными оперативного управления.

6. Сбор исходных данных для выполнения количественной оценки величины потенциала  $P_s$  (1) системы ОПиУ в СМП:

- фиксация среднесменных и суммарных, в течение рабочего месяца, затрат рабочего времени исполнителей из состава ШСА на работу с АРМ;

- фиксация распределения между исполнителями ШСА режимов *ввода* данных в ЛВС с целью проверки соответствия имеющегося штатного расписания СМП реальной роли исполнителя в оперативном управлении строительными процессами и преобразовании состояний ресурсов;

- фиксация распределения между исполнителями ШСА режимов *вывода результатов* автоматической обработки данных с целью проверки алгоритмических и коммуникационных связей функциональных систем системы ОПиУ в СМП;

7. Обработка данных эксперимента. Расчет величины потенциала  $P_s$  системы ОПиУ в СМП по предложенной автором формуле (15):

$$P_s = k * \frac{\sum_{i=1}^I N_F * \frac{m_i}{P_i} * Tz_i}{\left| \sum_{j=1}^J (V_{exe_j} - \alpha) \right|} * \left( 1 + \frac{V_{bd(tek)}}{V_{bd(0)}} \right); 1 \leq \alpha \leq 3 ; \quad (15)$$

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

где:

$Vexe_j$  - объем исполнительного файла специализированного ПО.  $Vexe \rightarrow 1$ ;  
 $m_i$  - число параметров выполнения процессов и преобразований ресурсов, управляемых  $i$ -м исполнителем;  $p_i$  - число индексов выполнения процессов и преобразований ресурсов, управляемых  $i$ -м исполнителем ;  $k$  - скорость доступа к данным. Для ПО, разработанного на языке высокого уровня под ОС Windows  $k = 1$ ;  $N_F$  – число электронных шаблонов форм, обслуживаемых  $i$ -м исполнителем ;  $I$  - число исполнителей по штатной схеме автоматизации;  $Tz_i$  - трудоемкость исполнителя  $i$  на выполнение оперативного управления;  $v_{arx(tek)}$  - текущий и  $v_{arx(0)}$  - начальный (начальный период эксплуатации ПМК) объем структурированного архива фактически достигнутых значений параметров выполнения строительных процессов и преобразований ресурсов;  $\alpha$  - размер (Мб) станд. объектов интерфейса, реализованных средой программирования.

*Примечание:* Учитывая то обстоятельство, что АРМ в эксперименте эксплуатировалось на компьютерах с одинаковой ОС и близкими техническими характеристиками, величина  $k$ , принята  $=1$  вместо 3600сек , а работа Ps интерпретируется как инвариантная относительно аппаратной платформы реализации программных средств.

#### 4.4. Результаты эксперимента

В результате проведенного производственного эксперимента по опытной эксплуатации разработанного автором методического и специализированного ПО системы ОПиУ в СМП получены следующие результаты:

*Внедрение теоретической процессной модели функционирования системы ОПиУ в СМП.*

Адаптирована для УКС ОАО «ГАЗПРОМНЕФТЬ-СЕВЕРОЗАПАД» общая схема процессной модели функционирования системы ОПиУ (рис.11). На основе адаптированной модели на предприятии пересмотрен существовавший внутренний стандарт предприятия, систематизированы и откорректированы имевшиеся внутренние руководства и регламенты, разработано 2 новых документа: предприятия: «Руководство по организации приемки законченного

строительством объекта комиссией ОАО» и стандарт УКС ОАО «Порядок календарного и оперативного планирования СМР строительства сети автозаправочных станций».

*Технические результаты опытной эксплуатации разработанного в диссертации программного обеспечения.*

Выдержали опытную эксплуатацию в 5ти действующих СМП С-Пб обе разработанные в ходе диссертационного исследования программы: «ШЕФ-СТРОИТЕЛЬ» внедрена в 4х СМП: ООО «Авентин», ООО «Альбус», ООО «Интер-строй», ООО «Стандарт-строй» ) «ШТУРВАЛ» - внедрена в СМП ООО «СК ВЕКТОР». П-МК «ШТУРВАЛ» эксплуатируется в СМП 3 года с использованием ~75-85% функциональных возможностей в конфигурации семи АРМ различного функционала при сетевым обмене данными между 7ю ключевыми сотрудниками ШСА : генеральный директор, главный инженер , начальник ПТО, 2 инженера ПТО, начальник службы МТС, главный бухгалтер, диспетчер реестра объектов строительства. П-МК «ШЕФ-СТРОИТЕЛЬ» эксплуатируется «лоскутно» и не регулярно с использованием не более 10 % функциональных возможностей в конфигурации планировщика СМР (как продвинутый аналог MS Project), а также проектных работ строительного проектирования в проектном отделе на 10ти АРМ одинаковой конфигурации, но с различными базами данных нормативов планирования: проектных работ и СМР. Значительные трудности у исполнителей КП вызвало структурирование строительных процессов по частным фронтам возводимых сооружений. Попытки внедрить в субподрядных СМП П-МК «Шеф-Строитель», оснащенного встроенным планировщиком, потерпели неудачу.

- число различных конфигураций АРМ исполнителей по штатной схеме автоматизации не превышает 11ти. При увеличении производственной мощности предприятия выполняется тиражирование АРМ необходимой конфигурации.

- квалификационный уровень персонала на всех охваченных экспериментом СМП позволяет обеспечить эффективную работу с П-МК «ШЕФ-СТРОИТЕЛЬ» и «ШТУРВАЛ» через 6 часов обучения работе с П-МК каждого исполнителя.

- все необходимые средства технического, а также кадрового обеспечения полномасштабного внедрения П-МК имелись на всех СМП.

- объем востребуемых системой ОПиУ хранимых оперативных данных, без учета архива, не превышает 140МБ при платформе автоматизации «сервер EXCEL», и 35Мб, при платформе автоматизации реляционные СУБД. Для хранения и анализа всех востребованных и накопленных предприятием значимых данных за 20лет достаточно носителя объемом 4Gb (флэш-карта памяти).

- скорость оборота данных оперативного планирования в СМП не превышает, в среднем 4х форм в день. Эксплуатация П-МУ осуществлялась в режиме выполнения исполнителями своих прямых функциональных обязанностей с пренебрежимо малыми, до 2%, дополнительными затратами рабочего времени на ввод данных в ЛВС. Скорость доступа сотрудников различного уровня служебной иерархии к необходимым данным организационного, технического и финансового характера, а также к результатам автоматического анализа данных с использованием П-МК «ШЕФ-СТРОИТЕЛЬ» и «ШТУРВАЛ» находится в диапазоне (1сек – 3600сек)/запрос.

- автоматическая цветовая индикация данных в шаблонах форм кардинально сократила затраты времени на интерпретацию данных исполнителями.

#### *Методические результаты эксперимента:*

- отработана автоматизированная методика формирования штатной схемы автоматизации (ШСА) оперативного управления для различных СМП.

- задача эксперимента: "Устранение и устранение разрывов в обмене данными между функциональными системами " решена разработкой интерфейса экранной формы с результатами автоматической алгоритмической обработки данных по индексам и параметрам выполнения строительных процессов и преобразования ресурсов. Непрерывность строительных процессов на объектах СМП определяется бизнес процессами оперативного управления, являющимися «переключателями индексов выполнения процессов и преобразований состояний ресурсов.

- полная структура *индексов преобразований состояний ресурсов*, фиксируемая шаблонами форм П-МК следующая:

А). В функциональной системе организационных механизмов оперативного управления *fsOM*: порядок смены фиксируемых *индексов состояния*: «запланировано» (*наличие в калькуляции, спецификации, или смете*) – «подтверждена потребность» (*наличие заявки производства или графика*) – «частично заказано поставщикам (*наличие заказа поставщику*) – «частично оплачено» (*наличие счета*) - частично поставлено (*наличие ТТН*) - «частично уложено в дело» (*наличие в протоколе затрат рабочего времени и «закрытых поставками» заказов поставщикам*) - «полностью оплачено» (*наличие в счете на оплату бухгалтерией*) – «полностью поставлено» (*наличие- в ТТН*) - «всего «уложено в дело» при плановом расходе на измеритель....» (*автоматически рассчитываемая в шаблоне величина*). В последнем *индексе* к слову «измеритель» добавляется слово " работ". Для трудовых ресурсов меняются местами индексы "оплачено" - и "израсходовано", а перед индексом "полностью оплачено " - добавляется *индекс* "проконтролировано и зафиксировано качество результата работы и квалификация исполнителя".

Б). В функциональной системе *целеуказаний fsTD* (отложенное управление) для групп ресурсов одного вида к последнему *индексу* добавляется " части сооружения";

В). В функциональной системе *целеполагания fsTP* для нормокомплектов планирования основных ресурсов к последнему *индексу* добавляется "...объектов".

- моменты смены *индексов состояний* соответствуют активации процедур оперативного управления (схема рис.11).

- методическая задача эксперимента «Проверка соответствия распределения функциональной нагрузки исполнителей оперативного управления реальным потребностям поддержания непрерывности строительных процессов решена конфигурированием АРМ участников ШСА (*распределением режимов работы с данными*) ). Выполненные в эксперименте различные конфигурирования АРМ во

всех случаях выявили методическую недостаточность имевшихся в СМП штатных расписаний для решения поставленной задачи. В связи с указанным обстоятельством, распределение в СМП функциональной нагрузки исполнителей выполнялось административным методом.

- количественная оценка работы, выполняемой системой оперативного управления СМП.

- результат сбора исходных данных для расчета и результаты расчетов приведены в таблицах 9,10,11 и на рис.28.

Согласно рис.28, СМП, в которых проводилась опытная эксплуатация П-МК оперативного управления - не полностью используют его возможности, т.е. не все исполнители, имеющие доступ к данным используют эти данные для решения своих частных задач. Приближение фактической кривой  $P_s$  системы оперативного управления к теоретической свидетельствует об увеличении объема информационного обмена между функциональными системами и исполнителями, т.е. о повышении эффективности оперативного управления. Угол наклона кривой  $P_s$  характеризует, в случае фактических кривых - неравномерность нагрузки исполнителей при реализации оперативного управления, а в случае теоретической – выравнивание общей нагрузки каждого исполнителя за счет добавления / уменьшения процедур управления.

Согласно таблицам 9 и 11, расчет величины потенциала  $P_s$  системы оперативного управления показал, следующее:

- величина потенциала  $P_s$  СМП №11, в ~2 раза выше, чем у СМП№1 и СМП№9, хотя в период проведения эксперимента предприятия обладали примерно одинаковыми ресурсными базами, кадровыми составами ключевых исполнителей и бюджетами.

- в следствие незначительности объема работы по информационному обмену в  $fsTP$ ,  $fsTD$ ,  $fsOM$ , выполняемой высшим руководством СМП, а также ориентации этой работы, главным образом, на внешних потребителей, выполняемая ими работа, практически, не влияла на оперативное управление строительными процессами и вносила незначительный вклад в величину  $P_s$ ;



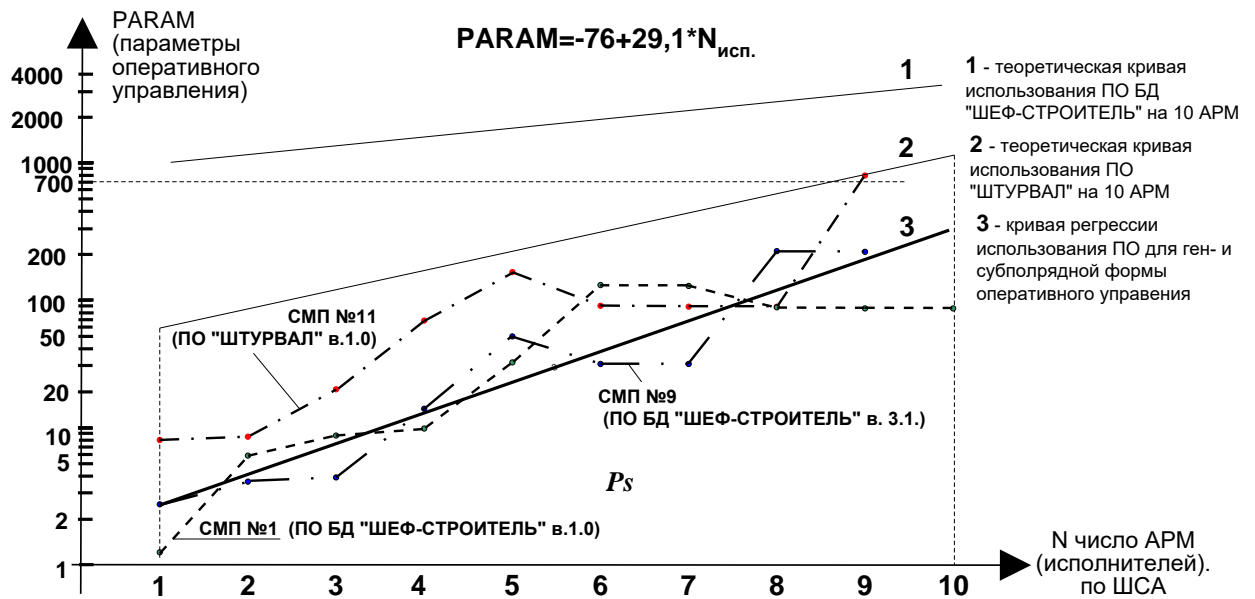


Рис.28. График регрессии потенциала  $P_s$  системы оперативного управления СМП  
 Результаты расчетов величин потенциалов  $P_s$  систем оперативного управления различных СМП

табл. 11

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

*Выводы по опытной эксплуатации разработанных в диссертации методических и технических средств оперативного управления*

*Общие выводы по результатам эксперимента*

В реальных условиях действующего СМП проектирование и адаптация П-МК, адаптация ШСА ведется в режиме «восстановления» схемы рис. 11 из имеющихся на предприятии *разрозненных* локальных частных решений, что вызывает дополнительные трудности.

*Выводы по решению технических задач*

- фиксация штатной схемы автоматизации оперативного управления (ШСА), установление необходимого количества АРМ исполнителей ШСА должна

Строительные предприятия С-Пб, задействованные в эксперименте и оценка результатов опытной эксплуатации  
программно – методических комплексов автоматизации оперативного управления

табл. 9

№ п.п.	Фирма	специализация	контактное лицо	программный модуль	число АРМ	% исполыз	год	оценка результата
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. Тремасов В.Ю	ШЕФ-СТОРИТЕЛЬ вер.3.0.	4	50	2006	поср. Высш. рук-во не использует
10	ООО "Invest Developpment"	СМР	зам. ген. 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. Систематезирована ОМД предприятия
13	ООО "Астра" гр.ком. "УНИСТО Петросталь"	СМР, проект-ние	нач. проектного отдела Кузнецова Г.В.	ШЕФ-СТОРИТЕЛЬ вер.3.1.	10	35	2012	поср. Высш. рук-во не использует

Данные измерений для расчета величины потенциала  $P_s$  системы управления СМП

табл. 10

№ 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 №№					
		1	9	11	1	9	11	1	9	11	1	9	11	1	9	11	1	9	11	1	9	11
1	Колич-во польз.	1	1	1+1	3	2	1	1	1	1	1	1	1	2	2	3	-	-	1	1	1	1
2	Название ПО	Ш-С	Ш-С	Штрв.	Ш-С	Ш-С	Штрв.	Ш-С	Ш-С	Штрв.	Ш-С	Ш-С	Штрв.	Ш-С	Ш-С	Штрв.	Ш-С	Ш-С	Штрв.	Ш-С	Ш-С	Штрв.
3	К-во использов. шаблонов форм	11	5	8+18	9	13	9	6	8	13	3	8	17	18	22	7	3	5	7	10	10	3
4	Трудоемкость экпл. (ч*час/мес)	4,5	7,0	14	32	18	5,0	13	18	12	42	34	96	66	88	27	3,5	4,5	3	7,5	3,2	5,5
5	$P_s$ (чел*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 - ПО БД "ШЕФ-СТРОИТЕЛЬ" генподрядной формы

управления процессами;

Штрв - ПО "ШТУРВАЛ" субподрядной формы управления процессами;

*Примечания:* 1. Нумерация СМП в соответствии с таблицей 9.

2. Ш-С - ПО БД «ШЕФ-СТРОИТЕЛЬ» генподрядной формы управления процессами

3. Штрв - ПО «ШТУРВАЛ» субподрядной формы управления процессами

выполняться руководителями подразделений СМП на основании номенклатуры задач оперативного управления, утвержденной высшим руководством СМП в соответствии с рекомендациями (приложение 1 п.3.6).

- конфигурирование АРМ, должно быть простым, выполняться ответственным исполнителем от СМП без привлечения сторонних специалистов. Своевременное, в случае существенного изменения производственной нагрузки СМП, или перераспределения полномочий оперативного управления, переконфигурирование АРМ обеспечивает устойчивость оперативного управления в СМП.

- измерение трудоемкости эксплуатации ПО каждым исполнителем ШСА должно выполняться автоматически и завершаться выводом данных в специализированную экранную форму по запросу руководства.

- общий объем данных, циркулирующих в электронном виде между исполнителями ШСА оперативного управления не значителен для автоматической обработки, что позволяет использовать для эксплуатации ПО ЛВС и оргтехнику низкой производительности.

- в следствие не значительности объема и скорости оборота данных оперативного управления в условиях СМП, а также низкой критичности решаемых задач организации к наискорейшему поиску и исправлению ошибок ввода данных, наиболее подходящими платформами автоматизации оперативного управления в условиях СМП на сегодняшний день авторам признаны:

- файл-серверные реализации OLE – автоматизации сервера EXCEL для субподрядной формы управления процессами;

- файл-серверные реализации программ локальных реляционных баз данных с экспортом – импортом данных из /в специальные шаблоны MS EXCEL для генподрядной формы управления процессами.

#### *Выводы по решению методических задач*

- эксплуатация ПО, спроектированного в соответствии с установленным в диссертации порядком проектирования и внедренные устраняют

информационные разрывы между функциональными системами системы ОПиУ, обеспечивают устойчивость системы ОПиУ.

- планируемые реорганизационные изменения в СМП должны быть обоснованы результатами эксплуатации ПМК. При опытной эксплуатации ПО «ШЕФ-СТРОИТЕЛЬ» имел место случай резко негативной реакции исполнителей на высокую достоверность и скорость оборота данных потребности - расходования ресурсов, что повлекло существенные организационно – кадровые изменения в СМП.

- ШСА, а также динамика экономических показателей деятельности СМП могут являться основанием для совершенствования штатного расписания и орг. структуры аппарата управления СМП.

*Выводы по количественной оценке работы системы оперативного управления.*

- полученные в ходе эксперимента исходные данные для расчета величины  $P_s$ , в силу организационных особенностей проведения, а также специфики задач эксперимента расцениваются автором как весьма ограниченные и минимально достаточные для проведения расчета.

- результаты расчета величины  $P_s$ , выполненные для различных систем и форм управления строительными процессами, эксплуатирующих различное ПО показывают, что величина  $P_s$  не зависит от производственной мощности СМП и определяется объемом данных текущих значений параметров оперативного управления (табл.1), циркулирующих в ЛВС, скоростью их оборота, обработки и интерпретации, а также скоростью реакции, числом, технической оснащенностью и квалификацией исполнителей ШСА и непосредственных исполнителей строительных и обеспечивающих процессов.

- количественно, качество организации оперативного управления в СМП определяется величиной угла наклона линии  $P_s$  рис.27 и абсолютным значением ординаты  $P_s$  в серединной точке отрезка оси исполнителей. Чем меньше угол и больше значение ординаты, тем выше уровень организации оперативного управления. Зафиксированная в ходе эксперимента работа руководства высшего

и среднего звена по обмену данными оперативного управления, выполняемая в *fsOM* недостаточна для повышения эффективности оперативного управления.

#### 4.5. Техничко – экономические показатели проектирования и опытной эксплуатации П-МК оперативного планирования и управления

Техничко-экономические показатели проектирования программно – методического комплекса (П-МК) БД «Шеф-Строитель» и П-МК «Штурвал»

табл. 12

№ п.п.	Название показателя	ПО «ШЕФ-СТРОИТЕЛЬ»	ПО «ШТУРВАЛ»
1	Трудоемкость разработки интерфейса управления электронными и экранными формами, а также экранных форм представления результатов обработки данных	5,0 чел*мес.	2,5 чел*мес.
2	Трудоемкость разработки электронных шаблонов форм	4,0 чел*мес.	7 чел*мес.
3	Трудоемкость разработки организационно методической документации	7,0 чел*мес.	0,5 чел*мес.
4	Трудоемкость проектирования баз данных на платформе ТБД«PARADOX»	3,0 чел*мес.	-
5	Трудоемкость написания программного кода	19 чел*мес.	12 чел.*мес.

Годовой экономический эффект от внедрения П-МК определяется снижением затрат рабочего времени исполнителей штатной схемы автоматизации оперативного управления на поддержание оборота данных, их обработку и интерпретацию в режиме решения должностных задач по формулам (16),(16.4):

$$TZ_{i\Sigma} = \sum_{i=1}^N TZ_{функ} + \sum_{i=1}^N TZ_{док} \quad (12)$$

где:

$TZ_{i\Sigma}$ -общая трудоемкость работы  $i$ го исполнителя ШСА за год;

$TZ_{док}$ - трудоемкость работы  $i$ го исполнителя ШСА по общему документированию за год;

$TZ_{функ}$ - трудоемкость выполнения  $i$ м исполнителем ШСА прямых должностных и функциональных обязанностей за год;

$N$  – число исполнителей ШСА.

Средняя трудоемкость выполнения участниками ШСА прямых функциональных обязанностей принята от 0,85 до 0,66 продолжительности рабочей смены, или, в среднем,  $(0,85+0,66)/2=0,76$  от продолжительности рабочей смены

$$\sum_{i=1}^N TZ_{функ} = 0,76 * TZ_{i\Sigma} \quad (16.1)$$

Средняя загруженность работой с АРМ, в долях от работы по общему документированию, принята в промежутке от (0,15до 0,34)/2 =0,24\*  $\sum_{i=1}^N TZ_{док}$

$$\sum_{i=1}^N TZ_{док} = (1-0,76) * 0,24 * TZ_{i\Sigma} \quad (16.2)$$

Процент автоматизации работы с формами оперативного управления , обеспечиваемый эксплуатацией разработанного ПО «ШТУРВАЛ» и «ШЕФ-СТРОИТЕЛЬ», по результатам измерений таблицы 11 принят, в среднем =75%.

$$\Delta \sum_{i=1}^N TZ_{док} = (1-0,75) * \sum_{i=1}^N TZ_{док} \quad (16.3)$$

$$\text{Э (руб/год)} = TZ_{док} * C_{ср} * N * \frac{\sum_{i=1}^{Ni} TZ_{\alpha i} - \sum_{i=1}^{Ni} TZ_{\beta i}}{\sum_{i=1}^{Ni} TZ_i} \quad (16.4)$$

где:

$TZ_{\alpha i}$  - Трудоемкость работы исполнителя ШСА по обмену и документированию данных без использования ПО;

$TZ_{\beta i}$  -Трудоемкость работы исполнителя ШСА по обмену и документированию данных с использованием ПО;

$C_{cp}$  - средняя ставка квалифицированного управленца среднего звена в строительстве в СПб в период экспериментального внедрения ПО «ШЕФ-СТРОИТЕЛЬ» принята 280 руб\час.

Снижение затрат рабочего времени на оборот данных оперативного управления, вследствие использования разработанных программно-методических средств, составляет от 12 до 24%, что соответствует экономии фонда оплаты труда на одного исполнителя ШСА от 9000 до 18 000 руб/год, в зависимости от числа фиксируемых в СМП параметров оперативного управления процессами.

### **Выводы по четвертой главе**

1. Эксплуатация П-МК «ШЕФ-СТРОИТЕЛЬ» и «ШТУРВАЛ» обеспечивает рационализацию совмещения функций ИТР предприятия, распределение нагрузки, существенную экономию затрат труда ИТР и управленцев. При этом, в случае правильно спроектированного ПО, с увеличением объема электронного архива, трудозатраты исполнителей на эксплуатацию П-МК будут снижаться (*до некоторого предела*) без уменьшения объема выполняемой работы. Разумеется, сам архив должен периодически очищаться от устаревших данных, что в основной период эксплуатации П-МК позволит ему сохранять примерно одинаковый объем.

2. Высвобождающийся резерв рабочего времени и средств может расходоваться на выполнение дополнительных процедур обеспечения качества СМР и организационного развития СМП т.е. к совершенствованию системы ОПиУ в СМП.

#### *Замечания по техническому аспекту опытной эксплуатации П-МК*

1. Объем вводимых в ЛВС данных преобразований ресурсов в слабой степени зависит от производственной мощности и специализации предприятия: меняются в основном *абсолютные* значения данных, а не их количество.

2. Наибольший объем работы исполнителей по фиксации и анализу значений индексов преобразований ресурсов (кратность оборота номенклатуры данных)



зафиксирован в малых строительных предприятиях при краткосрочных (от недели до 3х месяцев) договорах на разнообразные виды работ.

3. Ввод повышенного объема данных, при отсутствии надлежащей автоматизации этого процесса вызывает потребность в дополнительных сотрудниках – операционистах, что неприемлемо для малых и средних СМП. В средних и малых предприятиях ввод данных должны осуществлять только функциональные исполнители, оснащенные средствами автоматизации и только в режиме решения своих производственных задач.

4. Технические и эксплуатационные характеристики П-МК «ШЕФ-СТРОИТЕЛЬ» и ПО «ШТУРВАЛ» нареканий в ходе эксплуатации не вызывали, хотя следует отметить более низкую надежность реляционных баз данных по сравнению с сервером «EXCEL».

#### *Замечания по методическому аспекту опытной эксплуатации П-МК*

1. В ходе внедрения ПО «ШЕФ-СТРОИТЕЛЬ», при составлении диаграммы Ганта СМР возведения объектов значительные трудности вызывало структурирование работ по частным фронтам сооружения, особенно в случаях привлечения субподрядных СМП, т.к. в этом случае необходимо было обеспечивать, одновременно, и структурирование графика по субподрядчикам. Кроме этого, отсутствие корпоративных достоверных и удобных в использовании нормативов вызывало необходимость использования сметных нормативов, что существенно снижало, в последующем, эффективность организации выполнения требований планирования. Ни на одном из исследованных СМП не выявлено внутренних нормативов планирования. В ограниченном объеме выявлены только статистические данные в укрупненных измерителях объектов - аналогов.

2. Автоматизированное сохранение и сравнение результатов выполнения повторяющихся СМР, выполняемых на разных объектах разными исполнителями, или одними исполнителями в разное время, является основой для формирования и совершенствования нормативов СМП на выполнение видов СМР.

3. Навыки интерпретации текущих преобразований состояний ресурсов с целью выбора критерия и способа решения задачи оперативного управления технологическим процессом могут быть быстро приобретены исполнителями всех уровней иерархии в случае «идеального» интерфейса ПО, названия пунктов главного экранного меню которого содержат расчлененную формулировку решаемой организационной задачи. При отсутствии, на начальном этапе внедрения, у разработанного ПО такого интерфейса, исполнители ШСА практически не использовали возможности ПО при выполнении своих функциональных обязанностей.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

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 внутримплощадочных 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 2х 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.

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Абрамов Л.И., Манаенкова Э.А. Организация и планирование строительного производства. Управление строительной организацией. / Л.И. Абрамов, Э.А. Манаенкова. – М.: Стройиздат, 1999. – 400 с.
2. Ага М.С., Каплан Л.М. Оптимальное планирование в автоматизированных системах управления строительством / М.С. Ага, Л.М. Каплан.– М.: Стройиздат, Ленингр.отд., 1986. - 149 с.
3. Амрин Г. и др. Организация производства и управления в американских корпорациях: пер. с англ. / Г. Амрин. – М.: Экономика, 1991. – 235с.
4. Андреев Л.С. Планирование инвестиционно-строительной деятельности в современных условиях / Л.С. Андреев. – С-Пб.: Военно – инженерный технический университет, 2007. –272с.
5. Анохин П. К. Принципиальные вопросы общей теории функциональных систем / П.К. Анохин. – М.: Директ-Медиа, 2008. – 131с.
6. Ансофф И. Стратегическое управление / И.Ансофф. – М.: Экономика, 1989. – 519 с.
7. Антанавичюс К.А. Моделирование и оптимизация в управлении строительством/ К.А. Антанавичюс.– М.: Стройиздат, 1979. - 246 с.
8. Антанавичюс К.А., Бивайнис Ю.П. Современная технология управления строительным производством/ К.А. Антанавичюс, Ю.П. Бивайнис.– М.: Стройиздат, 1990.– 224 с.
9. Атаев С.С., Данилов Н.Н., Прыкирн Б.В. Технология строительного производства / С.С. Атаев, Н.Н.Данилов, Б.В. Прыкирн. – М.: Стройиздат, 1984. – 559с.
10. Афанасьев В.А. Поточная организация работ в строительстве / В.А. Афанасьев. – С-Пб, СПб ГАСУ, 2000. – 149с.
11. Баркалов С.А., Бурков В.Н., Соколовский В.В., Шульженко Н.А. Прикладные модели в управлении организационными системами. / С.А. Баркалов, В.Н. Бурков, В.В. Соколовский, Н.А. Шульженко. – Тула: ВГАСУ, 2002. – 444 с.

12. Богомолов Ю.М. Информационные технологии в организации строительства/ Ю.М. Богомолов. – Минск: БЕЛФОРТ, 2002. – 158 с.
13. Болотин С.А. Вихров А.Н. Организация строительного производства / С.А. Болотин, А.Н. Вихров. – М.: АCADEMIA, 2007. – 201с.
14. Болтянский В.Г. Математические методы оптимального управления / В.Г. Болтянский . – М.: «Наука», 1969. – 408с.
15. Борисов В.Б., Шишкин А.И. Классификация моделей, используемых в управлении производством.- В кн.: Исследования по организации, планированию и управлению строительством.- Межвуз.темат.сб.трудов / В.Б. Борисов, А.И. Шишкин.–Л: ЛИСИ, 1984.– с.131-136.
16. Брехман А.И. Информационная технология управления строительными бригадами: автореф. дис...д-ра тех. наук:05.13.06/ А.И. Брехман. – Казань, 1992. – 50с.
17. Бронштейн И.Н., Семендяев К.А. Справочник по математике для инженеров и учащихся втузов / И.Н. Бронштейн, К.А. Семендяев. – М.: Гиз. ТТЛ, 1953. – 608с.
18. Будников М.С., Недавний П.Й., Рыбальский В.И. Основы поточного строительства/ М.С. Будников, П.И. Недавний, В.И. Рыбальский.. – Киев: Госстройиздат, 1961. – 413 с.
19. Бушуев С.Д., Мохатов В.С. Разработка алгоритмов управления строительством / С.Д. Бушуев, В.С. Мохатов.– Киев: Будивельник, 1980.– 162с.
20. Вавд Л.Э. Оперативный анализ, оценка и выбор решений при многих критериях и ограничениях информации: Методологические рекомендации / Л.Э. Вавд. – М.: ЦНПИАСС, 1978. – 31 с.
21. Варламов Н.В. Принципы построения комплексной математической модели управления строительством: Вопросы организации, планирования и управления строительством.–межвуз. темат. сб. ЛИСИ/ Н.В. Варламов.–Л.: 1987.– с.75-79.

22. Васильев В.М., Панибратов Ю.П. Лапин Г.Н. Хитров В.А. и др. Управление в строительстве / В.М.Васильев, Ю.П. Панибратов, Г.Н. Лапин, В.А. Хитров. – М.СПБ: Издательство Ассоциации строительных вузов, СПбГАСУ 2001. –349с :
23. Вебстер А. , Сеге Г. Дифференциальные уравнения в частных производных математической физики. ч.І, ІІ/ А. Вебстер, Г.Сеге. – М-Л.: ОНТИ ГТТИ, 1934. – 316с
24. Величкин В.З., Абдуллаев Г.И. Особенности оценки надежности строительных потоков./ В.З. Величкин, Г.И.Абдуллаев - СПб, Инженерно-строительный журнал №4(6) май-июнь. 2009.- с 53-54.
25. Веснин В.М. Теория организации в схемах / В.М. Веснин. – М. Проспект, 2008. – 125с.
26. Винер Н. Кибернетика / Н.Винер. – М.: Советское радио, 1968. – 326с.
27. Воропаев В.И. Модели и методы календарного планирования строительством / В.И. Воропаев. – М.: Стройиздат, 1975. – 232 с.
28. Вушталь В.И. Модели и методы календарного планирования в автоматизированных системах управления строительством./ В.И. Вушталь . – М.: Стройиздат, 1975. – 231 с.
29. Галкин И.Г., Бевз С.П. и др. Автоматизированные системы управления строительством / И.Г. Галкин, С.П. Бевз .– М.: Высшая школа, 1982.– 288 с.
30. Гитберг В.Д. Системное проектирование в строительстве / В.Д. Гитберг. – Л.: Стройиздат, 1987. – 187 с.
31. Гличев А.В. (под ред.) Измерение качества продукции / А.В. Гличев.– М.: Изд-во стандартов, 1971. –258 с.
32. Голуб Л.Г. Информационные технологии в управлении строительством / Л.Г. Голуб.– М.: Стройиздат, 1992.– 210с.
33. Голуб Л.Г. Автоматизация решения задач по подготовке строительного производства/ Л.Г. Голуб.– М.: Стройиздат, 1983.– 202 .с.
34. Гусаков А. А. Системотехника строительства. словарь / А. А. Гусаков. – М.: АСВ, 2005. – 320с

35. Гусаков А.А. Системотехника строительства. / А. А. Гусаков. – М.: Стройиздат, 1993. – 396 с.
36. Гусаков А.А. (под ред.) Системотехника / А. А. Гусаков. – М.: Фонд «Новое тысячелетие», 2002. – 768 с
37. Гусаков А.А., Ильин Н.И., Эдели Х.М. и др. Экспертные системы в проектировании и управлении строительством./ А.А. Гусаков, Н.И. Ильин, Х.М. Эдели . – М.: Стройиздат, 1995. – 296 с.
38. Гусаков А.А. Основы проектирования организации строительного производства / А. А. Гусаков. – М.: Стройиздат, 1977 . – 287 с.
39. Гусев.Е.В., Мухаметзянов З.Р. Проблемы совершенствования организационно-технологических моделей строительства объекта / Е.В. Гусев, З.Р. Мухаметзянов. – М.: Промышленное и гражданское строительство, 2012. - № 4. - с. 68-69.
40. Гусев. Е.В., Овчинникова М.С. Сбалансированное календарное планирование и организационно-технологическое моделирование в строительстве: теория и практика /Е.В. Гусев, М.С. Овчинникова. –Челябинск, Вестник ЮУрГУ. Сер. Строительство и архитектура. - 2012. - № 17, Вып. 14. - с. 59-63.
41. Дадар А.Х., Болотин С.А., Магамадов Р.А. Энтропия актуализированного графика строительства / А.Х. Дадар, С.А. Болотин, Р.А.Магамадов // Вестник гражданских инженеров.– С-Пб 2016. – №3(56). с. 123-130.
42. Дикман Л.Г. Организация планирование и управление строительным производством: учебник / Л.Г. Дикман.– М.: Высшая школа, 1976.– 424 с
43. Дикман Л.Г., Жуковский Е.С., Спектор В.А. Организация материально-технического снабжения и комплектации строительства/ Л.Г. Дикман, Е.С. Жуковский, В.А. Спектор.–М.: Высшая школа, 1979.– 196 с.
44. Дикман Л.Г. Организация жилищно-гражданского строительства: справочник /Л.Г. Дикман.– М.: Стройиздат, 1990.– 495 с
45. Долотов А.В., Колесниченко П.А., Писаренко и др. Инструкция по организации оперативного диспетчерского управления строительным производством. СН370-78. – М., 1978. – 37 с.



46. Дудин А.Я. Технология компьютерного управления в строительстве / А.Я. Дудин. – Пром. стр-во, 1990. – с.24-25.
47. Дрейпер Н., Смит Г. Прикладной регрессионный анализ / Н. Дрейпер, Г.Смит . – М.: Финансы и статистика, 1986. – 366с.
48. Епанешников А.М., Епанешников В.А. Программирование в среде Delphi: ч.1-4 / А.М. Епанешников, В.А. Епанешников. – М.: ДИАЛОГ МИФИ, 1998. – 605с.
49. Есленко Н.П. Моделирование сложных систем / Н.П. Есленко . – М.: Наука,1978. –399 с.
50. Зильберман М.Б., Безлвдов А.А., Каплан Л.М. Автоматизация годового и оперативного производственного планирования в жилищно-гражданском строительстве./ М.Б.Зильберман, А.А. Безлвдов., Л.М. Каплан . – М.: Стройиздат, 1982. – 150 с.
51. Идельсон.Н.И. Теория потенциала и ее приложение к вопросам геофизики / Н.И.Идельсон. – Л.М.: Государственное технико – теоретическое издательство, 1932. – 345с.
52. Ильин В.В. Моделирование бизнес – процессов. Практический опыт разработчика / В.В. Ильин М. – С-Пб –Киев: «Вильямс», 2006. – 160с.
53. ИСО 9001 Модель качества при производстве, монтаже и обслуживании. – М.: Госстандарт 1999. –18с.
54. ИСО 9001-2001. Системы менеджмента качества. Требования. — М.: ИПК Изд-во стандартов, 2002.– 16 с.
55. Казанский Ю.Н. Опыт организации и управления строительными фирмами в США / Казанский Ю.Н. . – М.: Стройиздат, 1985. – 270 с.
56. Кантор Дж. Управленческие информационные модели: Пер. с англ. / Дж. Кантор . – М.: Радио и связь, 1982. – 208 с.
57. Кастелланш К. Автоматизация решения задач управления: Пер.с фр. / К. Кастелланш . – М.: Мир, 1982. – 472 с.
58. Керов И.П. Системный подход в управлении строительством: учебное поаобие. / И.П. Керов. – М.: МИСИ им.В.В.Куйбышева, 1984. – 184с.

59. Косяк Н.Г., Бвлицкий В.С., Бажов В.Е. и др. Планирование, учет и комплектация на укрупненную строительную бригаду/ Н.Г. Косяк, В.С. Бвлицкий, В.Е. Бажов. – Киев: Будивальник, 1979. – 144 с.
60. Комов Н.Н. Модели программно-целевого управления./ Н.Н. Комов. – М.: Наука, 1981. 270 с.
61. Корняков В.Н. программирование документов и приложений MS OFFICE в DELPHI / В.Н. Корняков. – Петербург: БХВ, 2006. – 486с.
62. Крупенченко Б.Р. Управление строительством: учебник для вузов/ Б.Р. Крупенченко. – М.: Стройиздат, 1986. – 343 с.
63. Куликов Ю.А. Имитационные модели и их применение в управлении строительством / Ю.А. Куликов . –Л.: Стройиздат, 1983. – 204 с.
64. Курант Р. Геометрическая теория функций комплексной переменной / Р. Курант. – М-Л.: ОНТИ ГТТИ, 1934. – 368с
65. Ланге О. Введение в экономическую кибернетику / О. Ланге. – М.: Прогресс, 1968. – 208с.
66. Лисичкин В.А., Ковальский М.И. Организация управления строительством в капиталистических странах/ В.А. Лисичкин, М.И. Ковальский. – М.: НИИОУС, 1982. – 116 с.
67. Лубенец Г.К. Подготовка производства и оперативное управление строительством / Г.К. Лубенец. – Киев: Будивельник, 1976. – 731 с.
68. Меркин Р.М. Системный подход к совершенствованию хозяйственного механизма в строительстве/ Р.М. Меркин. – М.: Стройиздат, 1990. – 175 с.
69. Месарович М., Мако Д., Такахара И. Теория иерархических многоуровневых систем / М.Месарович, Д. Мако, И. Такахара. – М.: Мир, 1973. – 344 с.
70. Месарович. М. Такахара Я. Общая теория систем. Математические основы / М.Месарович, Я.Такахара. – М.: «Мир», 1978. – 307 стр
71. Мильнер Б.З. Теория организации / Б.З. Мильнер. – М.: инфра-М, 2002. – 480с.

72. Мильнер Б.З., Евенко Л.И., Рапопорт В.С. Системный подход к организации управления/ Б.З. Мильнер, Л.И. Евенко, В.С. Рапопорт. – М.: Экономика, 1983. – 500 с.
73. Михайлов В.Д, Белецкий О.Б. Основы построения и проектирования автоматизированных систем управления в строительстве: учебное пособие/ В.Д Михайлов, О.Б. Белецкий. – Киев: Вища школа, 1984. –386с.
74. Модели управления строительством: сборник научных трудов – М.: Стройиздат, 1988. – с.37-60.
75. Моисеев Н.Н. Математические методы системного анализа/ Н.Н. Моисеев. – М.: Наука, 1984. – 256 с.
76. Молл Е.Г. Руководитель строительного производства / Е.Г Молл. – М.: Стройиздат, 1991. – 118 с.
77. Неумолотов О.Б. Системный подход при решении задач в области капитального строительства /О.Б. Неумолотов.– Воронеж: ВГТУ, 2002.– 332 с.
78. Одинцов Д.Г., Савостьянов С.В. Оптимизация решений при оперативном управлении строительными процессами / Д.Г. Одинцов, С.В. Савостьянов . – М.: изв. ВУЗов строительства и архитектуры, 1985 № 8. – с.84-88.
79. Папян Л.В. Влияние некоторых организационных факторов на производственную мощность строительной организации / Л.В. Папян.– Экономика строительства № 7, 1984.– с.67-69.
80. Преждо Л.Н. Основы формирования многофункциональной информационной технологии в строительстве: дисс. д-ра техн. наук: 05.13.06 / Л.Н. Преждо.– М. МИСИ, 1995.– 270с.
81. Резниченко В.С. и др. Современные информационные технологии в управлении строительством/ В.С. Резниченко . – М.: ЦРДЗ, 1992. –125 с.
82. Рыбальский В.И. Системный анализ и целевое управление в строительстве/ В.И. Рыбальский.– М.: Стройиздат, 1980.– 190 с.
- 83.(80) Саати Т., Кернс К. Аналитическое планирование. Организация систем / Саати Т., Кернс К. . – М.: «Радио и связь», 1991. – 222с.

84. Синенко С.А. Системотехника проектирования организации строительного производства: дисс. д-ра техн. наук: 05.13.06, 05.13.12 / С.А. Синенко.– М., 1992.– 320с.
85. Синенко С.А., Сапожников В.Н., Гинзбург А.В., Гинзбург В.М., Каган П.Б. Автоматизация организационно-технологического проектирования в строительстве/ С.А. Синенко, В.Н. Сапожников, А.В. Гинзбург, В.М. Гинзбург, П.Б. Каган. – М.: АСВ, 2002.– 240 с.
86. Скрыдлов Н.В. Автоматизированные системы оперативного управления в строительстве./ Н.В. Скрыдлов . – М.: Стройиздат, 1974. –119 с.
87. Советов Б.Я., Яковлев С.А Моделирование систем / Б.Я. Советов, С.А Яковлев . – М.: «ВШ», 1985. – 270 с.
88. СП 48.13330.2011 Организация строительства: актуализированная редакция СНиП 12.01.2014: изд. официальное .– М.: мин. рег. развития , 2011. – 25с.
89. Сокольников В.В. Оперативное управление строительными процессами и их ресурсным обеспечением в строительном монтажном предприятии . // Вестник гражданских инженеров.– 2017. – №1(60). – с. 147-152.
90. 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.
91. Сокольников В.В. Моделирование обеспечения качества строительномонтажных работ и организационного развития строительного предприятия / В.В. Сокольников // Жилищное строительство. – 2013. – №5. – с.47-50.
92. Сокольников В.В. Организация ресурсного потенциала строительного предприятия. Разработка аналитической модели / В.В. Сокольников // Вестник гражданских инженеров. С-Пб– 2010. –№4 (25) . – с. 108-116.
93. Сокольников В.В., Колчеданцев Л.М. Проблемы и задачи синтеза организационной основы систем управления предприятий в современных условиях (на примере строительной отрасли) ч.2./ В.В. Сокольников, Л.М. Колчеданцев // Вестник гражданских инженеров. С-Пб– 2009. – №3(18). – с. 39-45

94. Сокольников В.В., Колчеданцев Л.М. Проблемы и задачи синтеза организационной основы систем управления предприятий в современных условиях (на примере строительной отрасли) ч.1. / В.В. Сокольников, Л.М. Колчеданцев // Вестник гражданских инженеров. – С-Пб 2009. – №2(17). – с. 48-65.
95. Сокольников В.В. Порхачёва И.В., Авторское свидетельство №2002611268 на компьютерную программу «CHIEF-BUILDER» автоматизации управления строительным предприятием.
96. Сокольников В.В, Мотылев Р.В. Формализация строительного предприятия как целевой системы. Концепция ресурсного потенциала / В.В. Сокольников, Р.В. Мотылев // Сборник докладов на 68й МНТК профессорско-преподавательского состава. – СПб ГАСУ. – 2011. –с. 156.
97. Сокольников В.В., Смирнов С.В. Разработка метода организации ресурсов строительного предприятия на основе анализа процедур их затрат и преобразований / В.В. Сокольников, С.В.Смирнов // Сборник докладов на 67й МНТК молодых ученых и студентов СПб ГАСУ. – 2010. –с. 124.
98. Сокольников В.В. , Кришталеви́ч А.К. Формализация задач организации и управления строительным предприятием на основе анализа его интегрированной модели / В.В. Сокольников, А.К.Кришталеви́ч // Сборник докладов на 67й МНТК молодых ученых и студентов СПб ГАСУ. – 2010. – с. 134.
99. Сокольников В.В., Осипков А.Е. Совершенствование организации обеспечения качества строительно – монтажных работ в условиях строительного предприятия / В.В.Сокольников, А.Е. Осипков // Сборник докладов на 67й МНТК молодых ученых и студентов СПб ГАСУ. – 2010. – с. 178.
100. Сокольников В.В., Сердюкова Д.А. Разработка процессной модели строительного предприятия как части его интегрированной бизнес – модели / В.В. Сокольников, Д.А. Сердюкова // С-Пб. Сборник докладов на 66й МНТК молодых ученых и студентов СПб ГАСУ. – 2009. – с.166

101. Сокольников В.В., Колчеданцев Л.М. Исходные предпосылки и подходы к моделированию организации деятельности строительного предприятия / . В.В. Сокольников, Л.М. Колчеданцев //Сборник докладов на 65й МНТК профессорско-преподавательского состава СПб ГАСУ. – 2008. – с.187
102. Сокольников В.В. , Порхачева И.В. Особенности организации календарного планирования проектных работ / В.В. Сокольников, И.В. Порхачева // Сборник докладов на 65й МНТК профессорско-преподавательского состава СПб ГАСУ. – 2008. – с. 139
103. Сокольников В.В., Аскинази В.Ю. Исходные данные для разработки организационной структуры строительного предприятия / В.В. Сокольников, В.Ю. Аскинази // Сборник докладов на 65й МНТК молодых ученых и студентов СПб ГАСУ. – 2008. – с.147
104. Спектор В.А. Интенсификация материально-технического обеспечения в строительстве/ В.А. Спектор. – М.: Стройиздат, 1984. – 280 с.
105. Судаков К.В. Гусаков А.А. (под ред.) Информационные модели функциональных систем/ К.В. Судаков, А.А. Гусаков.– М.: Фонд «Новое тысячелетие», 2004.–304 с.
106. Уемов А.И. Системный подход и общая теория систем/ А.И. Уемов . – М.: Мысль, 1978. – 272 с.
107. Фаронов В.В., Шумаков П.В. Delphi4. Руководство разработчика баз данных / В.В. Фаронов, П.В. Шумаков. – М.: Нолидж, 1999. –553с
108. Форрестер Дж. Основы кибернетики предприятия (индустриальная динамика): пер. с англ. / Дж. Форрестер. – М.: Прогресс, 1971. - 340 с.
109. Хибухин В.П. и др. Математические методы планирования и управления строительством / В.П.Хибухин, В.З.Величкин, В.И.Втюрин. – Л.: Стройиздат, 1990. – 183 с.
110. Шрейбер А.К. Организация и планирование строительного производства: учебник для вузов / Шрейбер А.К. . – М.: Высшая школа, 1985. – 368 с.

111. Эткин Ю.Л. Автоматизация выработки управленческих решений в промышленном строительстве / Ю.Л. Эткин. – Л.: Стройиздат, 1982. – 151 с.
112. Юдина А.Ф., Верстов В.В., Бадьин Г.М. Технологические процессы в строительстве: учебник/ А.Ф. Юдина, В.В. Верстов, Г.М. Бадьин. – М.: Издательский центр «Академия», 2013.- 21с.
- 113 Яблонский А.А. Моделирование систем управления строительными процессами/ А.А. Яблонский.– М.: АСВ, 1994.– 297с.

## **ПРИЛОЖЕНИЯ**

### Приложение 1

**1.Рекомендации по составу программно – методических комплексов оперативного планирования и управления строительными процессами и их ресурсным обеспечением в строительном - монтажном предприятии**



Рекомендации по составу организационно – методической документации (ОМД) оперативного планирования и управления строительными процессами и их ресурсным обеспечением

табл. 1-п1

Наименование частей программно-методических комплексов	Требования к методическому обеспечению	Особые требования к содержанию	Состав и/или специальные требования к программному обеспечению (ПО)	Рекомендации. Примечания
1	2	3	4	5
1.1.Стандарт стратегического планирования и целеполаганий (fsTP) предприятия в области организации оперативного управления процессами	<p>1. Единая терминологическая база</p> <p>2. Формализация системы СМП как части среды его функционирования на основе рис. 2.3</p> <p>3. Формализация орг. принципа функционирования системы управления СМП на основе рис. 4.</p> <p>5. Номенклатура характеристик полезного результата системы СМП на основе таблицы 2</p> <p>6. Схема процессной модели функционирования целевой системы СМП на основе рис. 10</p> <p>7. Аналитическая модель баланса организационных характеристик системы управления СМП.</p>	<p>1. Номенклатура и контрольные значения показателей эффективности функциональных систем.</p> <p>2. Номенклатура контролируемых параметров процессов на основе таблицы 4</p> <p>3. Реестр алгоритмов fsTP обработки данных оперативного управления</p> <p>4. Номенклатура шаблонов форм оперативного управления</p>	<p>1.Необходимое число шаблонов электронных форм анализа эффективности функциональных систем</p> <p>2. Сводная электронная форма показателей эффективности функциональных систем.</p> <p>3. Алгоритмы fsTP обработки и вывода данных оперативного управления на основе аналитической модели системы СМП</p>	<p><i>Исполнители требований графы 2 к методическому обеспечению:</i></p> <p>1. Владелец предприятия</p> <p>2. Руководитель предприятия</p> <p>3.Системный аналитик</p> <p><i>1.Исполнители требований графы 3:</i></p> <p>1.Экономист</p> <p>2.Системный аналитик</p> <p>3.Руководители подразделений</p> <p><i>2.ОМД хранится в виде печатаемых документов в формате связанных таблиц MS EXCEL .</i></p>
		1.Номенклатура и		

<p>1.2.Регламенты отложенного управления и целеуказаний (fsTD) выполнения требований стандарта предприятия в области оперативного управления.</p>	<p>1.Стандарт предприятия. 2. Детализированные схемы <i>бизнес</i> процессов оперативного управления fsTD на основе схемы рис. 10 3.Методы обеспечения контроля текущих значений параметров выполнения строительных процессов</p>	<p>контрольные значения показателей эффективности fsOM. 2. Номенклатура и контрольные значения параметров выполнения процессов и преобразований ресурсов на основе таблицы 4. 3. Перечень <i>бизнес</i> процессов fsTD оперативного управления в терминах пунктов главного меню АРМ. 4. Реестр алгоритмов fsTD установления текущих значений параметров процессов по данным преобразования и расходования ресурсов. 5. Реестр алгоритмов fsTD расчета показателей эффективности fsOM. Правила интерпретации текущих значений параметров процессов. 6. Шаблоны fsTD форм ОМД 7. Порядок оборота форм ОМД fsTD 8. Орг. структура аппарата управления 9. Штатная схема автоматизации</p>	<p>1.Необходимое число шаблонов электронных форм анализа эффективности функциональных систем fsOM, fsPROCop и fsPROCrb 2. Сводная электронная форма показателей эффективности исполнителей оперативного управления. расходования и преобразования ресурсов . 4. Автоматизированный интерфейс эл. форм fsTD ввода/вывода данных. 5. Алгоритмы fsTD проверки, функциональной обработки и вывода данных.</p>	<p><i>1.Исполнители требований графы 3:</i> 1.Системный аналитик. 2. Начальники подразделений  <i>3. ОМД хранится в виде печатаемых документов в формате связанных таблиц MS EXCEL .</i></p>
---	---	---	---	--

		оперативного управления /ШСА/		
1.3. Частные руководства по осуществлению процедур оперативного планирования и управления (fsOM)	<p>1. Регламенты выполнения требований стандарта в области оперативного управления.</p> <p>2. Детализированные схемы <i>бизнес</i> процессов оперативного управления fsOM на основе схемы рис. 10</p> <p>3. Данные из состава ППР</p> <p>4. Данные из состава исполнительной документации в строительстве.</p> <p>5. Правила внутреннего распорядка предприятия.</p>	<p>1. Номенклатура и контрольные значения показателей эффективности fsPROCor и fsPROCrб.</p> <p>2. Номенклатура и контрольные значения параметров выполнения строительных процессов и преобразований ресурсов.</p> <p>3. Перечень <i>бизнес</i> процессов fsOM установления текущего ритма простых строительных процессов и текущей потребности в ресурсах в терминах пунктов главного меню АРМ.</p> <p>4. Правила интерпретации текущих значений параметров процессов.</p> <p>5. Шаблоны fsOM форм ОМД</p>	<p>1. Автоматизированный интерфейс fsOM эл. форм ввода/вывода данных.</p> <p>2. Алгоритмы fsOM проверки, функциональной обработки и вывода данных .</p>	<p><i>1. Исполнители треб. графы 3:</i></p> <p>1. Те-же.</p> <p>2. Участники ШСА</p> <p><i>2. Части руководств входят разделами в должностные инструкции, а также пунктами в положения об оплате и стимулировании труда специалистов</i></p> <p><i>3. ОМД хранится в виде печатаемых документов в формате связанных таблиц MS EXCEL .</i></p>
	<p>1. Частные руководства по осуществлению регламентов.</p> <p>2. Требования к квалификации исполнителей</p> <p>3. Правила внутреннего</p>			<p><i>Исполнители требований</i></p>

<p>1.4. Технические инструкции исполнителям ШСА оперативного управления</p>	<p>распорядка предприятия. 4. Правила группировки режимов работы с данными оперативного управления по исполнителям. 4. Используемые на предприятии типовые и адаптированные формы организационных, производственных, финансовых, нормативных плановых и исполнительных документов.</p>	<p>1. Правила фиксации в формах ОМД данных преобразований ресурсов и выполнения процессов. 2. Обязательные процедуры проверки данных 3. Шаблоны fsPROCop и fsPROCrb форм ОМД. 4. Правила оборота конкретных форм ОМД</p>	<p>1. Автоматизированный интерфейс fsPROC форм ввода данных с уровнем автоматизации до 80%. 2. Алгоритмы fsPROC автоматической проверки и функциональной обработки вводимых данных.</p>	<p><i>графы 3:</i> 1. Системный аналитик; 2. Непосредственные исполнители ШСА, КП; <i>технич. инструкции входят частями и пунктами в спец. разделы должностных инструкций</i> 3. ОМД хранится в виде печатаемых документов в формате связанных таблиц MS EXCEL .</p>
<p>1.5. Шаблоны форм ввода – вывода данных всех функциональных систем</p>	<p>1. Технические инструкции исполнителей 2. Унифицированные формы документов в строительстве, данные из состава ППР объектов.</p>	<p><i>Шаблоны форм ввода данных</i> 1. Фиксируемыми параметрами преобразования ресурсов являются реквизиты, функциональная принадлежность документа, предметная область (адресность) затрат, непосредственный исполнитель затрат, временной период затрат. <i>Шаблоны форм вывода данных</i> 1. Формы вывода данных в табличном или графическом виде содержат группировки данных, необходимые для принятия управленческих</p>	<p><i>Формы ввода данных fsPROC</i> 1. Автоматизация интерфейса ввода данных не ниже 70%. 2. Централизованный автоматизированный выпуск форм объектных бланков планирования/отчетности и с 50-70% автоматическим заполнением неизменяемой частью</p>	<p>1. Содержание шаблонов форм определяется требованиями 1.1 – 1.4 таблицы и используемыми в СМП унифицированными строительными документами. 2. Техническое исполнение шаблонов определяется платформой автоматизации оперативного управления 3. ОМД хранится в виде непечатаемых электронных шаблонов форм</p>

		<p>решений по изменению ритма выполнения процессов.</p> <p>2. Количественное обоснование принятия решения об объекте, методах и сроках регулирующего воздействия.</p> <p>3. Фиксация параметров эффективности исполнителей оперативного управления в виде продолжительности и количества решенных задач оперативного управления</p>	<p>данных затрат ресурсов.</p> <p><i>Формы вывода данных</i></p> <p>По номенклатуре индексов выполнения процессов и преобразования ресурсов</p>	
1.6. Электронный архив ОМД оперативного управления		<p>Структурированный по периодам, процессам, объектам и исполнителям массив данных расходования ресурсов</p>	<p>Автоматизированный поиск аналогов по фактически произведенным затратам при оценке достоверности или ускорении календарного планирования объектов -аналогов</p>	<p><i>1. ОМД в виде непечатаемых документов обмена данными.</i></p>

**2.Рекомендации по автоматизации оборота данных оперативного планирования и управления в строительно - монтажном предприятии**

## *1. Рекомендации по выбору технических и эксплуатационных характеристик ПО*

При выборе программного обеспечения ПО, следует отдавать предпочтение следующим характеристикам:

- отсутствие необходимости системного администрирования ПО;
- уровень автоматизации контроля параметров выполнения процессов и преобразования ресурсов не менее – 95%;
- уровень автоматизации ввода данных в ЛВС – не менее 70%;
- иерархия главного экранного меню доступа к режимам работы с данными - не более 3х уровней.

## *2. Эксплуатационная документация ПО.*

Эксплуатационная документация должна выполняться в терминологии стандарта СМП «Оперативное управление процессами».

Эксплуатационная документация должна быть структурирована по режимам работы с данными в соответствии с главным экранным меню АРМ ;

Содержание эксплуатационной документации должно быть ориентировано на квалификационный уровень исполнителей как пользователей ПО;

Объем эксплуатационной документации определяется количеством пунктов главного экранного меню АРМ;

Объем и содержание технического раздела эксплуатационной документации, устанавливающего правила поддержания ПО в рабочем состоянии определяется платформой автоматизации оперативного управления;

Разработчиком эксплуатационной документации является разработчик ПО, согласовывающий документацию с Руководителями подразделений и ключевыми исполнителями штатной схемы автоматизации оперативного управления.

3. Рекомендации по разработке программного обеспечения оперативного планирования и управления

табл. 1-п2

Наименование частей программно-методических комплексов	Требования к методическому обеспечению	Особые требования к содержанию	Состав и/или специальные требования к программному обеспечению	Рекомендации. Примечания
1	2	3	4	5
1.Исполнительный программный модуль	Алгоритмы и электронные шаблоны форм оперативного управления.	Содержит программный код, реализующий все алгоритмы, указанные в документах п.п.1.1-1.6 таб.1.п1	Реализует алгоритмическую автоматическую обработку данных, обмен данными между пользователями посредством ЛВС и конфигурирования АРМ.	(для ОС «WINDOWS» это *.exe - файл). Среда разработки Delphi7 EXCEL 2003, бд Paradox, BDE
2. Конфигуратор исполнительного файла. Настройки	1. Технические инструкции (п.1.4. таб.1.п1) 2. Штатная схема автоматизации (ШСА)	Номенклатура параметров выполнения процессов и преобразования ресурсов	В виде отдельного файла структурированной электронной таблицы, или таблицы БД, в зависимости от платформы автоматизации	Позволяет в рабочем порядке изменять функционал АРМ любого исполнителя из состава ШСА
<b>Архитектура хранения данных. Группы данных</b>				
3.Электронные редактируемые справочники	1. Процессная модель функционирования системы рис.10	Рутинные, часто используемые параметры затрат ресурсов	Структурированное хранение данных. Автоматическое обновление Автозаполнение экранных форм. Автоматический вызов в экранные элементы управления данными	Обновление в режиме сохранения данных с экранных форм
4.Оперативные данные: вычисляемые (выч) и хранимые (хрн)	1. Вычисляемые данные: документы затрат ресурсов п.п.1.1-1.4 таб. 1.п1 2. Хранимые данные: документы п. 1.5 -	1. (выч) <i>Параметры</i> контроля результатов выполнения процессов и преобразования ресурсов различными функциональными системами 2.(хрн). Данные затрат	Обеспечение структуры хранения данных и <i>параметров</i> преобразования ресурсов по списку задач контроля выполнения процессов, обеспечение автоматического сохранения данных в структуре данных,	Автоматическое формирование и хранение вспомогательных массивов, ускоряющих обработку данных



	1.6.таб. 1.п1	ресурсов	автоматизированного выбора/ввода/обработки данных (вычисления, сравнения, наглядное отображения).	
5. Архивные и статистические данные	1. Процессы СМП 2. Специализации основного производства СМП 3. Методы планирования	1. Количественные значения данных и <i>параметров</i> временных, финансовых, материально-технических и трудовых ресурсов. 2. Технические приемы организационного и производственного опыта	Автоматизация доступа и автоматическая обработка данных рабочего архива и статистики завершенных строительством объектов при формировании, совершенствовании и использовании базы планирования СМП	Итоговые данные затрат ресурсов структурированы по видам каждого значимого завершеного строительного объекта, а также по периодам функционирования и СМП
6. Алгоритмы обработки данных	1.Параметры контроля выполнения процессов (п.п.1.2, 1.3 таб. 1.п1) 2.Параметры преобразования ресурсов (п.1.5таб. 1.п1) 3. Параметры моделей (п.1.1таб. 1.п1)	Контролируемые показатели организационной, производственной и финансовой ситуации и тенденций СМП в соотв. с требованиями документов п.1.1-1.4. таб.4	1. Любой алгоритмический язык программирования высокого уровня 2. Наличие автоматических проверок корректности данных 3.Наличие автоматических проверок достоверности данных	Delphi / PASCAL стандартные методы MSEXCEL ОС Windows XP,7
7.Алгоритмы выпуска документов	1. Штатная схема автоматизации (ШСА) 2. Технические инструкции исполнителей (п.1.4 таб. 1.п1) 3.Регламенты и руководства (п.п.1.2.-	В соответствии с шаблонами п.1.5 таб.7	1.Автоматическое заполнение шаблонов форм документов рутинными и актуальными данными 2. Возможность дополнительной обработки данных после вывода на экран: фильтрация, агрегирование, выполнение дополнительных расчетов, и.т.д	Хранение шаблонов форм на сервере и вызов их при запросе с АРМ.

	1.3. таб. 1.п1)			
8.Интерфейс управления и доступа к данным	Возможности среды программирования	<p>Минимальное число настроек экранных форм и элементов управления данными:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- масштабирование форм</li> <li>- автоподсвечивание данных, требующих особого внимания;</li> <li>- всплывающие подсказки;</li> <li>- системные предупреждения и диалоговые окна выбора ветвления алгоритма обработки данных</li> <li>- выпадающие списки</li> <li>- контекстные меню;</li> <li>- исполнительны кнопки и переключатели;</li> <li>- автоматические функционально - технологические сообщения;</li> <li>- диалоговые окна выбора алгоритмов решения производственных задач</li> </ul>	<p>1. Число пунктов <i>верхнего</i> уровня главного меню АРМ должно быть равно числу групп объектов приложения управляющих воздействий: предприятие, объекты строительства, справочники, графики.</p> <p>2. Число пунктов <i>среднего</i> уровня главного меню АРМ должно обеспечивать разделение доступа пользователей к функциям ввода и анализа данных, а также группировки задач управления по функциональным процессам СМП</p> <p>3. Число пунктов <i>нижнего</i> уровня главного меню ПО должно быть равно сумме задач ввода данных и алгоритмически решаемых задач контроля выполнения процессов СМП.</p> <p>4. Число экранных форм вывода данных должно быть равно числу <i>бизнес</i> процессов оперативного управления процессами</p>	<p>1. <i>Интерфейс экранных форм вывода данных</i> – диаграммы, графики с несколькими сериями агрегированных данных, сопровождаемые таблицами и гиперссылками на первичные данные.</p> <p>2. <i>Интерфейс форм ввода данных</i> в зависимости от платформы автоматизации</p>
9.Аппаратная платформа, вычислительная сеть	<p>Общие требования</p> <p>1.Персональные компьютеры с ОС (предпочтительно) WIN **, процессор от 1,6ГГ, ОЗУ (RAM) от 1ГБ</p> <p>2.Хранение данных объемом до 300МБ/год и обмен данными через папку «обмен» на сервере ЛВС.</p> <p>3.Сервер локальной сети. Существующая в СМП аппаратная база локальных компьютеров низкой производительности обеспечивает требования эксплуатации ПО.</p>			