

ОПТИМИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ ПОТОКОВ ВОЗВЕДЕНИЯ МНОГОЭТАЖНЫХ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ С НАРУЖНЫМИ МНОГОСЛОЙНЫМИ ТЕПЛОЭФФЕКТИВНЫМИ СТЕНАМИ

Федорцев И.В., Гончаров Б.В., Бабков В.В., Султанова Е.А.

Уфимский государственный нефтяной технический университет

Статья посвящена разработке методики рационального формирования специализированного потока по возведению многослойных стен, на основе общих положений теории ритмичного строительства, а сущность рекомендуемых авторами совершенствований методики рассматривается ниже.

Переход на строительство жилых зданий с многослойными теплоэффективными стенами обусловил значительное усложнение технологического регламента, представляющего собой сложный многодельный процесс взаимосвязанных «технологических переделов». Такая «технологическая цепочка» работ и операций кладочно-теплоизоляционных и монтажно-монолитных работ требует более четкой организации и взаимосвязи звеньев исполнителей различной профессиональной квалификации.

Поэтому представляется необходимым разработка методики рационального формирования специализированного потока по возведению многослойных стен. Такая методика, учитывая «однородность» и повторяемость процесса возведения стеновых конструкций в пределах типового этажа здания, разработана на основе общих положений теории ритмичного строительства, а сущность рекомендуемых авторами совершенствований методики рассматривается ниже.

К числу наиболее существенных параметров организации строительных потоков относятся:

- продолжительность всего цикла работ при кладке многослойных стен типовых этажей и здания в целом;
- требуемое расчленение общего процесса кладки многослойной стены на элементарные процессы (частные потоки), которые должны соответствовать технологическим переделам данного комплексного процесса;

- требуемое расчленение общего фронта работ типового этажа здания на захватки, обеспечивающие непрерывность движения трудового ресурса, всех частных потоков;

- требуемое минимальное количество строящихся однородных зданий, включенных в поток, обеспечивающих непрерывность специализированного технологического процесса.

Используя основные положения теории равноритмичных и кратноритмичных строительных потоков, авторами предложена методика обоснования изложенных выше организационно-технологических параметров при возведении многослойных стен жилых зданий. Конечная формула расчета требуемого количества объектов в потоке определяется, согласно соотношению:

$$N_{об} \geq \frac{(m + n - 1)}{(n - 1) + \frac{t_{тех} + t_{орг}}{k}} \quad (1)$$

где m -членение фронта работ объекта на захватки;

n -количество специализированных потоков на объекте;

$t_{тех}$ - продолжительность технологических перерывов;

$t_{орг}$ - продолжительность организационных перерывов;

k -шаг потока.

Рассчитанный «портфель заказов» подрядчика обеспечивает наиболее эффективную работу его подразделений с гарантированной загрузкой бригад-исполнителей в течение планового периода реализации проекта застройки.

Разработанный план-график строительства объектов позволяет определить следующие организационно-технологические параметры проекта:

- общий срок (продолжительность) потока на всех объектах; требуемое количество бригад-исполнителей;

- требуемое ресурсное обеспечение, включая средства механизации и материально-технического обеспечения; календарный график движения бригад по захваткам-объектам;

- календарный график поставки по номенклатуре технических ресурсов и расписание движения основных средств механизации по объектам;

- календарный план поставок ресурсов и необходимое транспортное обеспечение производственных процессов.

Блок-схема алгоритма формирования и оптимизации специализированного потока 3-х слойных стен приведена на рис. 1. Как следует из нее, по каждому объекту, включенному в «портфель заказов» устанавливается взаимное расчленение общего фронта работ на захваты, соответствующие определенному составу частных потоков, структура которых согласуется с последовательностью выполнения конструктивных элементов стены.

При рассогласовывании планируемой «глубины специализации» процессов и обеспечения их требуемым фронтом работ (захватки), определяется состав объектов, который удовлетворит «первую фазу» формирования специализированного потока – «его развертывание».

Очевидно, что для продолжительного «установившегося» функционирования строительного потока по всем этажам объекта и всем объектам строящегося комплекса необходимо ритмичное и непрерывное движение «ресурса» по представленному ему фронту работ – захваткам.

Если указанный принцип не соблюдается, то определяется «фонд объектов», который должен быть включен в стартовый перечень «титула» застройки текущего периода, гарантирующего устойчивый, непрерывный и стабильный характер функционирования строительного комплекса.

Таким образом, предусматриваемая предложенным в методике алгоритмом итерация расчетов и обоснований, объективно устанавливает наиболее рациональный состав строящегося комплекса, который в свою очередь, обеспечивает оптимизацию специализированного потока, как баланс располагаемым трудовым ресурсом и представляемым ему фронтом работ в виде заданной последовательности строящихся объектов. Предложена методика оптимизации календарного плана строительства жилого массива, представленного множеством объектами. Для реализации математической модели определения вариантов оптимизации расписания строительства зданий авторы используют задачу теории расписаний - задачу Джонсона и метод ветвей и границ для перебора вариантов.

Предложенная методика формирования расписания строительства рассматривает комплекс возводимых объектов как многовариантную задачу, позволяющую оптимизировать расстановку объектов в расписании их реализации

таким образом, чтобы обеспечивался требуемый технологический принцип последовательности работ и потоков и минимально возможная продолжительность их возведения. При этом каждый из объектов – структурно состоит из специализированных потоков по этапам строительства, и они представляют собой технологически закрепленную последовательность возведения здания. Рассмотренные варианты расчетов предполагают четкое соблюдение принципа их классификации на 4 группы. Первая из них - в множестве объектов первый из специализированных потоков характеризуется максимальной продолжительностью, вторая – завершающий поток функциональной модели имеет наибольшую продолжительность, третья – максимальная продолжительность принадлежит одному из средних специализированных потоков, и, наконец, четвертая группа – рассматривает случай, когда наибольшую продолжительность имеет один из объектов. В качестве примера приведен алгоритм по первому варианту:

$$T_{\min}^{\text{кр}} = \sum T_{1i} + \sum T_{jg} + \sum T_t, \quad (2)$$

где T_{1i} - продолжительность однородной работы в 1-м потоке;

T_{jg} - продолжительность работы в j -м ($j= 2,3,\dots,n$) потоке на g -м объекте, помещенном на m -е место;

T_t - величина технологического перерыва между двумя потоками.

При разноречивой характеристике критерия продолжительности потоков в объектах, следует выполнять расчеты по нескольким вариантам и на основе анализа полученных результатов ($T_{\text{кр.min}}^i$) принять наиболее приемлемый, то есть $\min T_{\text{кр.min}}^i$. Таким образом, применяя задачу Джонсона для описания метода выбора оптимальной конфигурации и длины критического пути проекта застройки с определением оптимального расписания строительства объектов, автор предлагает его реализацию в виде разработанного им программного продукта: «Расписание-TimeTable», где в качестве **входных данных** используются:

- ✓ **m** – число объектов,
- ✓ **n** – число потоков,
- ✓ **n1/n2...n-1/n** – время простоя между потоками.

После заполнения основной матрицы, размеры которой ограничены 120 значениями по n и m и матрицы «простая между потоками» осуществляется расчет по программе, блок-схема которой приведена на рис. 2. Методика учитывает специфику работ, присущих именно технологии формирования многослойных наружных стен, программный продукт, сопровождающий ее, предлагает автоматизированную выдачу на печать следующих результатов (см. рис. 1):

- определение наиболее рационального срока возведения объекта;
- расчет продолжительности специализированного потока на типовом этаже и здания в целом;
- состав «пускового комплекса» объектов
- обеспечивающих функционирование равноритмичных строительных потоков;
- оптимальная расстановка объектов в проекте застройки и поточное обеспечение производства работ на них необходимыми трудовыми и материально-техническими ресурсами.

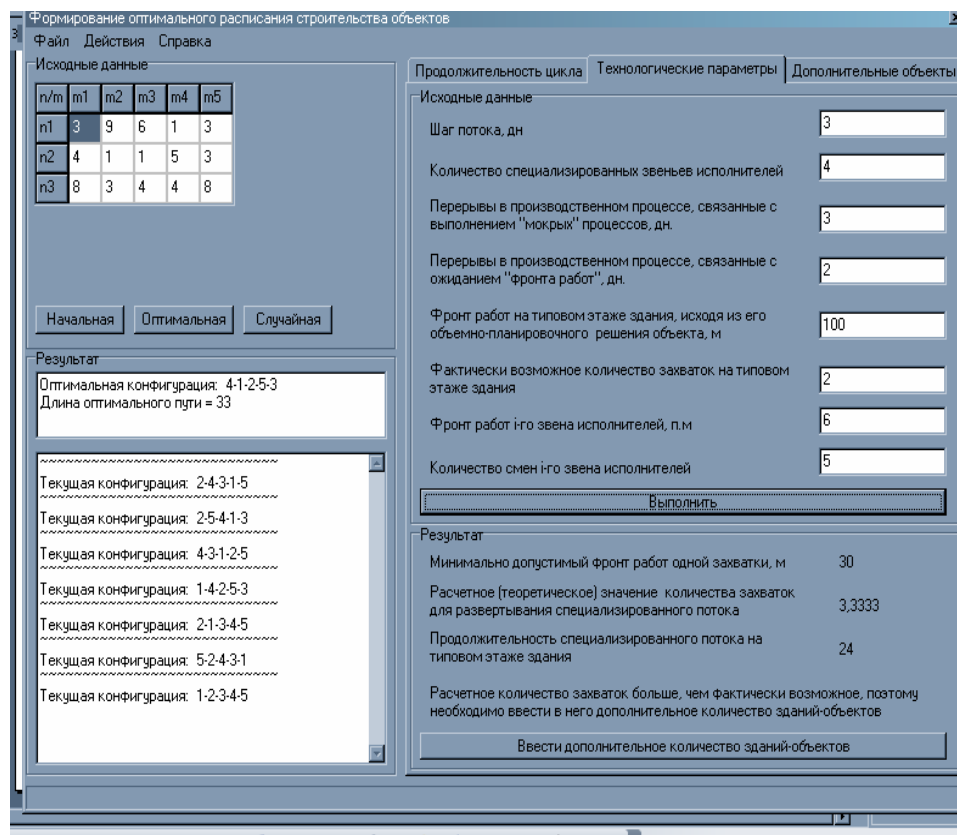
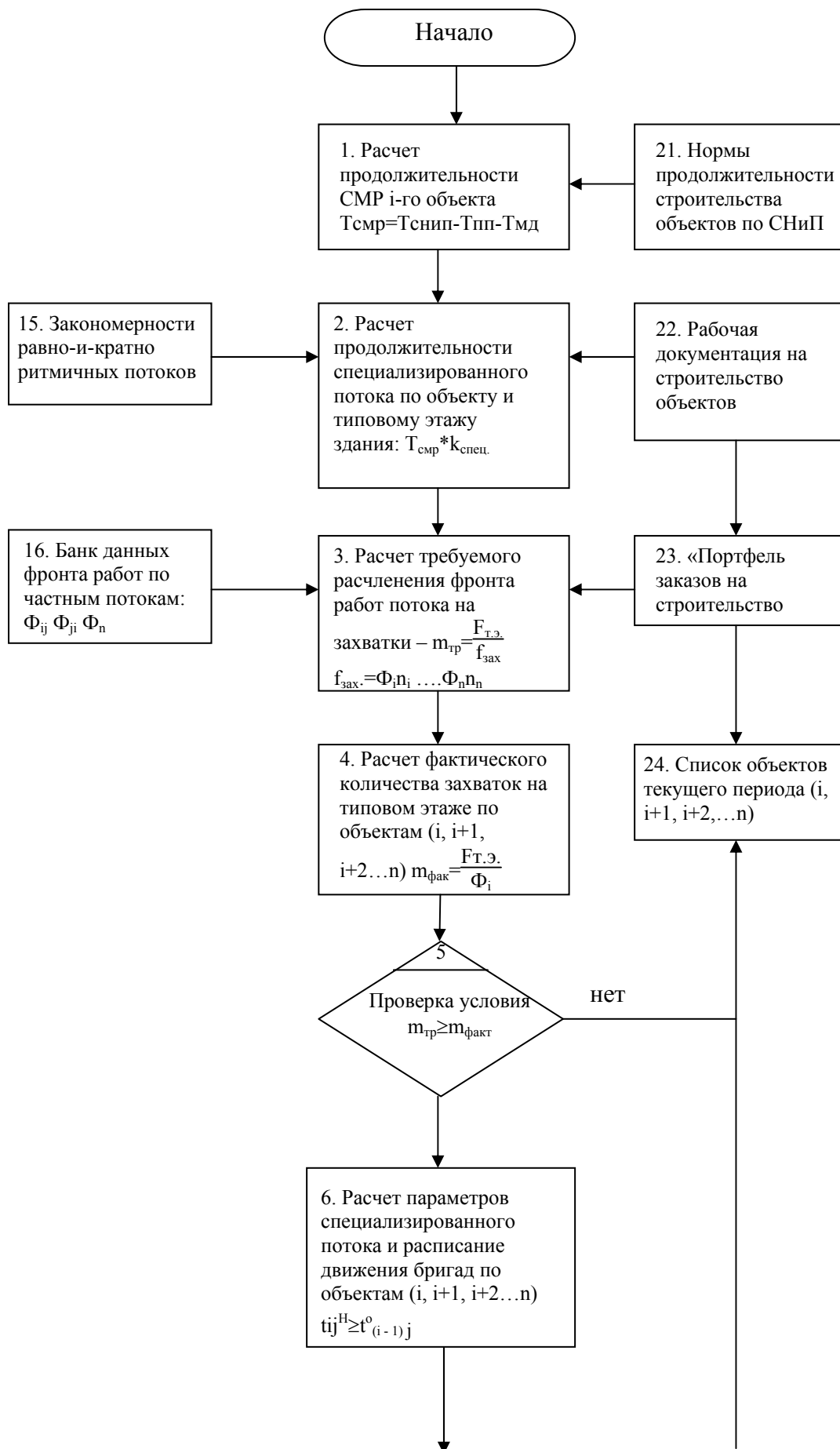


Рисунок 1. Рабочее окно программы



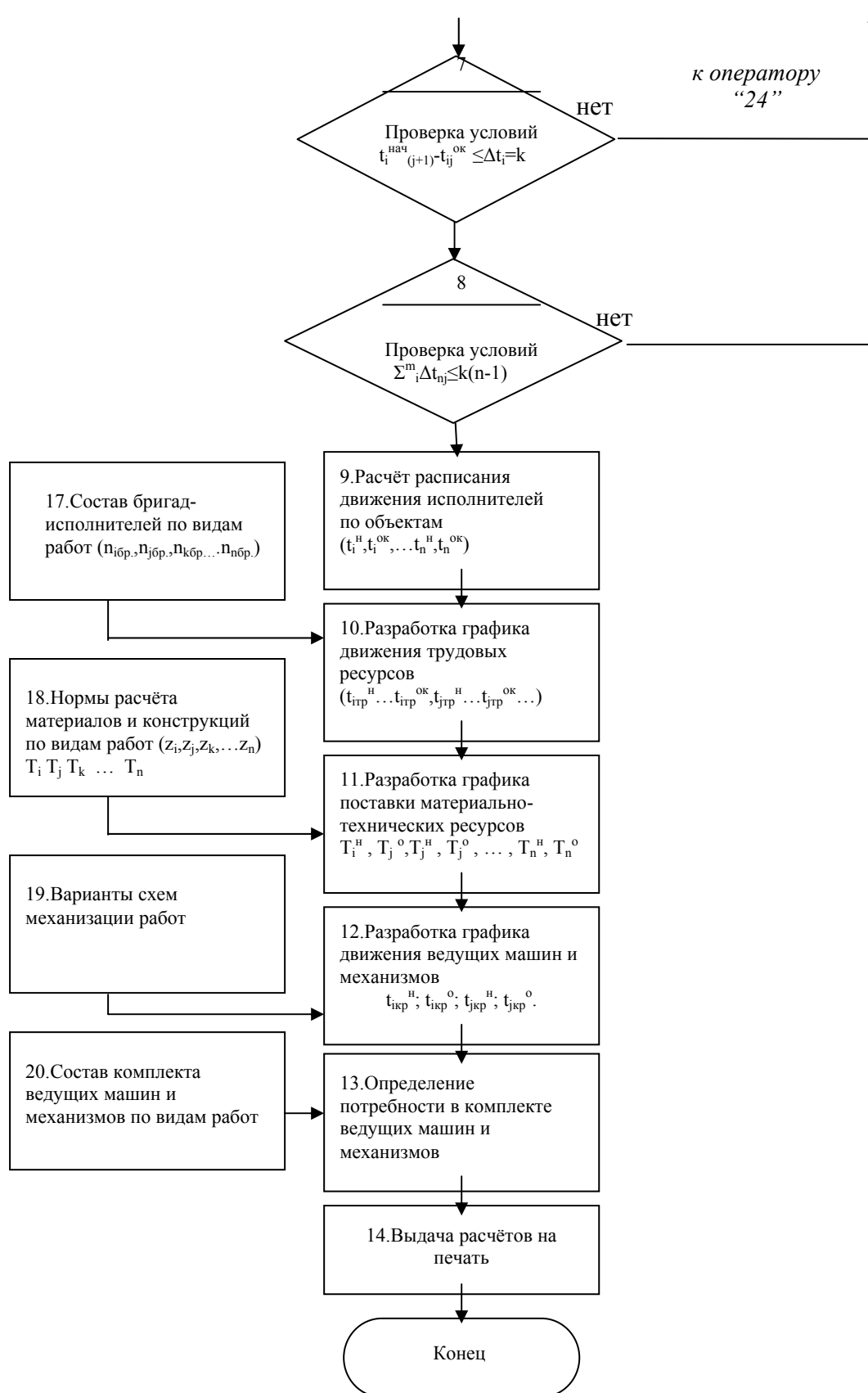


Рисунок 2. Блок-схема алгоритма оптимизации специализированного потока возведения многослойных стен жилых зданий

Литература

1. Афанасьев А. В. Календарное планирование при проектировании организации работ/ Л., Стройиздат, 1991.
2. Афанасьев А. В. Параллельно-поточная организация работ/ Л., Стройиздат, 1991
3. Султанова Е. А. Оптимальное планирование неритмичных потоков застройки и реконструкции жилого массива/-Уфа, 2003.-Издательство УГНТУ, 2003, 349 с.
4. Федорцев И. В., Султанова Е. А. Алгоритм и программа расчета формирования оптимального плана строительства и реконструкции объектов/ Уфа, 2003.-Издательство УГНТУ, 2003, с. 135-136.
5. Гончаров Б. В., Федорцев И. В., Бабков В. В., Султанова Е. А. Оптимизация специализированного потока возведения многослойной стены/ Самара, 2005., с. 64-66.
6. Султанова Е. А. Алгоритм оптимального расписания строительства группы объектов/Уфа, Издательство УГНТУ, 2004., с. 25-26.