



# СОКРАЩЕНИЕ ПЛОЩАДИ СТРОИТЕЛЬНОЙ ПЛОЩАДКИ ЗА СЧЕТ ОПТИМИЗАЦИИ КАЛЕНДАРНЫХ ПЛАНОВ

Зокирова Г.З.<sup>1</sup>

докторант

Базарбаев Ф.Н.<sup>2</sup>

т.ф.н., доцент

<sup>1-2</sup> Тошкент Архитектура Қурилиш Институти

<https://doi.org/10.5281/zenodo.6616635>

## ARTICLE INFO

Received: 28<sup>th</sup> May 2022

Accepted: 02<sup>nd</sup> June 2022

Online: 05<sup>th</sup> June 2022

### KEY WORDS

календарное  
планирование;  
строительный  
генеральный план;  
ресурсный график;  
оптимизация;  
выравнивание ресурсов;  
пиковые нагрузки;  
эвристический  
алгоритм

## ABSTRACT

В статье анализируется современная методология построения генерального строительного плана. Требования минимизации площадей сторон застройки в условиях стесненного города приводят к возрастанию значимости снижения пиковых значений потребности в ресурсах в графике движения рабочих.

Метод учитывает режим диалога и возможности программы MS Project. Представлена технико-экономическая оценка предлагаемых оптимизационных решений мастер-плана.

Основными организационно-технологическими документами, регламентирующими требования к строительному генеральному плану при строительстве жилищно-гражданских, сельских и промышленных объектов, являются проект организации строительства (ПОС) и проект производства работ (ППР) [1].

ПОС и ППР обеспечивают не только высококачественное выполнение работ в заданные сроки, но и, что самое главное, безопасность строительства, поскольку содержат мероприятия по выполнению требований Технических регламентов в строительстве [2,3]. Поэтому наличие и использование в строительном

производстве проектно-строительного плана генерального строительного плана. Требования минимизации площадей сторон застройки в условиях стесненного города приводят к возрастанию значимости снижения пиковых значений потребности в ресурсах в графике движения рабочих. Метод учитывает режим диалога и возможности программы MS Project. Представлена технико-экономическая оценка предлагаемых оптимизационных решений мастер-плана.

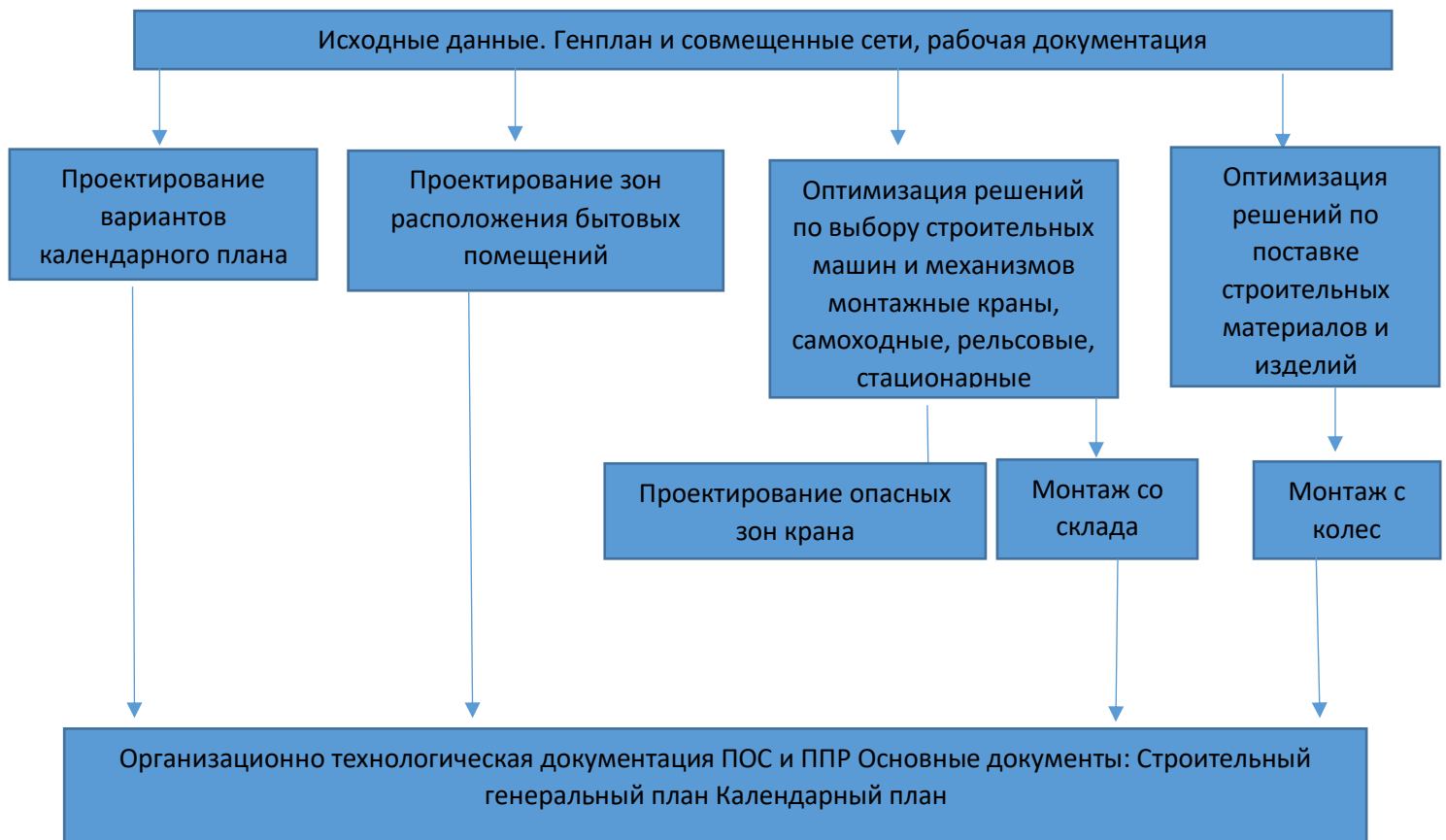
строительной организации [4,5].

В соответствии с проектом организации строительства включает, в том числе, календарный план строительства и строительный генеральный план. Последний должен содержать:

- решения по организации следующих производственных процессов;
  - санитарно-эпидемиологические и гигиенические требования;
  - инженерное обеспечение территории строительства, включающее средства коммуникаций;
  - требования к безопасности.

Таким образом, при проектировании строй генплана

необходимо принимать решения по широкому кругу вопросов, которые в конечном итоге определяют технико-экономические показатели проекта организации строительства. На рис. 1 представлена блок-схема проектирования строительного генерального плана



**Рисунок 1. Блок-схема проектирования строительного генерального плана**  
Анализ норм размещения объектов строительного хозяйства при

проектировании стройгенпланов [6,7] показывает достаточно сложную формализацию зависимости площади стройплощадки от конкретных параметров строительства. Поэтому подавляющее число научно-практических работ, ориентированных на поиск

оптимальных решений в организации строительства, находится в сфере календарного планирования [8,9,10].

Одной из оптимизационных задач календарного планирования является опосредованная минимизация площади строительной площадки через минимизацию максимума графика



движения рабочих [6]. В данной статье предлагается методика минимизации ресурсных пиков за счет вариации ресурсных профилей.

Задачи календарного планирования, целью которых являлось воздействие на график неравномерности использования ресурсов, ставились и решались ранее. При этом под распределяемыми ресурсами понимаются рабочие или проектировщики различных специальностей. Эти ресурсы обладают свойством возобновляемости и относятся к ресурсам 2 рода (нескладируемых и возобновляемых). Предполагается, что каждая отдельная работа потребляет, как правило, один вид таких ресурсов. На интенсивность потребления ресурса определенного вида отдельной работой могут накладываться различные ограничения.

Каждому календарному плану реализации комплекса и каждому из распределяемых ресурсов соответствует функция, выражающая суммарную интенсивность потребления ресурса в каждый момент времени. Целевую функцию полагают «ступенчатой», т.е. постоянной на каждом элементарном промежутке времени (день, неделя, месяц и т.д.). Количественный показатель неравномерности использования ресурса, является, как правило, средней оценкой. При необходимости учета двух и более видов ресурсов используются два способа. В первом способе выравнивания сначала учитывают лишь один (в каком-то смысле наиболее важный) вид ресурса и оптимизируют его использование. Затем, фиксируя достигнутое значение

показателя использования этого ресурса, переходят к учету следующего (в соответствии с принятым приоритетом). При этом выбирают календарные планы, оптимизирующие использование второго ресурса и не ухудшающие (или ухудшающие не более чем на заданную величину) показатель качества использования первого вида ресурса и т.д.

При втором способе выравнивания применяются «взвешенные» показатели качества использования всего множества учитываемых ресурсов. Оценка значимости отдельных видов ресурсов производится путем присвоения каждому из них некоторого числового параметра (веса множителя) и построения с помощью этих параметров единого показателя качества.

Критерий выравнивания загрузки ресурсов используется в программном комплексе MS Project. При автоматическом выравнивании загрузки Project выбирает задачи, выполнение которых следует задержать или прервать, учитывая при этом такие факторы, как идентификатор задачи, имеющийся временной резерв, приоритет задачи, зависимости задачи, ограничения задачи, плановые даты.

Критерий выравнивания загрузки ресурсов с помощью комплекса MS Project соответствует целям календарного планирования на стадии стройгенплана.

Практика производства строительных работ показывает, что многие работы могут производиться с разной интенсивностью или разным набором профилей ресурсов в MS Project.



Как показано в исследовании [6], вариации профилей ресурсов позволяют снизить пиковые значения ресурсных профилей. При этом предлагается алгоритм полного перебора возможных профилей ресурсов для работ, составляющих пиковые нагрузки. Для целей практического проектирования календарных планов и графиков движения рабочих в составе ПОС нами предлагается эвристический алгоритм перебора профилей ресурсов для пиковых нагрузок, основанный на методах статистического моделирования. Алгоритм предполагает перебор ограниченного числа

$$L = \begin{bmatrix} 1 \text{ профиль «загрузка в начале»} \\ 2 \text{ профиль «загрузка в конце»} \\ 3 \text{ профиль «черепаша»} \\ 4 \text{ профиль «плоский»} \end{bmatrix}$$

Эффективность изменения интенсивности оценивается путем расчета и сравнительного анализа вариантов при различных значениях интенсивности тех или иных работ. Методика выравнивания ресурсных пиков для календарных планов в составе стройгенплана: 1) определение ресурсного пика работ при стандартном (заданном по умолчанию) плоском профиле ресурсов; 2) применение к полученному на первом шаге календарному плану стандартной процедуры MS Project выравнивания загрузки ресурсов; 3) определение строительных работ ресурсного пика; 4) оценка ресурсного пика графика движения рабочих; 5) осуществление

вариантов и выбор лучшего по критерию пиковых значений ресурсов. Применение алгоритма позволяет найти приемлемое решение за короткое время.

Примем интенсивности работ (профили загрузки)  $L$  переменными поставленной задачи.

Исследование вариации профилей загрузки в целях снижения пиковых значений, выполненных в работе [6], показали, что целесообразно использовать четыре профиля – загрузка в начале, загрузка в конце, черепаша, плоский. Пусть профиль обозначается следующим образом:

перебора профилей ресурсов по формуле (2).

Рассчитывается 20 вариантов календарных планов и выбирается лучший по критерию:

$$R_{\text{пик}} \rightarrow \min,$$

где  $R_{\text{пик}}$  представляет сумму работ ( $r$ ), образующих ресурсный пик в зависимости от принятых ресурсных профилей  $L$ . В результате работы алгоритма получим множество различных расписаний. Вычисляемое для каждого такого расписания значение функции  $R_{\text{пик}}$  – минимальной загрузки используемых ресурсов – служит критерием, по которому следует сравнивать полученные расписания.

## Выводы



1. Предложен эвристический алгоритм и методика минимизации ресурсных пиков за счет вариации ресурсных профилей, включающая режим диалога и компьютерные технологии MS Project.  
2. Снижение пиковых нагрузок позволит минимизировать площадь

строительной площадки и приведет к экономии ресурсов.

3. На примере конкретного объекта получены оптимизированные графики движения рабочих и рассчитан экономический эффект.

## References:

1. Дикман Л. Г. Организация строительного производства. М. : АСВ, 2003. 512 с.
2. Асаул А. Н., Барановская Н. И. Экономика строительства. М. : АСВ, СПбГАСУ, 2004. 175 с.
3. Бовтеев С. В., Еременко В. П. Управление проектами в строительстве: Учеб. пособие / СПбГАСУ. СПб., 2004. 424 с.
4. Богданов В. В. Управление проектами в Microsoft Project: учебный курс. СПб. : Питер, 2003. 640 с.
5. Kahkonen K. Project Management Software Packages-Exam – pies from Recent Trends and Developments // Project Management. 1995. Vol.18, No.3. Pp. 18-20.
6. Болотин С. А. Анализ потенциальных возможностей проектирования оптимального строительного генерального плана // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2008. №4. С. 30-33.
7. Малкин М. М. Оптимизация графика движения рабочих в календарных планах методом вариации ресурсных профилей: дис. канд. техн. наук: 05.23.08. Санкт-Петербург. 2010. 149 с.
8. Абдуллаев Г. И. Влияние организационно-технологических факторов на эффективность управления строительством сооружений // Инженерно-строительный журнал. 2011. №2. С. 52-54.
9. Заренков В. А. Управление проектами. М. : АСВ, 2006. 312 с.
10. Виленский П. Л., Лившиц В. Н. Оценка эффективности инвестиционных проектов. Теория и практика. М. : Дело, 2001. 832 с.