

КУРУЛУШ УЮМДАРЫНЫН КАЛЕНДАРЛЫК ПЛАНДАРЫН ТУЗУУНУН ЖАНА ОПТИНАЛДАШТЫРУУНУН МОДОДОРУ

Зиянсызов Е.Н.¹, Кашкинбаев И.З.²

⁽¹⁾ К.И. Сатпаев атындагы КазНИТУ «Курулуш жана курулуш материалдарын чыгаруу» кафедрасынын магистранты, ш.Алматы Казакстан Республикасы, yerkebulan1103@mail.ru

⁽²⁾ К.И. Сатпаев атындагы КазНИТУ профессору, т.и.д., ш.Алматы Казакстан Республикасы, i_kashkinbayev@mail.ru

Аннотация. Макалада курулуш ишканаларынын календарлык пландарын түзүү жана оптималдаштыруу ыкмалары, алардын маңызы жана ар кандай конкреттүү учурларда колдонулушу баяндалат. Ошондой эле курулуш процесстерин пландаштыруу үчүн графиктердин жана графиктердин негизги түрлөрү жана календарлык пландарды түзүүдө колдонулуучу ченемдик документтер баяндалган. Графиктерди оптималдаштыруунун колдонулуп жаткан жана жигердүү колдонулган ыкмаларынан тышкары, курулуш технологияларына жаңыдан киргизиле баштаган оптималдаштыруу алгоритмдерин өнүктүрүүнүн жаңы багыттары сүрөттөлгөн.

Өзөктүү сөздөр: пландоо; оптималдаштыруу; график; ППР; курулушту уюштуруу;

МЕТОДЫ ФОРМИРОВАНИЯ И ОПТИМИЗАЦИИ КАЛЕНДАРНЫХ ПЛАНОВ СТРОИТЕЛЬНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ

Зиянсызов Е.Н.¹, Кашкинбаев И.З.²

⁽¹⁾ магистрант кафедры «Строительство и производство строительных материалов» КазНИТУ им. К.И. Сатпаева, г.Алматы Республика Казахстан, yerkebulan1103@mail.ru

⁽²⁾ д.т.н., профессор КазНИТУ им. К.И. Сатпаева, г.Алматы Республика Казахстан, i_kashkinbayev@mail.ru

Аннотация. В статье описаны методы формирования и оптимизации календарных планов строительных предприятий, их сущность и применимость в разных конкретных случаях. Также описаны основные виды графиков и графиков планирования строительных процессов и нормативные документы, используемые при формировании календарных планов. Помимо существующих и активно используемых методов оптимизации календарных планов описаны новые направления развития алгоритмов оптимизации, которые только начинают внедряться в строительные технологии.

Ключевые слова: Календарное планирование; оптимизация; график; ППР; организация строительства;

METHODS FOR FORMING AND OPTIMIZING CALENDAR PLANS OF CONSTRUCTION ORGANIZATIONS

Ziyansyzov Y.N.¹, Kashkinbayev I.Z.²

⁽¹⁾ master student of the department "Construction and production of building materials", Satbayev University, Almaty, Republic of Kazakhstan, yerkebulan1103@mail.ru

⁽²⁾ d.t.s., professor Satbayev University, Almaty, Republic of Kazakhstan, i_kashkinbayev@mail.ru

Abstract. The article describes the methods for the formation and optimization of calendar plans for construction enterprises, their essence and applicability in various specific cases. The main types of schedules and schedules for planning construction processes and regulatory documents used

in the formation of calendar plans are also described. In addition to the existing and actively used methods for optimizing schedules, new directions for the development of optimization algorithms are described, which are just beginning to be introduced into building technologies.

Keywords: Scheduling; optimization; schedule; PWP; organization of construction

Введение. Для контроля действий участников строительного процесса и времени их выполнения воссоздается календарный план, занимающий особое место в комплексе задач планирования и управления строительством. Календарный план – это документ в структуре строительного проекта, определяющий сроки проведения работ и их график. В рамках проекта организации строительства (ПОС) разрабатывается сводный график строительства, в рамках проекта производства работ (ППР) – календарные планы работ по отдельным объектам. На основании данных календарного плана отслеживается ход выполнения работ и координируется работа исполнителей. Сроки, рассчитанные в календарном плане, берутся за основу для более детальной обработки данных, например, в недельных и суточных графиках и сменных заданиях. Для разработки календарного плана исходными данными являются рабочие чертежи, данные строительных изысканий, сведения о материально-технических ресурсах и нормативные сроки строительства. При составлении календарных планов предусматривается использование передовой технологии производства; выполнение строительства поточным методом с максимальной согласованностью работ, равномерной загрузкой основных исполнителей и равномерным расходом ресурсов; соблюдение требований технических условий и правил техники безопасности.

Материалы и методы. Календарные графики делятся на четыре типа [8 - 17], которые различаются между собой в зависимости от задач и вида документации, но должны быть тесно связаны друг с другом (рис.1).



Рис. 1. Виды календарных планов

- Сводный график в проекте организации строительства определяет последовательность возведения объектов, то есть сроки начала и окончания

строительства каждого из объектов, количество времени на подготовительный период и все строительство в целом.

- График объекта в проекте производства работ определяет временные рамки для каждого вида работ на объекте от начала строительства до момента ввода в эксплуатацию.

- Графики работ составляются непосредственно участниками строительства на неделю, месяц, несколько месяцев. Они имеют достаточно упрощенную форму, но максимально точно передают реальную обстановку на строительной площадке. Планирование по этому способу должно осуществляться на протяжении всего периода строительства.

- Часовые (минутные) графики составляются разработчиками технологических карт и карт рабочего процесса, хорошо продуманы, но, к сожалению, во многих ситуациях требуют корректировки, исходя из их ориентации на типовые условия труда.

Календарный план является неотъемлемой частью стратегического планирования. Он демонстрирует: какими производственными мощностями располагает предприятие, какой объем работ оно может выполнить. По договору строительного подряда подрядчик обязуется в установленный договором срок построить по заданию заказчика определенный объект или выполнить иные строительные работы, а заказчик обязуется создать необходимые условия для выполнения работ, исполнить подрядчика, принять их результат и заплатить оговоренную цену. Для согласования сроков выполнения сторонами договора строительного подряда взаимных обязательств обычно прилагаются различные календарные планы и графики, которые становятся составными частями договора. Метод планирования помогает решать задачи на двух уровнях:

Уровень производства (уровень подрядчика)

- Решение проблем организации технического планирования в рамках ППР
- Цель – планирование сроков с учетом всех производственных реалий, фактического расхода материалов, расходных материалов, используемых технологий и т.д. Оптимизация на этом уровне – доведение до оптимума стоимости, технологичности, материалоемкости производства.

Уровень клиента

- Решение задач инвестора на стадии разработки генеральным проектировщиком проекта организации строительства.

- Цель – определить порядок возведения объектов, сроки начала и окончания каждого объекта, продолжительность подготовительного периода и всего строительства в целом. Как правило, на подготовительный период составляется отдельный календарный график. Существующие нормативы предусматривают составление в ПОС календарных планов в денежном выражении, т.е. с распределением по кварталам или годам (для подготовительного периода - по месяцам).

Формирование методов решения практических задач основано на определении:

- задачи оптимизации, выраженные в виде критерия, значение которого указывает на предпочтения того или иного из сравниваемых параметров.
- Достижимые значения критерия эффективности, зависящие от ограниченных ресурсов, что снижает возможность повышения эффективности.



Рис. 3. Прагматическое направление решения оптимизационных задач

Оптимизационные модели, служащие для управления объектом или процессом, строятся для получения наиболее эффективных результатов при изменении параметров управления.

Критерий оптимальности – технологическая характеристика, оценивающая экономичность труда. Различают простые и сложные критерии оптимальности. Простой критерий оптимальности используется, когда необходимо определить экстремум целевой функции без указания условий на другие величины.

Таблица 2. Критерий оптимальности.

	Простой критерий оптимальности	Комплексный критерий оптимальности
1	2	3
Приложение	Если необходимо определить экстремум целевой функции без указания условий на другие величины. Обычно используется при решении конкретных оптимизационных задач.	При необходимости установить экстремум целевой функции при некорректных условиях, наложенных на ряд других переменных и ограничений.



Основной задачей оптимизации является нахождение экстремума функции оптимальности различными методами.

Таблица 3. Для оптимизации расписания существует 3 взаимодополняющих метода

№	Название метода	Суть метода
1	2	3
1	Формальное построение критического пути	Задача является критической, если смещение календарного начала работ вызывает изменение даты окончания проекта. Все формальные критические задачи составляют критический путь проекта.
2	«Раскачивание» календарного плана	Формальное определение критического пути в ряде случаев приводит к опасным ошибкам, так как оно не является самодостаточным. Для выявления всех возможных изменений критического пути применяется «раскачивание» календарного плана. Он заключается в том, что продолжительность каждой задачи варьируется в пределах 25-30%, удаляются и вводятся новые связи. Если в критическом пути происходят критические изменения, зависимости между задачами устанавливаются некорректно и возникает необходимость проверить все зависимости и переустановить их.
3	Экспертный анализ	Окончательный и самый эффективный способ установить критические задачи. Помимо задач, полученных двумя предыдущими способами, уточняются задачи, наиболее содержащие риск задержек.

Таблица 4. Рекомендуемые методики

Для проверки продолжительности критических задач и компенсации рисков для вывода календарных резервов
Проверка и установление зависимостей между критическими задачами
Минимизирование количества связей, разместив важные задачи между точками ключевых событий календаря

оптимизации, которые наряду с классическими методами внедряются в строительную отрасль, ускоряя и облегчая планирование.

Одним из таких методов является программный пакет Microsoft Project, который разрабатывает календарные планы, которые впоследствии необходимо оптимизировать.

В программном комплексе также можно при необходимости сжать график, разгрузить ресурсы, управлять стоимостью проекта и многое другое с учетом различных нюансов проекта, учитываемых в настройках.

Совершенно новым подходом к процессу планирования распределения ресурсов производственной программы строительного предприятия является следующий

алгоритм. Сначала введем понятие мощности строительной компании - в этом случае мощность будет определяться со стоимостью планового ресурса (труда) строительной организации на реализацию проектов производственной программы (на конец года). Стоимость этого ресурса (труда) будет постоянной, поэтому принципиальный подход к виду диаграмм распределения ресурсного поля во времени очевиден - фактическое распределение ресурсов должно быть максимально приближено к постоянной величине плановый показатель. В этом случае окончательное плановое значение размера ресурса будет учитывать определенную поправку на временную нетрудоспособность, больничный, призвание и т. д. (формула 1)

$$R_{\text{план, в}} = R_{\text{план}} \pm \Delta R, \text{ где} \quad (1)$$

$R_{\text{план}}$ - начальная плановая величина, полученная по результатам анализа продолжительности работы планово-финансовых отделов строительных организаций и анализа организационно-технологической документации по объектам производственных программ

ΔR - коррекция стоимости ресурса,

$\Delta R \in [0,01;3]$ (по статистическим данным)

$$R_{\text{план}} = R_{\text{теор}}, \text{ где} \quad (2)$$

Основной принцип построения разработанного алгоритма заключается в том, что количество трудовых ресурсов по всем объектам производственной программы в конкретном сечении ресурсного графика должно быть минимальным.

$$\sum (R_{\text{теор}} n - R_{\text{факт}}) \rightarrow \min \quad (3)$$

$R_{\text{теор}}$ - теоретическое потребление ресурсов программными объектами, равное постоянному плановому значению;

$R_{\text{факт}}$ - фактическое потребление ресурсов программными объектами;

n - количество объектов производственной программы в диапазоне $\in [1;]$

В качестве ограничения алгоритма оптимизации применяется следующее условие:

$$T \leq T_{\text{дир}} \quad (4)$$

T - общее фактическое время производства на объекте, утвержденное производственной программой;

$T_{\text{дир}}$ - директивная дата выполнения работ на объекте в соответствии с договором подряда.

Выводы. Разработки авторов в области оптимизации планирования строительного производства позволяют использовать новые алгоритмы эффективного распределения ресурсов между строительными площадками программы. Таким образом, в зависимости от возможностей организации технологической специализации организации и технологических схем строительства различных объектов, организаторы производства и руководители строительных фирм получают инструмент

для получения оптимального решения в условиях непредсказуемого включения объектов в производственную программу предприятия. Вместе с существующими программными комплексами и системой поддержки принятия управленческих решений методика распределения строительных работ (собственными силами организации или силами подрядных организаций) приобретает четкую алгоритмизацию для достижения большего экономического и технологического эффекта ввода объектов по сравнению с полностью интуитивным управлением методов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Олейник П., Юргайтис А.** Оптимизация решений годовой программы строительства (MATEC Web of Conferences, 117, 2017)
2. **Дмитрий Топчий, Анастасия Шатрова, Алексей Юргайтис,** Комплексный строительный надзор как инструмент снижения рисков застройщика при реализации новых и редевелопментных проектов (MATEC Web of Conferences, 193, 2018)
3. **Олейник П., Юргайтис А.** Методика формирования решений некритических мероприятий при составлении и оптимизации годовой программы организаций строительного комплекса (MATEC Web of Conferences 193, 2018)
4. **М. Рогальска, В. Божейко, З. Хейдуцкий,** Оптимизация времени/стоимости с использованием гибридного эволюционного алгоритма при планировании строительных проектов (Автоматизация в строительстве, 2008 г.)
5. **В. Божейко, З. Хейдуцкий, М. Ухронски, М. Водецкий,** Решение задач планирования строительства с ограниченными ресурсами с перекрытиями с помощью метаэвристики (Журнал гражданского строительства и управления, 2014)
6. **В. Божейко, З. Хейдуки, М. Водецки** Применение метаэвристических стратегий в управлении строительными проектами (Журнал гражданского строительства и управления, 2012)
7. **М. Рогальска, В. Божейко, З. Хейдуки, М. Водецки,** Разработка метода временных связей с использованием эволюционных алгоритмов (ISARC 2008 - Материалы 25-го Международного симпозиума по автоматизации и робототехнике в строительстве, 2008 г.)
8. **М. Рогальска, З. Хейдуцкий,** Временные буферы в планировании строительных процессов (Журнал гражданского строительства и управления, 2007)
9. **З. Хейдуцкий, М. Рогальска,** Сокращение времени реализации строительных проектов с применением теории ограничений и планирования критической цепи (Журнал гражданского строительства и управления, 2005 г.)
10. **Хейдуцкий З.** Проблемы последовательности в методах организации строительных процессов.
11. **Хейдуцкий З., Мрозович Я.** Поточковые методы организации строительных работ: Введение в проблему (Инженерный, строительный и архитектурный менеджмент, 2001).