

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	5
1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ.....	6
1.1. Традиционные и современные методы календарного планирования.....	6
1.2. Сравнение традиционных методов календарного планирования.....	8
1.3. Технологии информационного моделирования.....	9
1.3.1. Основы 4D-моделирования.....	9
2. СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ И КОМПЬЮТЕРНЫХ ПРАКТИКУМОВ.....	11
2.1. Формирование цифровой информационной модели.....	11
2.1.1. Запуск программы.....	11
2.1.2. Построение осевой сетки.....	13
2.1.3. Работа с инструментом «Уровень» .....	15
2.1.4. Построение стен цоколя.....	16
2.1.5. Создание фундаментной плиты .....	17
2.1.6. Построение наружных стен первого этажа .....	19
2.1.7. Построение внутренних стен первого этажа .....	19
2.1.8. Плита перекрытия .....	21
2.1.9. Построение лестницы.....	22
2.1.10. Создание дверных конструкций первого этажа .....	23
2.1.11. Создание оконных конструкций первого этажа .....	23
2.1.12. Создание остальных этажей .....	24
2.1.13. Создание крыши.....	26
2.1.14. Создание входной группы.....	26
2.1.15. Экспорт модели в формат IFC .....	27
2.2. Разработка календарного плана.....	28
2.2.1. Порядок разработки календарного плана .....	28
2.2.2. Формирование ведомости объемов работ, затрат труда и машинного времени .....	29
2.2.3. Построение топологии сетевой модели возведения объекта.....	38
2.2.4. Разработка календарного плана в программном комплексе Plan-R .....	41
2.2.5. Интеграция календарного графика и ЦИМ в Plan-R.....	46
Библиографический список .....	50

## **ВВЕДЕНИЕ**

В учебно-методическом пособии представлен материал по основам информационного моделирования для организации и планирования на этапе строительства жизненного цикла объекта капитального строительства.

Рассмотрен порядок выполнения сквозного примера организации и планирования с применением технологий информационного моделирования (ТИМ). Разобран порядок формирования цифровой информационной модели (ЦИМ) в программном комплексе Renga. Далее описан порядок составления календарного плана в программном комплексе Plan-R. После чего рассмотрен механизм связи элементов модели и работ календарного плана для визуализации этапа строительства жизненного цикла здания. Результатом является 4D-модель, которая может использоваться для более четкого планирования строительства, оптимизации процессов, мониторинга прогресса, а также для выявления пространственно-временных коллизий.

Изучение материалов данного учебно-методического пособия позволит обучающимся получить знания общих принципов разработки цифровых информационных моделей, форматов представления данных в ЦИМ, принципов разработки календарных графиков, требований к программному обеспечению, а также навыки интеграции цифровой информационной модели и календарно-сетевого графика строительства.

# 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ

## 1.1. ТРАДИЦИОННЫЕ И СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ КАЛЕНДАРНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ

Календарное планирование — это процесс составления последовательности выполнения работ с указанием их длительности, взаимосвязей и необходимых ресурсов. Оно используется для контроля за ходом проекта и своевременного выявления отклонений. Традиционными методами календарного планирования являются циклограммы, матрицы, сетевые модели и линейные графики.

Развитие цифровых технологий привело к появлению новых инструментов планирования, таких как 4D-моделирование, которое значительно повышает точность и наглядность графиков работ. Рассмотрим последовательно как традиционные, так и современные методы календарного планирования.

### Циклограммы

Циклограмма представляет собой вертикальный график, в котором на оси абсцисс откладываются параметры времени, а по оси ординат — пространственные параметры (захватки). На циклограмме наклонными линиями изображаются потоки (процессы) (рис. 1.1). Угол наклона линий к оси абсцисс зависит от продолжительности выполнения процессов по захваткам.



Рис. 1.1. Циклограмма разноритмичных потоков:  
ОПМ — организационно-пространственный модуль (ярус, захватка)

### Матрицы

При моделировании строительных потоков применяются не только графические модели, но и матричные, позволяющие проводить аналитические расчеты.

Матрица (таблица) имеет размерность  $M \times N$  (число столбцов равно числу работ, а число строк равно числу захваток). Матрица заполнена значениями продолжительности работ:  $t_{ij}$ , где  $i$  — работа,  $j$  — захватка (рис. 1.2).

На основе матриц можно выполнять оптимизацию продолжительности (например, метод Гунейко) и рассчитывать показатели качества организации процессов (коэффициент плотности, коэффициент совмещения).

		Частные потоки					$\frac{\sum t_j}{t_j + t_0}$			
		1	2		3	4				
		1	8	10	2	0	6	0	5	
Организационно-пространственные модули	1	0	18	20	26	30	35	5/7		
	2	8	10	2	0	6	0	4	0	5
	3	13	20	26	30	35	40	19/34		
	4	14	23	28	31	37	47	6/17		
	5	19	25	31	33	38	48	23/35		
Макс. критич. сближ.		30	20	16	16	23	23	28	28	
Номер с максимальным критическим сближением		5	23	1	13	1	21	1	24	
		21		13		23		25		
		24		13		19		19		
		30		13		19		23		

Рис. 1.2. Матрица

### Сетевые модели

Для планирования и управления ходом производства строительно-монтажных работ пользуются сетевыми моделями.

Сетевые модели представляют собой графическое отображение взаимосвязанных работ в виде узлов и стрелок (рис. 1.3). Они помогают определить критический путь и оценить возможные задержки.

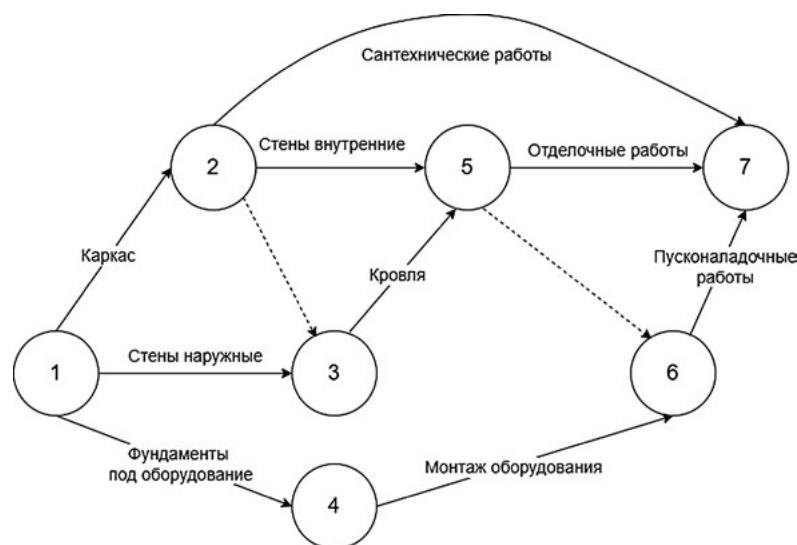


Рис. 1.3. Основные элементы сетевой модели

### Линейные графики

Линейный график Ганта — это один из наиболее популярных инструментов календарного планирования, который отображает задачи проекта в виде горизонтальных полос (линий) на временной шкале (рис. 1.4).

№	Наименование работы	Первая неделя	Вторая неделя	Третья неделя	Четвертая неделя
1	Бетонные работы (первая захватка)				
2	Бетонные работы (вторая захватка)				
3	Бетонные работы (третья захватка)				
4	Бетонные работы (четвертая захватка)				

Рис. 1.4. Линейный график Ганта

## 1.2. СРАВНЕНИЕ ТРАДИЦИОННЫХ МЕТОДОВ КАЛЕНДАРНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ

Сравнение методов календарного планирования приводится в табл. 1.1.

Таблица 1.1

### Сравнение циклограмм, матриц, сетевых моделей и линейных графиков для календарного планирования

Критерий	Циклограммы	Матрицы	Сетевые модели	Линейные графики
Наглядность	Высокая — хорошо видна последовательность и пересечение задач	Средняя — сложны для восприятия, но удобны для детального анализа связей	Высокая — четко показывают зависимости, но могут быть перегружены	Высокая — простая визуализация хода работ по времени
Гибкость	Достаточно высокая — легко корректировать	Высокая — удобно вносить изменения в связи между работами	Средняя — сложность пересчета при изменениях	Высокая — легко адаптировать при изменении сроков
Оптимизация ресурсов	Хорошая — видно наложение задач и загрузку	Средняя — требует дополнительного анализа	Отличная — позволяет учитывать узкие места	Средняя — позволяет отслеживать загрузку ресурсов, но не оптимизирует их автоматически
Контроль сроков	Хороший — легко отслеживать дедлайны	Средний — сроки отслеживаются через зависимости	Отличный — четко выделяется критический путь	Хороший — с учетом зависимостей позволяет эффективно контролировать выполнение задач
Выявление узких мест	Хорошее — видно конфликтующие задачи	Среднее — требуется анализ таблицы	Отличное — можно выявить критические узлы	Низкое — сложно увидеть взаимосвязи между задачами
Автоматизация	Хорошо интегрируется в системы управления проектами	Хорошо автоматизируется	Требует сложных расчетов и специализированных инструментов	Простая автоматизация в Excel или других инструментах
Применимость	Для повторяющихся и циклических процессов	Для детального анализа связей между задачами	Для сложных проектов с зависимостями	Для линейных процессов с четкой последовательностью действий

### *Основные выводы:*

Циклограммы полезны для контроля параллельных и циклических задач, где важно отслеживать загруженность ресурсов.

Матрицы удобны для детального анализа зависимостей, но сложны в восприятии.

Сетевые модели — лучший вариант для сложных проектов с зависимыми задачами, где важно определить критический путь.

Линейные графики просты и удобны, если проект идет последовательно, но плохо работают с зависимостями между задачами.

## **1.3. ТЕХНОЛОГИИ ИНФОРМАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ**

*Технологии информационного моделирования (ТИМ)* — система, включающая в себя программно-технические средства, документы, результаты, процессы и участников, обеспечивающих создание, сбор, накопление, обработку, контроль, хранение, представление и распространение информации в виде цифровых информационных моделей и электронных документов.

*Информационная модель объекта капитального строительства (ИМ ОКС)* — совокупность взаимосвязанных сведений, документов и материалов об объекте капитального строительства, формируемых в электронном виде на этапах выполнения инженерных изысканий, осуществления архитектурно-строительного проектирования, строительства, реконструкции, капитального ремонта, эксплуатации и (или) сноса объекта капитального строительства.

*Цифровая информационная модель (трехмерная модель, ЦИМ)* — электронный документ в составе информационной модели объекта капитального строительства (ИМ ОКС), представленный в цифровом объективно-пространственном виде.

Преимущества ТИМ в календарном планировании:

- автоматическая генерация графиков на основе 3D-модели;
- улучшенная координация между участниками проекта;
- возможность анализа различных сценариев выполнения работ.

### **1.3.1. Основы 4D-моделирования**

*ЦИМ 4D (4D-модель)* — ЦИМ с добавлением времени в качестве атрибута.

Преимущества 4D-моделирования:

- возможность визуализации хода строительства;
- оптимизация последовательности выполнения работ;
- раннее выявление потенциальных конфликтов в графике.

4D-моделирование активно используется в крупных строительных проектах, позволяя синхронизировать проектные решения с реальным ходом работ.

Методы календарного планирования постоянно развиваются, переходя от традиционных графиков к цифровым моделям с учетом временных и ресурсных ограничений. Внедрение ТИМ и 4D-моделирования позволяет значительно повысить точность прогнозирования сроков и координацию работ. Современные технологии делают планирование более эффективным, снижая риски и обеспечивая прозрачность процесса для всех участников проекта.

Программные продукты для 4D-моделирования присутствуют на зарубежном (Autodesk Navisworks, Synchro 4D) и на российском (Plan R, 7D Modeler) рынке, однако в данных программных решениях можно выделить общий алгоритм работы.

*Импорт данных:*

1. *Загрузка ЦИМ* — импорт ЦИМ ОКС или инфраструктурного объекта в программу 4D-моделирования. Как и большинство программных продуктов, поддерживающих ТИМ, программы для 4D-моделирования работают с форматом IFC. Помимо этого, для повышения точности при экспорте/импорте может быть реализована поддержка передачи данных в специализированном формате (например, Plan R позволяет загружать модели в формате IMC, экспорт в который возможен из Renga или Revit при помощи плагина).

Конец ознакомительного фрагмента.  
Приобрести книгу можно  
в интернет-магазине  
«Электронный универс»  
[e-Univers.ru](http://e-Univers.ru)