



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ

**СТРОИТЕЛЬНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ**

Издательство МИСИ – МГСУ

О.Н. Кузина

**АВТОМАТИЗАЦИЯ РАСЧЕТОВ
ПРИ ПЛАНИРОВАНИИ
СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА**

Учебно-методическое пособие



ISBN 978-5-7264-1971-8

© Национальный исследовательский
Московский государственный
строительный университет, 2019

Москва
2019

УДК 004:69
ББК 32.965:38
К89

Рецензенты:

доктор технических наук, профессор *А.В. Гинзбург*,
заведующий кафедрой ИСТАС НИУ МГСУ;
кандидат технических наук *Е.А. Серова*,
руководитель проекта ООО «Сетек Инжиниринг»

Кузина, Ольга Николаевна.

К89 Автоматизация расчетов при планировании строительного производства [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / О.Н. Кузина ; М-во науки и высшего образования Рос. Федерации, Нац. исследоват. Моск. гос. строит. ун-т. — Электрон. дан. и прогр. (4,5 Мб). — Москва : Издательство МИСИ – МГСУ, 2019. — Режим доступа: http://lib.mgsu.ru/Scripts/irbis64r_91/cgiirbis_64.exe?C21COM=F&I21DBN=IBIS&P21DBN=IBIS — Загл. с титул. экрана.

ISBN 978-5-7264-1971-8 (сетевое)

ISBN 978-5-7264-1970-1 (локальное)

Учебно-методическое пособие предназначено для выполнения компьютерных практикумов обучающимися по направлению подготовки «Автоматизация организации и планирования строительного производства».

Рассматриваются процессы автоматизации проектирования решений организационно-технологических задач для выбора рационального варианта организации процессов в строительных системах с использованием современных информационных систем.

Для обучающихся по направлениям подготовки 09.03.01 Информатика и вычислительная техника, 09.03.02 Информационные системы и технологии.

Учебное электронное издание

© Национальный исследовательский
Московский государственный
строительный университет, 2019

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ.....	5
Раздел 1. ОСНОВЫ ОРГАНИЗАЦИИ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА И ПРОЦЕССА ЕГО АВТОМАТИЗАЦИИ. ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПОТОЧНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ СТРОИТЕЛЬСТВА	7
Компьютерный практикум 1	7
Раздел 2. ОСНОВЫ СЕТЕВОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ОБЪЕКТОВ И СООРУЖЕНИЙ.....	20
Компьютерный практикум 2.....	20
Раздел 3. ОСНОВЫ КАЛЕНДАРНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ОБЪЕКТОВ И СООРУЖЕНИЙ.....	28
Компьютерный практикум 3	28
Раздел 4. ОСНОВЫ КАЛЕНДАРНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ОБЪЕКТОВ И СООРУЖЕНИЙ.....	37
Компьютерный практикум 4	37
Раздел 5. ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ ГЕНЕРАЛЬНЫХ ПЛАНОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ СРЕДСТВ АВТОМАТИЗАЦИИ	41
Компьютерный практикум 5	41
Раздел 6. ОСНОВЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ОРГАНИЗАЦИИ СТРОИТЕЛЬСТВА.....	52
Компьютерный практикум 6.....	52
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	55
Библиографический список.....	56

ВВЕДЕНИЕ

Главной задачей планирования и организации работ является рациональное обеспечение проекта необходимыми ресурсами — трудовыми, материальными, производственными, финансовыми, а также их распределение во времени и пространстве. Решение данной задачи опирается на заданную систему временных и денежно-материальных ограничений и производится методами и средствами, разработанными в теории управления проектами.

Планирование — наиболее важный процесс управления проектом, определяющий во времени всю деятельность по его осуществлению. Логически планирование связано с такими важными процессами управления, как организация, координация, контроль, анализ и регулирование. Согласно Постановлению Правительства Российской Федерации от 16.02.2008 г. № 87 «О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию» Раздел 6 «Проект организации строительства» содержит: з) обоснование принятой организационно-технологической схемы, определяющей последовательность возведения зданий и сооружений, инженерных и транспортных коммуникаций, обеспечивающей соблюдение установленных в календарном плане строительства сроков завершения строительства (его этапов); и) перечень видов строительных и монтажных работ, ответственных конструкций, участков сетей инженерно-технического обеспечения, подлежащих освидетельствованию с составлением соответствующих актов приемки перед производством последующих работ и устройством последующих конструкций; к) технологическую последовательность работ при возведении объектов капитального строительства или их отдельных элементов; л) обоснование потребности строительства в кадрах, основных строительных машинах, механизмах, транспортных средствах, в топливе и горюче-смазочных материалах, а также в электрической энергии, паре, воде, временных зданиях и сооружениях; м) обоснование размеров и оснащения площадок для складирования материалов, конструкций, оборудования, укрупненных модулей и стендов для их сборки. Решения по перемещению тяжеловесного негабаритного оборудования, укрупненных модулей и строительных конструкций; у) обоснование принятой продолжительности строительства объекта капитального строительства и его отдельных этапов; х) календарный план строительства, включая подготовительный период (сроки и последовательность строительства основных и вспомогательных зданий и сооружений, выделение этапов строительства); ц) строительный генеральный план подготовительного периода строительства (при необходимости) и основного периода строительства с определением мест расположения постоянных и временных зданий и сооружений, мест размещения площадок и складов временного складирования конструкций, изделий, материалов и оборудования, мест установки стационарных кранов и путей перемещения кранов большой грузоподъемности, инженерных сетей и источников обеспечения строительной площадки водой, электроэнергией, связью, а также трасс сетей с указанием точек их подключения и мест расположения знаков закрепления разбивочных осей.

Для реализации поставленных целей в информационных системах формируется алгоритм решения задач на основе групп процессов и типов процессов планирования, показанных в табл. 1.

Автоматизация процессов планирования

Объекты управления	ТИПЫ ПРОЦЕССОВ				
	инициации	планирования	реализации	контроля	завершения
Управление содержанием	Сбор требований, целеполагание	Определение состава работ	Организация выполнения работ	Контроль содержания проекта	Приемка/согласование проекта
Управление сроками	Укрупненное планирование сроков	Разработка календарного плана	Координация проекта	Контроль сроков проекта	Анализ фактических сроков
Управление стоимостью	Предварительная оценка затрат и доходов	Разработка сметы и бюджета проекта	Организация платежей	Контроль затрат проекта	Анализ фактического бюджета
Управление рисками	Анализ стратегических рисков	Планирование реагирования на риски	Предотвращение рисков	Мониторинг и контроль рисков проекта	Формирование архива рисков
Управление персоналом	Назначение рабочей группы	Распределение задач	Развитие команды проекта	Оценка деятельности персонала	Поощрение персонала
Управление коммуникациями	Соорганизация участников проекта	Разработка эплана коммуникаций	Распространение информации	Подготовка отчетов об исполнении	Формирование архива проекта
Управление поставками	Анализ поставщиков	Планирование поставок	Выбор поставщиков и заключение контрактов	Администрирование контрактов	Закрытие контрактов
Управление качеством	Определение стандартов качества	Планирование качества	Обеспечение качества	Контроль качества	План по повышению качества
Управление интеграцией	Разработка устава проекта	Разработка сводного плана проекта	Общее управление, координация проекта	Управление изменениями проекта	Закрытие проекта

Учебно-методическое пособие содержит задачи календарного планирования и проектирования строительных генеральных планов для формирования проектов организации строительства с помощью программных средств автоматизированного проектирования. Представленные компьютерные практикумы позволяют оценить навыки обучающихся при решении задач автоматизации организации и планирования строительных процессов. В пособии даны описания современных расчетно-графических и экономико-математических методов, организационного, экономического и социального планирования, анализа, оценки, сравнения, выбора и обоснования предлагаемых проектных решений.

Данное пособие также предназначено для выполнения самостоятельной работы обучающимися в целях накопления опыта аналитической деятельности, формирования способностей и навыков самоорганизации и саморазвития, формирования потребности непрерывного профессионального самообразования и совершенствования собственных умений и навыков.

Раздел 1. ОСНОВЫ ОРГАНИЗАЦИИ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА И ПРОЦЕССА ЕГО АВТОМАТИЗАЦИИ. ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПОТОЧНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ СТРОИТЕЛЬСТВА

Компьютерный практикум 1. Построение циклограмм строительных потоков. Расчет строительных потоков графическим и матричным способом с помощью программных средств MS Office

Цель работы: изучение типов и видов строительных потоков, принципов расчета и применения полученных данных

Работа состоит из следующих этапов:

- 1) изучение теоретического материала по теме «Построение циклограмм строительных потоков. Расчет строительных потоков», а также нормативной документации. Определение типа потока;
- 2) построение циклограммы строительных потоков (ритмичных, разноритмичных). Определение расчетных параметров строительного потока;
- 3) выполнение расчета параметров строительного потока (разноритмичного и неритмичного) матричным способом. Определение степени совмещения работ. Оценка качества организации работ выбранного строительного потока;
- 4) подготовка отчета по проделанной работе.

Краткие теоретические сведения

Существует три основных метода организации строительных работ на площадке: *последовательный* (все работы выполняются последовательно), *параллельный* (все работы выполняются параллельно) и *поточный* (разноименные работы выполняются параллельно, одноименные — последовательно).

Поточный способ имеет преимущество по наиболее рациональному и равномерному распределению всех видов ресурсов. В основе технологии поточного метода лежит разбивка объекта на захватки и разделение процесса производства на частные, специализированные или объектные потоки, каждый из которых выполняется отдельной бригадой постоянного состава за определенный период времени. Затем происходит совмещение потоков во времени и пространстве. В результате обеспечивается последовательное выполнение однородных процессов и параллельное — разнородных. Разбивка объекта на захватки является пространственным инструментом разбиения, совпадает с конструктивным членением здания по температурным и осадочным швам секциями, пролетами и т.д.

Захватка — организационно-пространственный модуль, участок фронта работ с повторяющимися производственными процессами, составом и объемом работ, на котором расположены основные производственные средства, выполняющие одну или несколько совмещенных по времени рабочих операций специализированного потока, с помощью которого реализуется поточный метод организации строительства.

Потоки, используемые в поточном методе строительства, имеют характерные особенности, подразделяются по видам конечной продукции, продолжительности и ритмичности.

Частный поток — элементарный строительный поток, который представляет собой выполнение одного строительного процесса на ряде захваток. Продукция частного потока — работы или элементы конструкций зданий.

Специализированный поток — совокупность частных потоков, совместной продукцией которых являются либо законченный конструктивный элемент, либо комплекс работ.

Объектный поток — совокупность специализированных потоков, совместной продукцией которых является либо отдельное здание, либо группа одинаковых зданий или сооружений.

Комплексный поток — группа организационно связанных между собой объектных потоков, совместной продукцией которых является комплекс зданий и сооружений.

Строительные потоки классифицируют по показателю ритмичности на ритмичные и неритмичные потоки. Ритмичными называются потоки, в которых продолжительности выполнения работ на отдельных захватках одинаковы; неритмичными потоками, в которых продолжительности выполнения работ на отдельных захватках различны. В ритмичном потоке каждая рабочая единица работает на каждой захватке в течение одинакового времени, т.е. работа имеет единый ритм. Ритмичные потоки могут быть равно-, кратноритмичными и иметь организационно-технологические перерывы.

Ритмичными могут быть частные, специализированные и объектные потоки. Неритмичными могут быть все виды потоков.

Параметры строительных потоков также подразделяются на пространственные, технологические (организационные) и временные.

Пространственные параметры:

- захватка (m) — часть здания или его конструктивного элемента, в пределах которого развиваются и увязываются между собой частные потоки, входящие в состав специализированного потока;

- участок — часть возводимого здания, в пределах которого развиваются взаимосвязанные специализированные потоки, входящие в состав объектного потока;

- делянка — фронт работы одной бригады;

- ярус — участок условного деления объекта по вертикали.

Технологические параметры:

- число потоков (n) — количество частных потоков в составе специализированного потока;

- объем работ (V) — количество выполняемой работы в физических единицах измерения;

- трудоемкость (Q) — затраты труда на выполнение работы, чел-дн.;

- интенсивность (I) — количество продукции, выпускаемое строительным потоком за единицу времени.

Временные параметры:

- ритм потока (t) — продолжительность работы бригады на одной захватке;

- шаг потока (κ) — промежуток времени между началом работ двух смежных частных потоков;

- период развертывания потока (τ_p) — время, в течение которого в работу включаются все потоки;

- период выпуска продукции ($T_{пр}$) — время, в течение которого выпускается готовая строительная продукция;

- технологический (организационный) перерыв ($t_{пер}$) — промежуток времени между окончанием предыдущего и началом последующего потока.

Формулы для расчета:

$T_0 = \tau_p + T_{пр}$ — продолжительность строительства;

$\tau_p = k(n - 1) + t_{пер}$ — время развертывания потока;

$T_{пер} = t \cdot m$ — период производства работ (выпуска строительной продукции).

Если шаг потока равен ритму потока, то продолжительность определяют по формуле

$$T_0 = t(n - 1) + t_{пер} + t \cdot m = t(m + n - 1) + t_{пер}.$$

На рис. 1 представлена циклограмма ритмичного потока с учетом рассмотренных параметров.

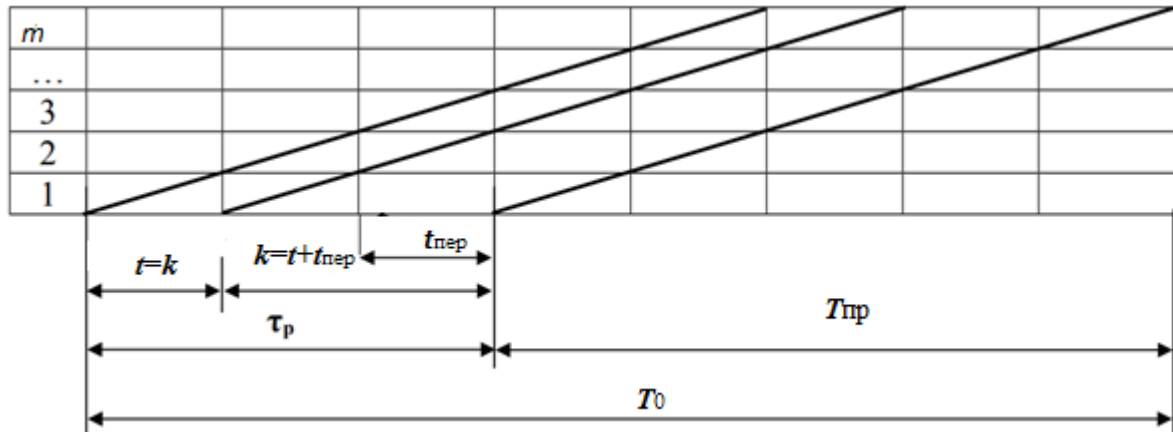


Рис. 1. Циклограмма ритмичного потока

Рассчитаем общую продолжительность выполнения работ специализированного потока по устройству кровли (состав работ: пароизоляция, утепление, стяжка, укладка кровельного ковра, $n = 4$ процесса; число захваток $m = 5$ (захватки разделены по равному объему); ритм работы $t = 2$ дня) (рис. 2):

$$T_0 = t(n - 1) + t_{пер} + t \cdot m = t(m + n - 1) + t_{пер} = 2(5 + 4 - 1) = 16 \text{ дн.}$$

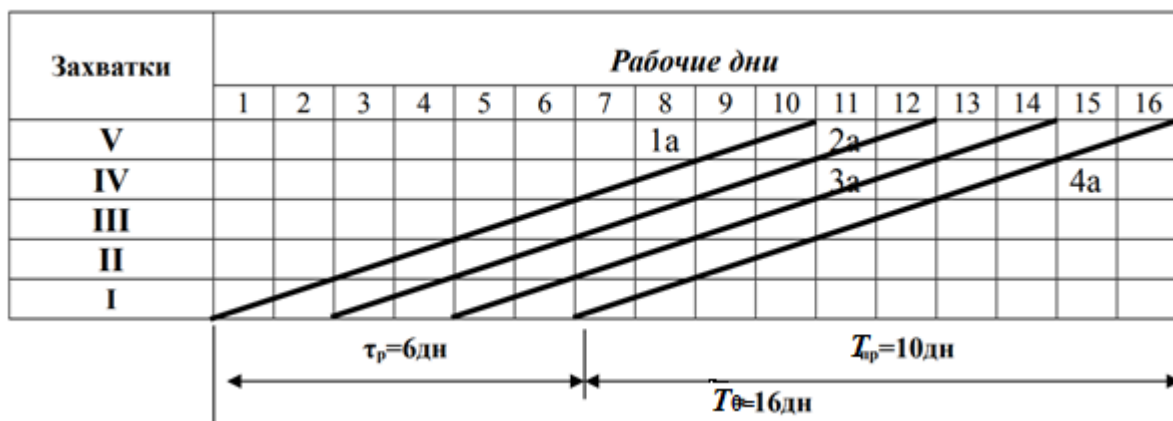


Рис. 2. Циклограмма равноритмичного потока

Рассчитаем разноритмичный специализированный поток по устройству монолитного перекрытия (состав работ: опалубка, армирование, бетонирование, распалубка; число захваток 5; ритм работы бригад: $t_1 = 1, t_2 = 1, t_3 = 3, t_4 = 1$ (дн.); технологический перерыв между бетонированием и распалубиванием 2 дня) (рис. 3).

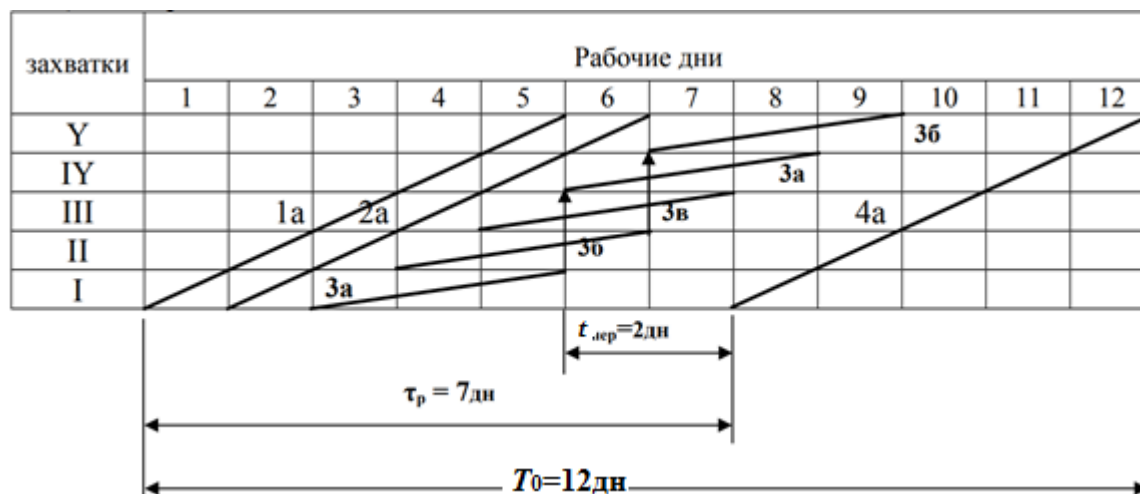


Рис. 3. Расчет разноритмичного потока при увеличении количества бригад

Для оптимизации работ по бетонированию увеличим до трех количество бригад (на рис. 3 обозначены как 3а, 3б, 3в). Тогда общее число бригад увеличится с 4 до 6.

Продолжительность рассчитаем по формуле

$$T_0 = t(n - 1) + t_{пер} + t \cdot m = t(m + n - 1) + t_{пер} = 1(5 + 6 - 1) + 2 = 12 \text{ дн.}$$

Варианты заданий (число захваток и ритм работы бригад даны в табл. 2). Для расчета специализированных потоков принимаются следующие условия. Состав работ по устройству монолитных конструкций: 1) опалубка; 2) армирование; 3) бетонирование; 4) распалубка. Между бетонированием и распалубкой необходимо предусмотреть технологический перерыв 3 дня.

Таблица 2

Варианты заданий по расчету ритмичных потоков

Варианты	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	10	11	12	13	14	15	16	17	18
	<u>19</u>	<u>20</u>	<u>21</u>	<u>22</u>	<u>23</u>	<u>24</u>	<u>25</u>	<u>26</u>	<u>27</u>
Число захваток <i>m</i>	4	5	6	7	8	9	4	5	6
	7	8	9	4	5	6	7	8	9
	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6</u>	<u>7</u>	<u>8</u>	<u>9</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6</u>
Ритм бригады <i>t</i>	7	6	5	4	3	2	1	7	6
	5	4	3	2	1	7	6	5	4
	<u>3</u>	<u>2</u>	<u>1</u>	<u>7</u>	<u>6</u>	<u>5</u>	<u>4</u>	<u>3</u>	<u>2</u>

Для расчета разноритмичных потоков принимаются следующие условия. Состав работ: 1) земляные работы; 2) устройство песчаного основания; 3) устройство фундамента; 4) устройство гидроизоляции; 5) обратная засыпка. Организационно-технологический перерыв между гидроизоляцией и обратной засыпкой принимается равным трем дням. Варианты заданий даны в табл. 3.