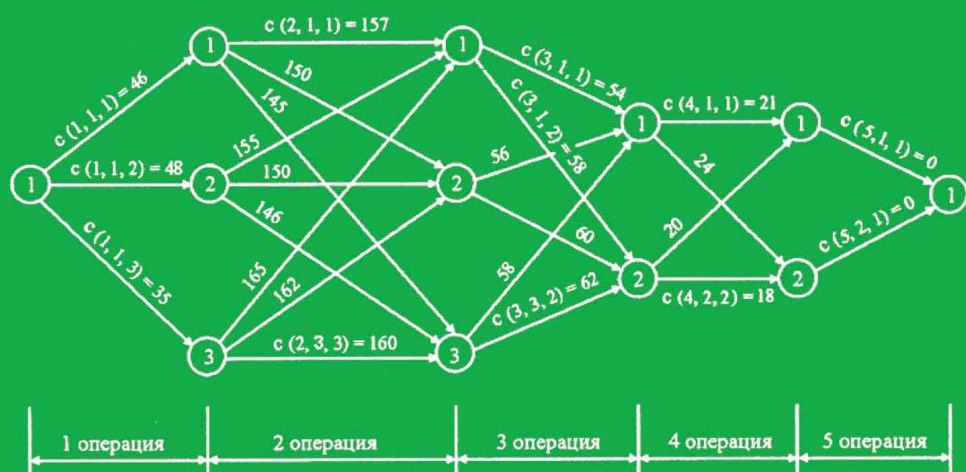


Е.М. Кудрявцев

КОМПЛЕКСНАЯ МЕХАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА



Е.М. Кудрявцев

КОМПЛЕКСНАЯ МЕХАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА

Рекомендовано Учебно-методическим объединением вузов
РФ по образованию в области строительства в качестве учебника
для студентов, обучающихся по специальностям
291300 «Механизация и автоматизация строительства»
170900 «Подъемно-транспортные, строительные и дорожные машины»
171600 «Механическое оборудование и технологические комплексы
предприятий строительных материалов, изделий и конструкций»

Издание третье, переработанное и дополненное



Издательство Ассоциации строительных вузов
Москва 2013

Рецензенты:

Зав. кафедрой “Строительные машины” Воронежского архитектурно-строительного университета (ВГАСУ), д. т. н., наук проф. *П.И. Никулин*,
Зав кафедрой “Строительные машины, эксплуатация и ремонт оборудования” Московского института коммунального хозяйства и строительства (МИКХИС), к. т. н., проф. *А.И. Доценко*.

Кудрявцев Е.М.

Комплексная механизация строительства: Учебник. Издание третье, перераб. и доп. – М.: Издательство АСВ, 2013. –464 с.: ил.

ISBN 978-5-93093-332-1

В учебнике излагается научная дисциплина “Комплексная механизация строительства”, которая представляет собой систему знаний о процессах функционирования средств механизации и совокупность научно-обоснованных принципов, способов и методов для эффективного решения самых разнообразных задач комплексной механизации строительства.

Большинство излагаемых в учебнике методов выработки оптимальных решений, многие из которых уже становятся классическими, сопровождаются соответствующим программным обеспечением. Это сделано для того, чтобы эффективно решать сложные реальные задачи комплексной механизации строительства.

Для студентов вузов, обучающихся по специальностям “Механизация и автоматизация строительства” и “Подъемно-транспортные, строительные и дорожные машины”

Великий Леонардо да Винчи говорил:
“Влюбленный в практику без науки – словно
кормчий, ступающий на корабль без руля или
компаса; он никогда не уверен, куда плывет”.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Экономическая стратегия страны нацелена на значительное повышение производительности труда за счет ускорения научно-технического прогресса, коренных преобразований в технике и технологии, мобилизации всех технических, организационных, экономических и социальных факторов.

В настоящее время проводится политика дальнейшей индустриализации строительного производства, ускорения создания и внедрения прогрессивной технологии, систем машин и механизмов, обеспечивающих комплексную механизацию строительных и монтажных работ.

Основным средством индустриализации строительного производства выступает его комплексная механизация, основными задачами которых являются повышение производительности труда и технического уровня строительного производства, освобождение человека от выполнения тяжелых, трудоемких и утомительных операций, снижение себестоимости и улучшение качества строительной продукции и т. п.

Новая научная дисциплина “Комплексная механизация строительства” представляет систему знаний о процессах функционирования средств механизации и совокупность научно-обоснованных методов и соответствующий инструментарий для эффективного решения задач комплексной механизации строительства.

Строительству свойственно большое разнообразие объектов и условий строительства, а следовательно и широкая номенклатура строительных и дорожных машин и оборудования.

Известно, что один и тот же строительный-монтажный процесс может быть выполнен различными машинами, комплектами и комплексами машин, отличающимися друг от друга, как принципом работы, так и конструктивно-техническими параметрами. Так, например, если строительный-монтажный процесс включает только 5 операций, а каждая операция может быть выполнена 4 различными средствами механизации, то число различных вариантов механизации составит $4^5 = 1024$. В этих условиях вопросы комплексной механизации строительства приобретают особое значение.

Развитие любой дисциплины начинается с собирательных фактов, описания различных схем, процессов, комплексов, систем. Однако, дисциплина становится научной лишь тогда, когда вместо простого сбора фактов, описания тех или иных схем, процессов начинается выявление основных особенностей, взаимосвязей и количественных закономерностей, которые устанавливают качественные общности, формируют связи, законы функцио-

нирования, когда имеется методология и комплекс методов для решения практических задач.

В настоящее время деятельность инженера больше чем когда-либо ранее основана на широком использовании научных принципов, методов и способов при проектировании и эффективном использовании не только машин, но и комплектов, комплексов и парков машин на базе современных компьютерных технологий.

Это связано, в первую очередь, с усложняющимися задачами, возникающими в процессе интенсификации строительства, с большим разнообразием решаемых задач, с ускорением научно-технического прогресса, делающим акцент на оптимизацию действий инженера.

Системный подход, основанный на диалектическом принципе всеобщей взаимосвязи событий и явлений, требует от современного инженера многомерного мышления, знаний, позволяющих ему видеть не только новые средства комплексной механизации, но результаты и последствия от их использования. При этом следует учесть, что деятельность инженера связана с дефицитом времени на выработку оптимальных решений, с целым набором обратных связей и ограничений, с которыми приходится повседневно сталкиваться.

Цель курса «Комплексная механизация строительства» – научить будущего инженера свободно владеть современными методами комплектования и использования средств комплексной механизации на основе последних достижений науки и техники: системного подхода к выработке оптимальных решений, широкого использования экономико-математических методов, моделей и электронно-вычислительных машин.

Это позволит повысить эффективность, точность и объективность принимаемых решений, свести к минимуму элементы субъективизма и позволит освободить специалиста от рутинной, нетворческой деятельности. Данный курс призван углубить и расширить фундаментальную подготовку инженера.

Только тогда, когда достигается понимание процессов происходящих в системе, когда все более постигается теория, законы, управляющие процессом, только тогда начинается истинное знание дисциплины (предмета).

Большинство излагаемых в учебнике методов выработки оптимальных решений, многие из которых уже становятся классическими, сопровождаются соответствующим программным обеспечением. Это сделано для того, чтобы эффективно решать сложные реальные задачи комплексной механизации строительства. Кроме того, оно может быть использовано при проведении практических и лабораторных работ, курсовом и дипломном проектировании.

Глава 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Основные понятия

Комплексная механизация строительства является одним из основных направлений технического прогресса, которое обеспечивает развитие производительных сил и служит материальной основой для повышения эффективности строительного производства.

Основная цель механизации строительства — повышение эффективности и производительности труда, освобождение человека от выполнения тяжелых, трудоемких и утомительных операций, снижение стоимости строительства.

Комплексная механизация строительства это механизация основных, вспомогательных и обслуживающих процессов, в результате чего исходное сырье, материалы и т. д. превращаются в готовый материал, изделие, здание, сооружение, объект и т. д.

Основные процессы — это собственно процессы превращения исходного сырья, материалов, полуфабрикатов в строительные материалы, изделия. Это монтаж (возведение) здания, сооружения, объекта,...

Вспомогательные процессы — это процессы, обеспечивающие эффективное выполнение основных процессов. Это транспортировка, погрузка и разгрузка сырья, материалов, изделий, ... Часто вспомогательные процессы являются составной, неотрывной частью основного процесса.

Обслуживающие процессы — это процессы, обеспечивающие надежное и эффективное выполнение основных и вспомогательных процессов. Это техническое обслуживание, ремонт, энергоснабжение и т. п. основных и вспомогательных процессов.

Комплексная механизация строительства имеет свои специфические особенности:

- сочетание непрерывности технологического процесса с цикличностью работы отдельных машин, комплектов (комплексов) машин;
- сочетание самых разнородных операций в технологическом процессе, например, разработка грунта, транспортирование, уплотнение...
- стохастический характер воздействия окружающей среды (грунт, дорожные условия, климат...) на функционирование средств механизации;
- неполнота информации, как об объекте работы, так и об условиях работы средств механизации;
- сильная взаимосвязь основных, вспомогательных и обслуживающих процессов, машин, комплектов и комплексов машин. Так, несовершенная система технического обслуживания средств механизации может существенно повлиять на эффективность функционирования средств механизации;
- постоянное изменение местонахождения и условий работы средств механизации, автоматизации строительства;
- постоянное совершенствование объектов строительства, технологических процессов и средств механизации и автоматизации строительства;

– эффективность функционирования средств комплексной механизации связано с необходимостью сбора, переработки и анализа большого объема информации. Например, информация, связанная с надежностью работы всех средств механизации;

– большое разнообразие объектов, условий и средств механизации строительства требует еще большего разнообразия методов и способов комплексной механизации – требует привлечения современных методов экономико-математического, имитационного моделирования, оптимизации и электронно-вычислительной техники.

Механизация строительства – это замена, ручного труда в строительстве машинами и механизмами. Основная цель механизации строительства – повышение производительности труда и освобождение человека от выполнения тяжелых, трудоемких и утомительных операций, снижение стоимости строительства.

Механизация строительства является одним из — главных направлений технического прогресса, обеспечивает развитие производительных сил и служит материальной основой для повышения эффективности строительного производства, развивающегося в настоящее время интенсивным путем.

В зависимости от степени оснащения механизмируемого процесса различают частичную и комплексную механизацию строительного производства.

При частичной механизации строительства механизмируются только отдельные технологические операции или виды работ, главным образом наиболее трудоемкие, при сохранении значительной доли ручного труда, особенно на вспомогательных работах. Например, при выполнении погрузочно-разгрузочных работ в строительстве часто необходим стропальщик, обеспечивающий фиксацию груза или его освобождение.

В настоящее время выделяют пять основных способов превращения исходных продуктов в готовое изделие, конструкцию, объект и т. д.:

ручной, когда все операции строительного-монтажного процесса выполняются вручную с использованием простейшего механизмированного инструмента;

механизмированный, когда большинство операций строительного-монтажного процесса выполняются с помощью машин и механизмов, а человек в основном выполняет функции управления машинами и механизмами;

комплексно-механизмированный, когда все без исключения операции строительного-монтажного процесса выполняются с помощью машин и механизмов, а человек выполняет только функции управления машинами и механизмами;

автоматизмированный, когда все операции строительного-монтажного процесса выполняются с помощью машин и механизмов, под управлением отдельными машинами и механизмами, автоматическими средствами управления;

комплексно-автоматизмированный, когда все операции строительного-монтажного процесса выполняются и управляются с помощью машин и

механизмов с широким использованием микропроцессорной техники и электронно-вычислительных машин.

Строительное производство можно представить как многофазный процесс, который включает следующие основные фазы:

добыча сырья (песок, гравий, глина и т. д.) на карьерах нерудных материалов;

доставка сырья, материалов, полуфабрикатов на предприятия строительных материалов, изделий и конструкций;

производство строительных материалов, изделий и конструкций на предприятиях стройиндустрии;

доставка строительных материалов, изделий и конструкций на объект строительства;

собственно строительно-монтажный процесс ремонта, модернизации или возведения объекта.

Одной из основных проблем строительства является определение необходимых, наиболее эффективных средств механизации строительства. Решение этой проблемы включает следующие основные этапы:

1. Подробный анализ объемно-планировочных, конструктивных и других особенностей объекта строительства, а также технологических процессов производства строительно-монтажных работ;

2. Определение количественных и качественных характеристик основных технологических и производственных факторов: климатические, геологические, гидрогеологические, рельеф местности, физико-механические свойства грунта, сосредоточенность строительства, объем работ, типы сооружений,....;

3. Составление (разработка) альтернативных технологических процессов, схем и карт, обеспечивающих эффективное и производительное выполнение заданных строительно-монтажных работ;

4. Формирование допустимого множества машин, комплектов и комплексов машин для реализации всех альтернативных технологических процессов;

5. Определение оптимальной схемы и оптимальных средств механизации для наиболее эффективного выполнения необходимых строительно-монтажных работ.

Технологический процесс — это совокупность взаимосвязанных основных и вспомогательных операций.

Технологическая схема — это представление основных и вспомогательных операций технологического процесса и их элементов в порядке последовательного, параллельного, последовательно-параллельного и комбинированного их выполнения.

Технологическая карта — это развернутое представление основных и вспомогательных технологических операций и их элементов с указанием машин, рабочих органов и мест, в которых эти операции выполняются.

Составными частями каждой типовой технологической схемы, являются: схемы расстановки машин, механизмов и транспортных средств, состав

комплектов машин, их производительность, порядок производства работ, последовательность выполнения операций, расход основных эксплуатационных материалов,...

Все многообразие средств механизации (СМ) строительства можно разделить по уровню комплектования на машины, комплекты машин, комплексы машин и системы машин. На каждой фазе строительного производства можно выделить свои специфические машины, комплекты, комплексы и системы машин, каждый из которых характеризуется определенными взаимосвязями между машинами, особенностями их функционирования, методами и способами их проектирования, формирования и использования.

Так, например, на первой фазе строительного производства – добыча сырья (песок, гравий, глина и т. д.) на карьерах нерудных материалов, а также при выполнении земляных работ можно выделить комплект машин “экскаватор — автосамосвалы”. На фазе возведения объекта “кран – средства доставки конструкций” и так далее.

Машина — это СМ в виде совокупности функционально взаимодействующих узлов, включая и сменные рабочие органы, обеспечивающих эффективное функционирование машины при выполнении своих задач.

Комплект машин — это СМ в виде совокупности функционально взаимодействующих машин, обладающих свойством изменения структуры и параметров машин в целях оптимального выбора их и использования при выполнении определенного вида работ на объекте.

Комплекс машин — это СМ в виде совокупности функционально взаимодействующих комплектов машин и машин, обладающих свойством изменения структуры и параметров средств механизации нижних уровней (комплект, машина) в целях оптимального выбора их и использования при выполнении определенных видов работ на объекте. В состав комплекса машин могут входить комплекты машин.

Система машин — это СМ в виде совокупности функционально взаимодействующих комплексов, комплектов машин и машин, которые образуют целостное единство, обладающее свойством изменения структуры и параметров средств механизации нижних уровней (комплекс, комплект, машина) в целях оптимального выбора их и использования при строительстве заданных объектов.

Можно дать несколько упрощенное определение комплекту и комплексу машин.

Комплект машин — это совокупность функционально связанных взаимодействующих машин, комплектов машин, выполняющих, как правило, часть технологического процесса, но достаточно самостоятельную. Например, комплект машин “экскаватор – автосамосвалы”, “кран – панелевозы”, “бетоносмесительная установка – бетоновозы” и т. д.

Комплекс машин — это совокупность функционально связанных взаимодействующих машин, выполняющих, как правило, весь технологический процесс. Например, бетоносмесительная установка – бетоновоз — промежуточный бункер-бетононасос.

Комплектование машин — это сложный взаимосвязанный процесс, включающий решение многочисленных задач оптимального проектирования, формирования и использования машин, комплектов, комплексов и систем машин.

Парк машин — это совокупность машин для выполнения заданных объемов работ. Здесь не обязательна взаимосвязь всех машин в парке.

Для упрощения изложения, вместо конкретных понятий — комплект, комплекс, парк мы будем часто использовать термин система машин.

Система машин — это множество машин, находящихся в отношениях и связях друг с другом, которые образуют определенную целостность, единство.

Для направленного изучения основных приемов и средств решения проблемы комплексной механизации строительства проведем классификацию систем машин. В качестве основных классификационных признаков примем:

- сложность системы машин;
- характер работы машин системы;
- характер взаимодействия машин в системе.

Хотя такое деление и относительно, но оно позволяет выделить соответствующие принципы, методы и средства анализа, синтеза и оптимизации высокоэффективных систем машин в строительстве.

Сложность системы машин определяется тремя факторами:

размерностью, т. е. общим числом параметров, характеризующих систему машин;

сложностью структуры, определяемой общим числом связей между машинами и их разнообразием (табл. 1.1);

сложностью ситуаций, в которых может находиться система.

К простым системам машин можно отнести схемы комплектов 1, 2, 4.

К сложным системам машин можно отнести схемы 3, 5, 6, 7.

Системы с большим числом параметров и более сложной структурой относятся к очень сложным системам машин.

По характеру работы системы машин можно разделить на три группы:

непрерывного действия, когда все машины работают непрерывно (например, стан непрерывной прокатки изделий);

смешанного действия, когда часть машин работает непрерывно, а часть — циклично (бетоносмесительный завод—транспортировка бетона — непрерывная укладка бетона);

циклического действия, когда все машины работают циклично (экскаватор—автосамосвалы, кран — панелевоз).

Из всех систем машин наиболее распространены системы циклического действия, они более специфичны и универсальны. Это объясняется тем, что в строительстве, в основном, находятся в движении не предметы труда, а средства труда, средства механизации: машины, комплекты и комплексы машин.

Ниже в таблице 1.1 представлены основные схемы комплектов машин циклического действия.

Таблица 1.1.

№	Схема	Краткое описание
1		Основная машина и несколько параллельно работающих вспомогательных машин
2		Основная машина и несколько последовательно работающих вспомогательных машин
3		Основная машина и несколько параллельных цепей последовательно работающих вспомогательных машин
4		Основная машина с комплектом сменного навесного рабочего оборудования
5		За одной основной машиной параллельно работает несколько вспомогательных; в процессе участвуют также последовательно работающие вспомогательные машины
6		Несколько основных машин и цепочка параллельно работающих вспомогательных
7		Основная машина работает после вспомогательной. За основной работает несколько вспомогательных

По характеру взаимодействия машин в системе системы машин в строительстве можно разделить на две группы: системы машин с регулярным потоком и нерегулярным потоком машин в системе.

Система машин с регулярным потоком машин означает, что взаимодействие машин в системе происходит через строго определенные промежутки времени.

Система машин с нерегулярным потоком машин означает, что взаимодействие машин в системе происходит по известному или заданному закону распределения.

Для строительства характерны как системы машин с регулярным потоком машин, так и с нерегулярным. Обе эти ситуации часто встречаются на практике. Если взаимодействие машин в системе характеризуется регулярным потоком, то это еще не означает, что анализ процессов функциониро-

вания машин более прост, чем, например, при поступлении простейшего потока.

Среди нерегулярных потоков машин наибольшее распространение нашли пуассоновские потоки. Это объясняется тем, что используя пуассоновские потоки, мы ставим систему машин в более тяжелые условия. Если система машин рассчитывалась на этот тяжелый случай, то при наличии других случайных потоков с одинаковой плотностью результаты расчета будут более надежными.

Все машины в системе работают по-разному. Так машина может работать одна, т. е. она не имеет связей с другими машинами. Например, работа экскаватора в отвал. После машины работает одна или несколько машин. Например, работа крана с погрузкой продукции на панелевозы. До машины работает одна или несколько машин. Например, перед работой катка может работать автогрейдер. До и после машины работает одна или несколько машин.

Комплексная механизация строительства тесно взаимосвязаны с технологией выполнения различных видов строительных работ, имеющих определенную структуру.

Состав и взаимосвязь основных, вспомогательных и обслуживающих процессов образуют структуру (табл. 1.2).

Таблица 1.2

I	II	III
РАЗРАБОТКА КОТЛОВАНОВ, НАСЫПЕЙ, ДОБЫЧА СЫРЬЯ, МАТЕРИАЛОВ	РАЗРАБОТКА КОТЛОВАНОВ, НАСЫПЕЙ, ДОБЫЧА СЫРЬЯ, МАТЕРИАЛОВ	РАЗРАБОТКА КОТЛОВАНОВ, НАСЫПЕЙ, ДОБЫЧА СЫРЬЯ, МАТЕРИАЛОВ
СООРУЖЕНИЕ ФУНДА- МЕНТОВ, ПЕРЕРАБОТКА ПРОИЗВОДСТВО/ МАТЕРИАЛОВ, ИЗДЕЛИЙ И КОНСТРУКЦИЙ	СООРУЖЕНИЕ ФУНДА- МЕНТОВ, ПЕРЕРАБОТКА ПРОИЗВОДСТВО/ МАТЕРИАЛОВ, ИЗДЕЛИЙ И КОНСТРУКЦИЙ	СООРУЖЕНИЕ ФУНДА- МЕНТОВ, ПЕРЕРАБОТКА ПРОИЗВОДСТВО/ МАТЕРИАЛОВ, ИЗДЕЛИЙ И КОНСТРУКЦИЙ
МОНТАЖ /ВОЗВЕДЕНИЕ/ ОБЪЕКТА	МОНТАЖ /ВОЗВЕДЕНИЕ/ ОБЪЕКТА	МОНТАЖ /ВОЗВЕДЕНИЕ/ ОБЪЕКТА
	IV	V

Основные структуры комплексно-механизированных процессов в строительстве можно представить шестью типами, когда процесс охватывает:

I. Все основные стадии: от разработки котлованов, добычи сырья, материалов, до монтажа (возведения) здания, сооружения (строительство ГЭС, ТЭС, автодорог и т. п.).

II. Две начальные стадии — разработка котлованов, сооружение насыпей и фундаментов, добыча и переработка сырья, материалов (производство бетонной смеси).

III. Начальную стадию — разработка котлованов, сооружение насыпей, добыча сырья, материала (механизированные процессы в карьерах по добыче нерудных строительных материалов).

IV. Заключительную стадию — монтаж (возведение) здания, сооружения.

V. Две последние стадии — сооружение фундаментов и возведение объекта, переработку исходного сырья, материалов, в готовое изделие и их монтаж (процессы на домостроительных комбинатах).

VI. Только среднюю стадию — сооружение фундаментов, переработку сырья, материалов в готовое изделие (изготовление изделий на железобетонных заводах).

Ввиду специфики комплексно-механизированных процессов на каждой стадии строительного-монтажного процесса их можно рассматривать как в совокупности, так и отдельно, используя системный подход, учитывая определенные взаимосвязи между отдельными стадиями строительного-монтажного процесса. В качестве связующего звена между отдельными стадиями строительного-монтажного процесса используются вспомогательные процессы — погрузочно-разгрузочные и транспортные.

Для обеспечения непрерывности строительного-монтажного процесса, особенно при переходе от одной стадии к другой, создаются своеобразные аккумулирующие системы — склады (склады сырья и материалов, склады готовой продукции и т. п.), которые сглаживают нарушения ритма строительного производства. Под влиянием научно-технического прогресса крупные склады превращаются в современные высокоавтоматизированные системы с четко организованным автоматизированным технологическим процессом — транспортно-складские комплексы.

По своей структуре технологические процессы могут быть разделены на 4 вида (рис. 1.2):

- с последовательным выполнением операций;
- с последовательно-параллельным;
- с параллельным;
- смешанным способами выполнения операций.

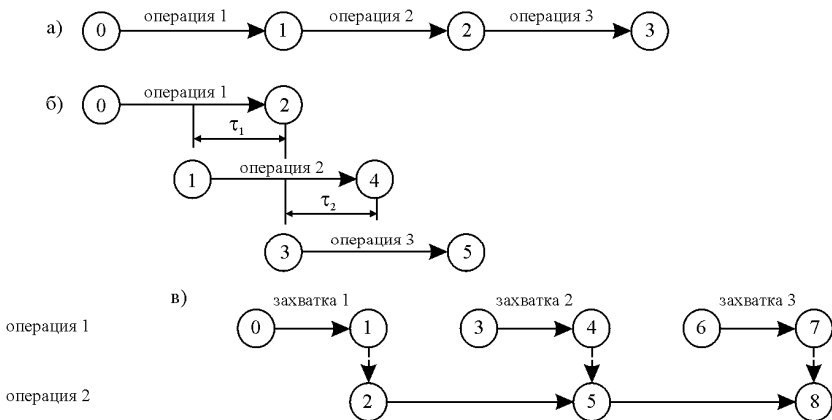


Рис. 1.2. Технологические процессы с различными способами выполнения операций: а) последовательно; б) параллельно-последовательно; в) параллельно

Технологический процесс с последовательным способом предусматривает выполнение каждой операции определенным сменным рабочим органом машины, комплектом машин после полного завершения предыдущей операции (рис. 1.2, а).

Длительность выполнения операции данным способом определяется как

$$T_u^{II} = \sum_{i=1}^N t_i,$$

где t_i — время на выполнение i -й операции;

N — число операций в технологическом процессе.

Технологический процесс с последовательно-параллельным способом предусматривает возможность начала выполнения следующей операции до полного завершения работ на предыдущей операции, обеспечивая тем самым совмещение операций, а, следовательно, и сокращение общей длительности выполнения всего технологического процесса (рис. 1.2, б).

$$T_u^{III} = \sum_{i=1}^N t_i - \sum_{i=1}^{N-1} \tau_i,$$

где τ_i — время совмещения предыдущей и последующей операций.

Технологический процесс с параллельным способом предполагает возможность разбиения каждой операции на отдельные захваты, при этом наиболее продолжительная операция выполняется непрерывно, а остальные операции могут иметь технологические перерывы (рис. 1.2, в).

Технологический процесс со смешанным способом выполнения операций представляет комбинацию трех выше рассмотренных способов.

Процесс формирования оптимальных комплектов машин будем именовать термином комплектование машин.

В зависимости от степени охвата, абстракции, приемы и средства выработки высокоэффективных решений в процессе комплексной механизации строительства выделяют методологию, принципы, методы и инструменты.

Методология — это, описанная в общем виде, процедура или совокупность основных принципов научного действия, а также принципы их использования в различных ситуациях.

Принцип — это основополагающее правило действий при решении задач комплексной механизации строительства. Принцип определяет стратегию действия при выработке тех или иных решений. Например, одним из основополагающих принципов является принцип системного подхода, который рассматривает комплексную механизацию строительства как сложную систему с учетом всех взаимосвязей, начиная с этапа научного исследования, проектирования и кончая этапом списания, обновления машин, т.е. рассмотрения средств механизации на протяжении всего жизненного цикла.

Метод — это совокупность предписаний по решению определенного класса задач. Метод универсален, но может иметь различную степень конкретности в отношении решаемой задачи. Если метод полностью детерми-

нирован и не допускает дальнейшей дифференциации при решении конкретной задачи, его относят к классу способов. Например, при решении транспортной задачи существует много способов построения, начального плана в методе потенциалов (способ северо-западного угла, способ наименьшего элемента в матрице и т. д.).

К инструментам относят программное обеспечение, частично или полностью реализующее тот или иной метод или способ решения задачи. Инструмент — это тот реальный мостик между теорией и практикой, который позволяет с наименьшими затратами реализовать те или иные высокоэффективные методы решения практических задач. Программное обеспечение представляет собой материализованный коллективный разум и предназначено для превращения достижений науки и техники в форму, доступную для выработки оптимальных решений.

Современная технология поиска оптимальных средств механизации того или иного объекта с учетом многочисленных технологических и производственных факторов на основе широкого использования математических (экономико-математических), имитационных моделей и персональных ЭВМ позволяет:

- 1) повысить качество вырабатываемых решений, благодаря:
 - рассмотрению все более сложных совокупностей различных связей;
 - увеличению числа рассматриваемых альтернативных решений;
 - детальному и всестороннему анализу каждого механизуемого процесса;
 - применению совокупности аналитических, численных и имитационных методов исследования;
 - возможности проигрывания принципиально новых проектных решений;
- 2) сократить сроки формирования оптимальных комплектов машин путем автоматизации:
 - обработки и анализа исходной информации;
 - расчетов и моделирования различных систем;
 - процесса поиска оптимальных решений;
 - обработки и представления выходной информации, результатов расчета в виде таблиц, графиков, диаграмм;
 - замены длительных натурных экспериментов моделированием на ЭВМ;
- 3) снизить на порядок и более затраты на формирование оптимальных комплектов, комплексов и парков машин за счет замены части натурных дорогостоящих экспериментов — машинными.

1.2. Техничко-экономические показатели

Для оценки эффективности выполнения различных видов работ широко используют различные технико-экономические показатели. Это производительность, себестоимость работ, приведенные (полные и удельные) затраты, время выполнения работ и др. Форма и вид представления показателей эффективности работы машин, комплектов, комплексов и систем машин зави-

Содержание:

ПРЕДИСЛОВИЕ	3
Глава 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ	5
1.1. Основные понятия.....	5
1.2. Техничко-экономические показатели	14
1.3. Виды и средства механизации строительных работ	24
Вопросы для самоконтроля.....	30
Глава 2. ОСНОВЫ КОМПЛЕКСНОЙ МЕХАНИЗАЦИИ	31
2.1. Классификация задач.....	31
2.2. Проектирование и формирование оптимальных комплектов, комплексов и парков машин	33
2.3. Формализация комплектования машин	38
Вопросы для самоконтроля.....	53
Глава 3. ФОРМИРОВАНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ КОМПЛЕКТОВ И КОМПЛЕКСОВ МАШИН.....	54
3.1. Оптимальное комплектование машин в условиях полной определенности	54
3.2. Оптимальное комплектование машин в условиях неполной определенности с ограничениями	64
3.3. Оптимальное комплектование машин в условиях неполной определенности о среде.....	74
3.4. Комплектование машин в условиях полной неопределенности	86
Вопросы для самоконтроля.....	96
Глава 4. КОМПЛЕКТОВАНИЕ МАШИН КАК СИСТЕМ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ	97
4.1. Общие понятия и определения	97
4.2. Классификация комплектов машин как систем массового обслуживания.....	99

4.3. Определение параметров функционирования одноканального комплекта машин.....	103
4.3.1. Определение параметров функционирования од- ноканального комплекта машин с простейшими потоками в установившемся режиме аналитиче- ским методом.....	103
4.3.2. Определение параметров функционирования одно- канального комплекта машин с простейшими пото- ками в неустановившемся режиме численным ме- тодом.....	116
4.3.3. Определение параметров функционирования одно- канального комплекта с простейшими потоками с помощью имитационного моделирования	121
4.3.4. Определение параметров функционирования одно- канального комплекта с равномерными потоками с помощью имитационного моделирования	128
4.4. Оптимизация структуры одноканального комплекта машин.....	130
4.5. Определение параметров функционирования многоканального комплекта машин	142
4.5.1. Определение параметров функционирования мно- гоканального комплекта машин аналитическим ме- тодом	142
4.5.2. Определение параметров функционирования мно- гоканального комплекта машин с простейшими по- токами в неустановившемся режиме численным методом	154
4.5.3. Оптимизация структуры многоканального комплекта машин	158
4.5.4. Определение параметров функционирования мно- гоканального комплекта машин имитационным ме- тодом.....	170
4.6. Определение параметров функционирования комплексов машин как СМО	176
4.6.1. Определение параметров функционирования двух- фазного комплекса машин имитационным методом	176
4.6.2. Определение параметров функционирования ком- плекса машин как СМО аналитическим методом	182
4.6.3. Определение оптимальных параметров функцио- нирования комплекса машин как СМО аналитиче- ским методом	187
Вопросы для самоконтроля.....	189

Глава 5. ОПТИМАЛЬНОЕ КОМПЛЕКТОВАНИЕ МАШИН ДЛЯ ЗЕМЛЯНЫХ РАБОТ	190
5.1. Оптимальное комплектование одноковшового экскаватора транспортом	190
5.2. Оптимальное комплектование машин экскаватор – авто- самосвалы	203
5.3. Оптимальное комплектование землеройно- транспортных машин	215
5.4. Определение оптимальной мощности толкача для комплекта скреперов	232
5.5. Оптимизация технологии выполнения работ при прокладке русла канала	235
5.6. Оптимизация технологии выполнения работ при производстве работ поточным методом	248
Вопросы для самоконтроля	250

Глава 6. КОМПЛЕКТОВАНИЕ МАШИН ДЛЯ ПОГРУЗОЧНО-ТРАНСПОРТНЫХ РАБОТ	251
6.1. Оптимальная загрузка транспортных средств	251
6.2. Комплектование транспортных машин	262
6.3. Комплектование погрузочно-транспортных машин	269
6.4. Моделирование работы погрузочно-транспортного комплекта машин	273
Вопросы для самоконтроля	278

Глава 7. КОМПЛЕКТОВАНИЕ МАШИН ПО ОБЪЕКТАМ СТРОИТЕЛЬСТВА	279
7.1. Оптимальное распределение n машин по n объектам строительства с пропорциональными затратами	279
7.2. Оптимальное распределение m машин по n объек- там строительства с пропорциональными затратами. Построение начальных планов	289
7.3. Приближенный способ распределения m комплек- тов машин по n объектам строительства с пропорциональными затратами	293
7.4. Точный способ распределения m комплектов машин по n объектам строительства с пропорциональными затратами	295
7.5. Распределение комплектов машин с непропорциональными затратами	298
Вопросы для самоконтроля	305
	306

Глава 8. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЛАСТЕЙ ОПТИМАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОМПЛЕКТОВ МАШИН	
8.1. Границы эффективного использования комплектов машин.....	306
8.2. Области оптимального использования средств механизации	210
8.3. Оптимальное использование сменного рабочего оборудования.....	316
Вопросы для самоконтроля.....	324
Глава 9. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СРЕДСТВ МЕХАНИЗАЦИИ И ОБСЛУЖИВАНИЯ	325
9.1. Определение параметров функционирования комплекта машин с учетом устранения отказов и резервирования	325
9.2. Определение параметров функционирования систем обслуживания с равномерными потоками.....	333
9.3. Определение параметров функционирования системы обслуживания парка машин	336
Вопросы для самоконтроля	352
Глава 10. ОПТИМАЛЬНОЕ НАСЫЩЕНИЕ ФРОНТА РАБОТ СРЕДСТВАМИ МЕХАНИЗАЦИИ И ОБСЛУЖИВАНИЯ.....	353
10.1. Определение оптимального фронта работ	353
10.2. Оптимизация структуры системы обслуживания	356
10.3. Насыщение фронта работ комплектами машин	362
10.4. Оптимизация продолжительности выполнения механизированных работ.....	367
Вопросы для самоконтроля.....	369
Глава 11. ОСНОВЫ ОПТИМИЗАЦИИ ПАРКА СТРОИТЕЛЬНЫХ И ДОРОЖНЫХ МАШИН	370
11.1. Методологические основы	370
11.2. Алгоритм оптимизации.....	374
11.3. Оптимизация парка машин на основе метода Фогеля.....	377
11.4. Оптимизация на основе метода дефекта	383
Вопросы для самоконтроля.....	397

Глава 12. ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ КОМПЛЕКСНОЙ МЕХАНИЗАЦИИ.....	
12.1. Классификация методов прогнозирования.....	398
12.2. Экспертная оценка средств механизации.....	401
12.3. Оценка продолжительности выполнения механизированных работ.....	413
12.4. Прогнозирование основных параметров средств механизации.....	423
Вопросы для самоконтроля.....	436
Глава 13. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ КОМПЛЕКСНОЙ МЕХАНИЗАЦИИ СТРОИТЕЛЬСТВА.....	437
13.1. Общие положения.....	437
13.2. Расчет капитальных вложений.....	441
13.3. Расчет текущих эксплуатационных затрат.....	444
13.4. Расчет годового экономического эффекта.....	448
Вопросы для самоконтроля.....	455
Литература.....	455

Учебное издание

Евгений Михайлович **Кудрявцев**

КОМПЛЕКСНАЯ МЕХАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА

Редактор: *А.Н. Хрулева, О.А. Таранова.*
Компьютерная верстка: *Е.М. Кудрявцев*
Дизайн обложки: *Н.С. Романова*

Лицензия ЛР № 0716188 от 01.04.98. Подписано к печати 24.01.13.
Формат 60х90/16. Гарнитура Таймс. Печать офсетная. Бумага газетная.
Усл. 29 п. л. . Тираж 500 экз. Заказ №

Издательство Ассоциации строительных вузов (АСВ)
129337, Москва, Ярославское шоссе, 26, (отдел реализации – оф. 511)
тел., факс: 8-499-183-56-83, e-mail: iasv@mgsu.ru, <http://www.iasv.ru>