

УДК 69.003:658.012.22:69.057.124

# Методические вопросы разработки технологических карт в строительстве для модульного дома на основе хронометражных наблюдений

**Леонид Владимирович КИЕВСКИЙ**, доктор технических наук, профессор

**Сергей Анатольевич ТИХОМИРОВ**, кандидат технических наук, старший научный сотрудник

**Эльвира Ивановна КУЛЕШОВА**, главный инженер проекта

**Виктор Александрович ЩЕГЛОВ**, кандидат технических наук, старший научный сотрудник

ООО НПЦ «Развитие города», 129090 Москва, просп. Мира, 19, стр. 3, e-mail: mail@dev-city.ru

**Аннотация.** Появление на рынке новых проектов и продуктов строительной отрасли, выполненных с применением прогрессивных и оригинальных технологий подготовки производства и сборки, вызывает потребность обновления и дополнительной разработки технологических карт, позволяющих тиражировать современные продукты строительной индустрии с обеспечением высокого уровня качества работ и соблюдением нормативных сроков их выполнения. В статье анализируются методические вопросы разработки технологических карт на выполнение специфических операций при возведении модульного жилого дома по технологии фирмы «KNAUF». Разработке технологических карт предшествовало тщательное изучение и анализ сборочных и монтажных процессов, хронометраж и фотофиксация основных процессов в ходе производства и монтажа модулей демонстрационного дома, что компенсировало отсутствие проекта организации строительства как подосновы для формирования карт. При строительстве модульного дома технологические карты разрабатываются для двух этапов работ – сборки конструктивных элементов и модуля жилого дома, а также его монтажа. Даны предложения по совершенствованию технологии и организации сборочных и монтажных процессов.

**Ключевые слова:** технологическая карта, модульный дом, каркас, технология и организация строительных работ.

## METHODOLOGICAL ISSUES OF DEVELOPMENT OF PROCESS CHARTS IN CONSTRUCTION FOR A MODULAR HOUSE ON THE BASIS OF TIMING OBSERVATIONS

**Leonid V. KIEVSKIY, Sergey A. TIKHOMIROV, El'vira I. KULESHOVA, Viktor A. SHCHEGLOV**, e-mail: mail@dev-city.ru

Research and Design Center «City Development», Prospect Mira, 19, str, 3, Moscow 129090, Russian Federation

**Abstract.** The appearance on the market of new projects and products for the construction industry, which are made with the use of advanced and original technologies of preparation, production and assembling, causes the need for upgrade and additional development of process charts that allow to replicate modern products of the construction industry with providing the high quality of works and meeting the regulatory deadlines. The article analyzes the methodological issues of development of process charts for the execution of specific operations when constructing the modular houses according to the technology of firm «KNAUF». The development of process charts was preceded by a thorough study and analysis of assembling and mounting processes, timing and photo-fixation of main processes during the production and installation of modules of a demonstration home that compensated the absence of a project of construction management, as an underlying basis for the formation of charts. When building a modular house, process charts are developed for two phases of work: the assembly of structural elements and of a module of residential house, as well as its installation. Proposals to improve the technology and organization of assembling and mounting processes are made.

**Key words:** process chart modular house, framework, technology and organization of construction works.

Технологические карты в строительстве (ТК) были и остаются ключевым организационно-технологическим документом. Они обеспечивают реализацию в строительной практике рациональных решений по организации и технологии строительного производства и высокий уровень

качества; определяют правила выполнения технологических процессов, выбор средств технологического обеспечения, строительных машин и оборудования, материально-технических ресурсов, требования к качеству и приемке работ; содержат мероприятия по технике безопасности, ох-

ране окружающей среды и пожарной безопасности.

Вплоть до 1990-х гг. организационно-технологическому обеспечению строительства уделялось приоритетное внимание. В ЦНИИОМТП Госстроя СССР на регулярной основе велась разработка технологических карт в

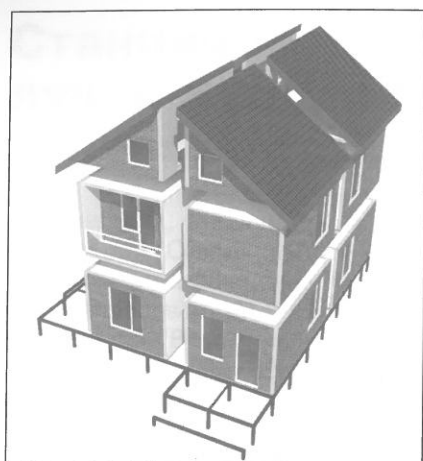
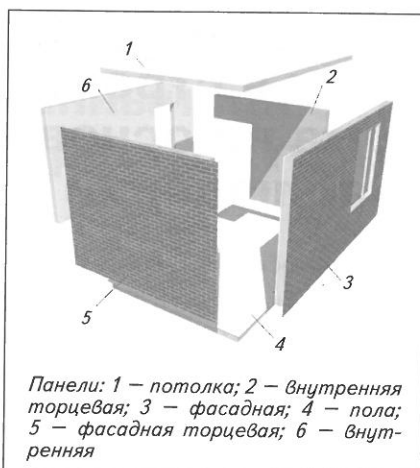
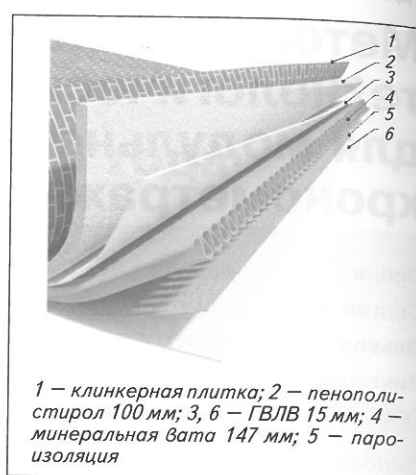


Рис. 1. Внешний вид модульного жилого дома по системе КНАУФ



Панели: 1 – потолок; 2 – внутренняя торцевая; 3 – фасадная; 4 – пола; 5 – фасадная торцевая; 6 – внутренняя

Рис. 2. Конструктивные элементы типового модуля



1 – клинкерная плитка; 2 – пенополистирол 100 мм; 3, 6 – ГВЛВ 15 мм; 4 – минеральная вата 147 мм; 5 – пароизоляция

Рис. 3. Слоистая структура фасадной панели

строительстве. Было разработано и периодически обновлялось Руководство по разработке технологических карт в строительстве [1, 2]. Выполнялась экспертиза и согласование карт, разрабатываемых специализированными проектно-технологическими институтами, а также их внесение в Федеральный реестр технологических карт. В 1991 г. было принято для распространения свыше 800 карт. ЦНИИОМТП как головной институт в области организации, технологии и техники безопасности в строительстве ежегодно формировал план разработки карт с учетом предложений организаций-соисполнителей и проектно-технологических институтов, обеспечивал методическое руководство и координацию работ.

Начиная с 1990-х гг. новые технологические карты стали разрабатываться все реже (в основном в случаях применения новых конструкций и технологий), а акцент переместился на использование и привязку нарабатанного массива ТК [3–6], хотя, как считают многие специалисты, разработка ТК необходима.

Общий принцип создания ТК остался неизменным. Технологические карты разрабатываются

по рабочим чертежам здания или сооружения в соответствии с техническими решениями, заложенными при разработке ПОС в организационно-технологических схемах с использованием передового отечественного и зарубежного опыта. Технологические карты на производство работ разрабатываются в составе ППР или в качестве самостоятельного организационно-технологического документа [7].

В 2016 г. на рынок жилой недвижимости вышел новый продукт – модульный жилой дом по технологии фирмы «КНАУФ»: каркас – стальной профиль 200 мм (пол) и 150 мм (стены), двойной контур теплоизоляции (150+100 мм), свайный фундамент, крыша модульного типа, покрытая металлочерепицей.

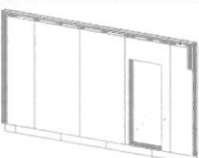
1. Продолжительность строительства типового жилого дома (150 м<sup>2</sup>) по различным технологиям\*

Элемент дома	Модульная	Панельно-каркасная	Традиционная (из штучных элементов)
Надземная часть, включая кровлю и внешнюю отделку	До трех дней	1 мес	3 мес
Фундамент, оборудование, инженерия	До 1 мес	1 мес	2 мес
Всего:	1 мес	2 мес	5 мес

\* Оценка по СНиП 1.04.03-85\* «Нормы продолжительности строительства и задела в строительстве зданий и сооружений».

По основным реализованным в настоящее время сборочным и строительным процессам разработаны технологические карты [8], содержание которых регламентировано Руководством по разработке технологических карт в строительстве к СП 48.13330.2014 «СНиП 12-01-2004 Организация строительства».

При строительстве модульного дома ТК разрабатываются для двух этапов работ: сборки конструктивных элементов и модуля жилого дома (этап 1) и монтажа модульного дома (этап 2). Технологические карты в этом случае имеют ряд характерных особенностей: они разрабатываются на основе хронометража; имеют развитый раздел ТЭП, в который включены оптимизированные графики сборки и монтажа;

Хронометраж сборки внутренней продольной панели W602 (внутренняя стена с дверным проемом)		Дата: 26.10.15		Схема 1 - Внешний вид панели с обшивкой ГВЛВ		Таблица 1 - Спецификация стального профиля и ГВЛВ										
1. Состав звена - 4 чел. (квалификация, разряд)		1) Монтажник 5-разряда (звеньевой)				Марка	Плита	Модуль	Комплектующие	Материал	Кол.	Ширина [мм]	Высота [мм]	Длина [мм]	Объем ст. [м <sup>3</sup> ]	Объем вес [кг]
2. Машини:		2) Другой монтажник, разряды: 3-4				731	W 602	Modul 6	С-профиль 147/50/1,5	Сталь	3	49,5	147,0	2142,0	1,9	5,772
3. Оборудование:		Погрузчик LINDE H 30T		730	W 602	Modul 6	ГВЛВ 15 мм	Гипсоволокно	13	49,5	147,0	2142,0	35,0	100,382		
4. Оснастка, инструменты:		* Монтажный стол (4х6м), стол для резки ГВЛВ.		723	W 602	Modul 6	ГВЛВ 15 мм	Гипсоволокно	1	290,0	15,0	2982,0	3,0	15,873		
5. Расходные материалы и комплектующие:		* Рулетка стальная (2 шт.), инструмент разметки и раскроя ГВЛВ, шурупверт (3 шт.), маркер (2 шт.), клинчатка (3 шт.), струбцины и зажимы (4 шт.) для фиксации элементов каркаса, строительночные ленты (6 шт.)		728	W 602	Modul 6	ГВЛВ 15 мм	Гипсоволокно	1	625,0	15,0	2645,0	2,6	28,884		
		* Утеплитель: минеральная вата (маты, 50 мм).		727	W 602	Modul 6	ГВЛВ 15 мм	Гипсоволокно	1	785,0	15,0	2645,0	2,6	37,140		
		* Саморезы, тип 1: SL 4F 4,2x18 мм для крепления стоек и направляющих; тип 2: SB 3,9X39 для крепления ГВЛВ к профилю каркаса.		725	W 602	Modul 6	ГВЛВ 15 мм	Гипсоволокно	1	1250,0	15,0	2645,0	2,6	25,747		
		* Парозащитная пленка, скотч (2-стор.) для фиксации пленки на раме, скотч для склеивания краев пленки.		726	W 602	Modul 6	ГВЛВ 15 мм	Гипсоволокно	2	1250,0	15,0	2645,0	5,3	121,373		
		* Комплект внутренних коммунирующих (электрика).		722	W 602	Modul 6	ГВЛВ 15 мм	Гипсоволокно	1	1250,0	15,0	2982,0	3,0	53,472		
				725	W 602	Modul 6	ГВЛВ 15 мм	Гипсоволокно	1	1250,0	15,0	2982,0	3,0	48,425		
				714	W 602	Modul 6	ГВЛВ 15 мм	Гипсоволокно	2	1250,0	15,0	2982,0	6,0	130,838		
				732	W 602	Modul 6	П-профиль 150/40/1,5	Сталь	1	40,0	150,0	900,0	0,8	2,400		
				732	W 602	Modul 6	П-профиль 150/40/1,5	Сталь	2	40,0	150,0	5200,0	10,8	28,280		

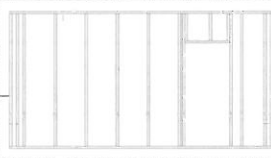
№ п/п	Наименование технологических процессов, операций	Кол.ч. монтажников	Кол. машин	Время работы монтажников		Время работы машин		Затраты труда			Продолжительность процесса (мин.)	Прим.		
				начало	конец	время (мин.)	начало	конец	время (мин.)	рабочих (чел.-ч.)			машиниста (чел.-ч.)	машин (маш.-ч.)
1	Размещение элементов каркаса на столе. Разметка направляющих под крепление 13-ти стоек (2 чел.), параллельно, крепление саморезами (тип 1) стоек проема и примыкающих к ним элементов	4	0	16-50	17-06	16	-	-	0	1,07	0,00	0,00	16	 <p>Отдых перед подъемом и переворотом панели.</p>
2	Стяжка всех стоек и направляющих с контролем габаритных размеров панели, поочередное соединение направляющих и стоек саморезами (тип 1).	4	0	17-06	17-16	10	-	-	0	0,67	0,00	0,00	10	
3	Перерыва	4	0	17-16	17-18	2	-	-	-	-	-	-	-	
4	Подъем каркаса вручную с переворотом на 180 град. (внутренняя сторона – на столе). Повторение операций п.2.	4	0	17-18	17-27	9	-	-	0	0,60	0,00	0,00	9	
5	Проверка и корректировка габаритных размеров и диагоналей собранного каркаса панели.	4	0	17-27	17-31	4	-	-	0	0,27	0,00	0,00	4	
6	Размещение ГВЛВ (Схема 1) на внешней стороне каркаса с креплением саморезами (2) по углам листов, производя попутно раскрой листов. Разметка линий крепления ГВЛВ к каркасу и крепление листов саморезами (тип 2) с шагом 90 мм. Разметка и обрезка края выпуска внешнего слоя ГВЛВ.	4	0	17-31	18-32	61	-	-	0	4,07	0,00	0,00	61	
14	Перемещение готовой панели к месту складирования элементов Модуля 6.	4	1	-	-	5	-	-	5	0,33	0,08	0,08	5	
<b>ИТОГО:</b>		-	-	-	-	107	-	-	5	7,00	0,08	0,08	107	
Чистое время сборки панели		-	-	-	-	249	-	-	-	-	-	-	249	
Регламентные перерывы на отдых		-	-	-	-	42	-	-	-	-	-	-	42	В расчете 10 мин. на 1 час непрерывной работы
Регламентное время сборки панели		-	-	-	-	291	-	-	-	-	-	-	291	

Рис. 4. Карта хронометража и учета затрат труда на примере стеновой панели W 602

## 2. Структура и содержание основных разделов технологических карт

Этап 1. ТК на сборку конструктивных элементов и модуля жилого дома (фрагмент)	Этап 2. ТК монтажа модульного дома (фрагмент)
<b>Раздел 1. Область применения</b>	
<p>ТК может использоваться для разработки организационно-технологической документации, а также служить информационным пособием для организации процесса сборки элементов модулей и модулей в цехе.</p> <p>Модуль состоит из шести конструктивных элементов (панелей). Панель модуля имеет каркас из П- и С-образных легких профилей типа «COCOON STRUCTURE», между которыми вставлен современный минераловатный утеплитель.</p> <p>Состав конструктивного элемента модуля:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• сварная металлическая рама (только для панели пола);</li> <li>• металлический каркас из легких профилей;</li> <li>• теплозвукоизоляционный слой;</li> <li>• двусторонняя обшивка каркаса гипсоволокнистыми листами марки «влагостойкие» (ГВЛВ), древесно-стружечными плитами (ДСП) или ориентированно-стружечными плитами (ОСП) согласно проекту;</li> <li>• утеплитель, установленный с наружной стороны, и покрытие из клинкерной плитки, имитирующей кирпич (только для панелей фасада)</li> </ul>	<p>ТК может использоваться для разработки ППР, ПОС, а также служить информационным пособием для строительных организаций.</p> <p>Здание двухэтажное, собирается из восьми объемных модулей (3200×4960×2600 мм) и четырех модулей чердака.</p> <p>Кровля дома – из металлочерепицы по кровельной панели из профилей «COCOON STRUCTURE».</p> <p>В теле конструктивных элементов размещаются инженерные коммуникации (электрика).</p> <p>Трубопроводы водоснабжения и канализации монтируются в соответствии с проектом после сборки дома</p>

<b>Раздел 2. Технология и организация выполнения работ</b>	
<i>2.1 Требования к качеству предшествующих работ</i>	
<p>Должна быть выполнена организационно-технологическая подготовка, которая включает в себя подготовку необходимой оснастки, средств подмащивания, приспособлений, доставку в цех сборки профилей, гипсоволокнистых влагостойких листов и других материалов.</p> <p>До начала сборки конструктивных элементов необходимо подготовить: два монтажных стола (3×4, 4×6) и стол для предварительного раскроя ГВЛВ, ДСП, плит утеплителя.</p> <p>Рекомендуется оборудовать цех сборки кран-балкой грузоподъемностью 5 т</p>	<p>До начала монтажа здания необходимо:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● организовать строительную площадку — устроить ограждение территории, временные автомобильные дороги, временные сети электропитания, места складирования модулей, других конструкций и материалов;</li> <li>● принять по акту работы по устройству свайного ростверка;</li> <li>● доставить и разместить на монтажной площадке модули или разработать график завоза модулей при условии монтажа «с колес»</li> </ul>
<i>2.2. Требования к технологии производства работ</i>	
<p>Сборка конструктивных элементов модулей выполняется в следующем порядке:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● установка стальной сварной рамы (только для конструкции пола);</li> <li>● сборка элементов каркаса на монтажном столе с разметкой проектного положения и креплением саморезами;</li> <li>● обшивка каркаса ГВЛВ с одной стороны;</li> <li>● прокладка проектных инженерных коммуникаций (электрика);</li> <li>● укладка и закрепление теплоизоляционного материала и пароизоляции;</li> <li>● обшивка каркаса ГВЛВ с другой стороны;</li> <li>● установка электрических розеток, выключателей.</li> </ul> <p>Каркас кантуется и перемещается вручную, рама с каркасом — с помощью погрузчика или кран-балки</p>	<p>Вывоз готовых модулей из цеха сборки производится с использованием транспортно-монтажной платформы на рельсовом ходу. Предусмотрен вариант доставки модулей (погрузка, транспортировка, разгрузка) краном-манипулятором FASSI F 290 на базе автомобиля «КамАЗ» грузоподъемностью 8,5 т. В этом варианте траверса, закрепленная на стреле крана-манипулятора, крепится к монтажным проушинам, приваренным в раме пола четырьмя ленточными стропами грузоподъемностью 5 т каждый, которые фиксируют модуль в вертикальном положении. Для протаскивания ленточных стропов в плитах утеплителя ППС-25 (пенополистирол) вырезаны П-образные пазы.</p> <p>Для монтажа модульного дома принят автомобильный кран КС-55727-1 «МАШЕКА» грузоподъемностью 25 т с четырехсекционной стрелой 10,08-27,08 м. С помощью траверсы производится строповка, плавный подъем, выравнивание и установка первого модуля на металлический ростверк согласно нанесенной разметке. Точность монтажа обеспечивается прижимной доской и проверяется уровнем, после чего выполняется расстроповка и демонтаж траверсы и строп. Установленный в проектное положение первый модуль фиксируется к металлическому ростверку с помощью накладной пластины сваркой. Все модули между собой крепятся накладной металлической пластиной саморезами. При стыковке между модулями по периметру укладывается теплоизоляция</p>
<i>2.3. Технологические схемы производства работ</i>	
<p>Технологические схемы производства работ включают в себя схемы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● переворота каркаса;</li> <li>● обшивки каркаса;</li> <li>● утепления и пароизоляции панели;</li> <li>● перемещения сварной рамы с помощью специальной траверсы;</li> <li>● сборки модуля;</li> <li>● утепления фасада</li> </ul>	<p>Технологические схемы производства работ включают в себя схемы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● подъема модулей 1-го и 2-го этажей;</li> <li>● монтажа модулей 1-го (М1-М4) и 2-го этажей (М5-М8);</li> <li>● подъема модулей кровли;</li> <li>● монтажа четырех модулей кровли (МК1-МК4);</li> <li>● подъема панели кровли;</li> <li>● монтажа четырех панелей кровли (Dach1-Dach4)</li> </ul>

<i>2.4. Транспортирование, складирование и хранение изделий, комплектующих и материалов</i>	
<p>Металлические тонкостенные профили типа «COCOON STRUCTURE» из легких сплавов поставляются в цех сборки пакетами, по типоразмерам на каждый конструктивный элемент.</p> <p>Транспортирование ГВЛВ выполняется пакетами в контейнерах на специальных поддонах в условиях, исключающих увлажнение, загрязнение и механическое повреждение листов. При переносе ГВЛВ вручную используются специальные ручки для переноса или ручные тележки.</p> <p>Храниться теплозвукоизоляционные материалы «KNAUF INSULATION» должны в закрытых складах или под навесом, в упакованном виде для предохранения их от увлажнения</p>	<p>Для выезда крана манипулятора с модулем на бортовой платформе (в варианте низкого проема ангара) необходимо снять траверсу с модуля, опустить на стреле перед краном, выехать из цеха, переместить траверсу на модуль и закрепить для транспортировки на строительную площадку.</p> <p>Все модули на площадках складирования должны быть укрыты защитным материалом</p>
<b>Раздел 3. Требования к качеству и приемке работ</b>	
<p>Требования к качеству и приемке работ охватывают:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• требования к качеству поставляемых материалов и изделий, в том числе перечень инструментов и приспособлений для контроля качества изделий, комплектующих и материалов;</li> <li>• схемы контроля качества, включающие указания по контролю и оценке качества работ в соответствии с требованиями ГОСТ, СНиП, инструкций заводов-изготовителей, рабочих чертежей;</li> <li>• перечень технологических процессов, подлежащих контролю, с указанием предмета контроля, способа и инструментов контроля, времени проведения контроля, ответственного за контроль, технических критериев оценки качества.</li> </ul> <p>При сборке конструктивных элементов и модулей необходимо осуществлять следующие виды производственного контроля качества: входной, операционный и приемочный.</p> <p>Особое внимание уделяется правильности сборки каркаса, надежности крепления ГВЛВ к каркасу. Смонтированные конструкции модуля рекомендуются принимать поэтапно, с учетом контроля качества скрытых работ (сборка и обшивка каркаса, прокладка электропроводки и др.)</p>	<p>Требования к качеству и приемке работ аналогичны ТК на сборку конструктивных элементов и модуля.</p> <p>При операционном контроле качества выявляют и устраняют дефекты, возникающие в процессе монтажа модулей. Проверяются:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• надежность строповки;</li> <li>• точность монтажа модулей;</li> <li>• укладка изоляционных материалов и заделка швов между модулями;</li> <li>• надежность крепления модулей.</li> </ul> <p>Результаты проверки регистрируются в «Журнале производства работ».</p> <p>Приемочный контроль осуществляют согласно СП 70.13330.2012 (актуализированная версия СНиП 3.03.01-87)</p>
<b>Раздел 4. Техника безопасности, экологическая и пожарная безопасность</b>	
<p>Стандартные требования с учетом производства работ в цехе сборки</p>	<p>Стандартные требования</p>
<b>Раздел 5. Потребность в ресурсах</b>	
<p>Перечень машин, механизмов и оборудования.</p> <p>Перечень технологической оснастки, инструмента, инвентаря и приспособлений.</p> <p>Ведомость потребности в материалах, изделиях и конструкциях</p>	
<b>Раздел 6. Техничко-экономические показатели</b>	
<p>Графики сборки конструктивных элементов панели пола, фасадной панели, внутренней панели, внутренней торцевой панели, фасадной панели с одним окном, панели потолка, панели пола чердака, панели кровли, фасадной панели кровли, панели опоры кровли).</p> <p>График сборки модуля.</p> <p>Сводный график сборки модуля и его конструктивных элементов.</p> <p>Продолжительность, трудоемкость и машиноёмкость выполнения работ</p>	<p>График погрузки и монтажа модулей 1-го и 2-го этажей.</p> <p>График погрузки и монтажа модулей чердака и панелей кровли.</p> <p>Сводный график монтажа модульного дома.</p> <p>Продолжительность, трудоемкость и машиноёмкость выполнения работ</p>

сформированы по принципу – не «как было» на демонстрационном доме, а «как надо» для тиражирования.

На сборку модулей ТК разрабатывают в соответствии с общим методическим подходом к ТК в строительстве (с той же

структурой, детализацией, методической последовательностью), хотя эти работы производились в цехе.

Разработке технологической карты предшествовало тщательное изучение и анализ сборочных и монтажных процессов, хроно-

метраж и фотофиксация основных процессов, что компенсировало отсутствие ПОС как подосновы для формирования ТК.

Хронометраж и фотофиксация проведены в условиях односменных сборочных работ с учетом специальных и подготови-

тельных работ по сборке конструктивных элементов (панелей) и модулей дома, а также работ по монтажу:

- первого и второго жилых этажей в составе модулей М1-М4 и М5-М8;
- неотапливаемого подкровельного пространства (чердака) в составе модулей кровли МК1-МК4;
- панелей кровли (Dach1-Dach4) и кровельного покрытия металлочерепицей.

Внешний вид жилого дома в составе названных модулей и панелей кровли (всего 16 элементов) по системе КНАУФ представлен на *рис. 1*. Каждый модуль состоит из шести конструктивных элементов — панелей, изображенных на *рис. 2*. Панели имеют слоистую структуру. Структура наиболее сложной фасадной панели показана на *рис. 3*.

Карта хронометража и учета затрат труда на примере стеновой панели W 602 представлена на *рис. 4*. Помимо условий проведения работ она содержит данные, непосредственно используемые при ее разработке: перечни применяемых при сборке машин, оборудования, оснастки, инструментов, комплектующих и расходных материалов, основных производственных процессов, расчет продолжительности производственных процессов и работы машин, а также расчет затрат труда.

Кроме того, в карте хронометража отражено время незапланированных перерывов, дан расчет чистого времени сборки, а также регламентной продолжительности сборки объекта с учетом регламентных перерывов [9].

В ряде случаев, отраженных в картах хронометража, использовались результаты хронометража для других панелей, имеющих одинаковые с данной панелью ресурс- и трудозатраты.



**Рис. 5.** Примеры фотофиксации основных процессов сборки конструктивных элементов и монтажа модульного дома

Данная форма с успехом использована при разработке карты хронометража сборки других конструктивных элементов, модулей в целом, а также монтажа модульного дома. Фотографии основных сборочных процессов и операций сохранялись в специальном массиве по датам проведения работ, что обеспечивало возможность верификации и дополнения записей хронометража (примеры см. *рис. 5*).

Продолжительность строительства надземной части типового жилого дома (150 м<sup>2</sup>) по технологии модульного домостроения, по данным хронометражных наблюдений, на порядок ниже по сравнению с панельно-каркасной и традиционной технологиями (*табл. 1*).

По структуре и содержанию разработанные технологические карты соответствуют действующим нормативно-методическим документам (*табл. 2*). Они определяют:

- требования к качеству предшествующих работ;
- методы производства работ с перечнем необходимых машин, оборудования, технологической оснастки и схемами их расстановки;
- последовательность выполнения технологических процессов;
- требования к качеству и приемке работ;
- мероприятия по обеспечению безопасности производства работ, пожарной безопасности;
- условия сохранения окружающей среды;

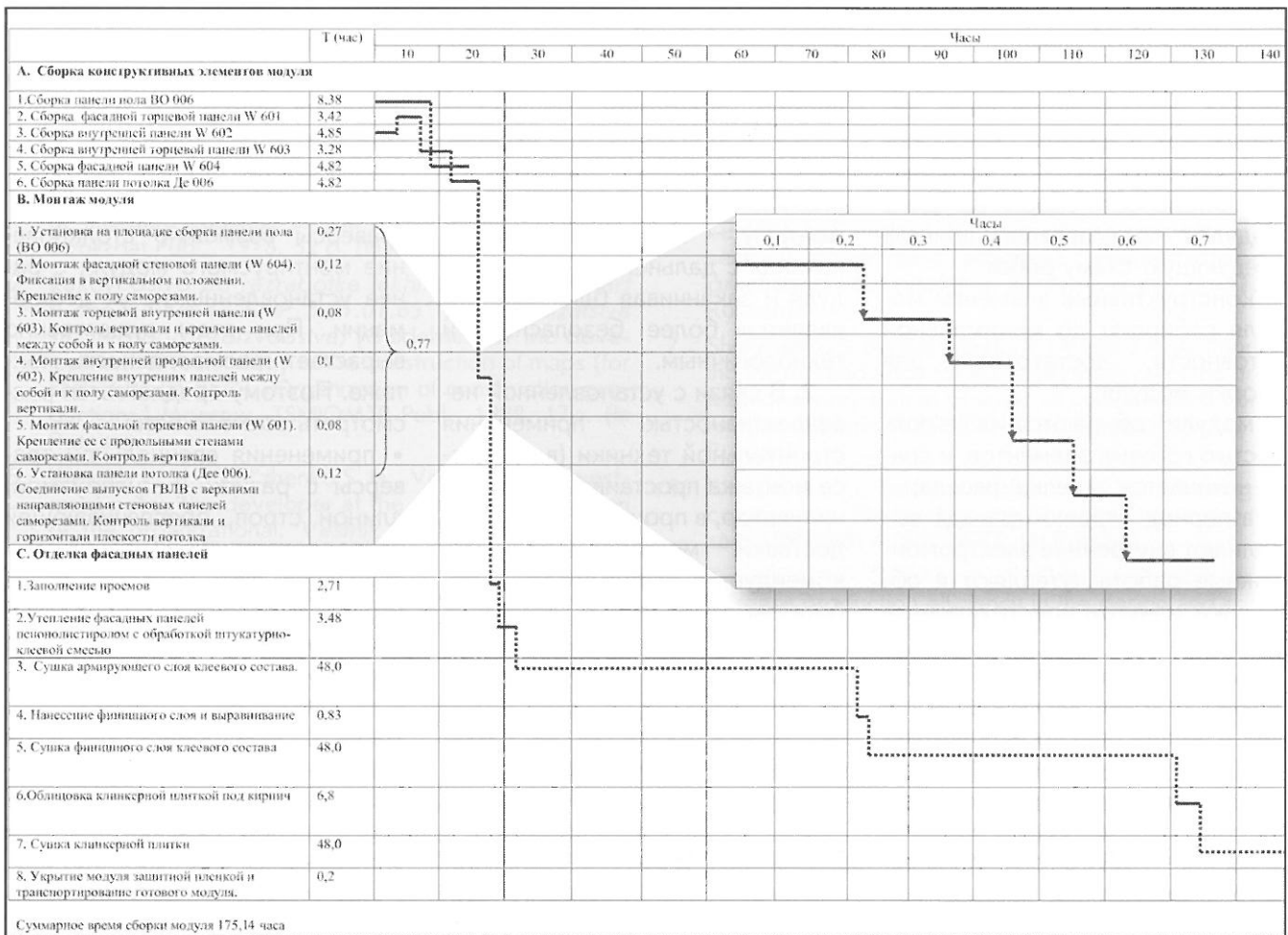


Рис. 6. Сводный график сборки типового модуля и его конструктивных элементов

- расход материально-технических ресурсов;
- технико-экономические показатели.

На всех этапах и стадиях строительства демонстрационного модульного дома проводились хронометражные наблюдения и фотофиксация всех основных технологических процессов и операций. Были разработаны сводные графики сборки модуля и его конструктивных элементов (рис. 6), а также монтажа модульного дома.

Сводный график на рис. 6 отражает существенное различие в длительности выполнения основных стадий 1-го этапа. Если стадия В монтажа модуля занимает лишь 0,8 ч, то стадия А сборки конструктивных элементов типо-

вого модуля (при использовании двух рабочих столов) — 16,4 ч, т. е. в 20 раз больше, а стадия С (отделка фасадных панелей) — 206 ч, что более чем в 12 раз превышает длительность выполнения стадии А.

#### Выводы

В ходе исследований и организационно-технологических разработок, выполненных при подготовке проектов ТК на сборку конструктивных элементов и монтаж модульного дома по системе КНАУФ, были получены результаты, на основании которых сформулированы предложения по совершенствованию технологии и организации процессов, частично отраженные в материалах технологических карт.

#### В части сборки модулей

1. На стадии А сборки конструктивных элементов модуля целесообразно организовать параллельные потоки работ [5] за счет использования большего числа рабочих столов, например, при увеличении количества столов с двух до четырех время сборки всех шести панелей модуля может быть снижено примерно до 8 ч, т. е. в 2 раза.

2. Необходимо рассмотреть возможность исключения «мокрых» процессов на стадии С отделки фасадных панелей, например, путем использования для облицовки термопанелей с клинкерной плиткой, обладающих аналогичными теплозащитными свойствами. При этом за счет исключения операций сушки время

сборки модуля может быть сокращено многократно.

3. При наличии «мокрых» процессов, продолжительность которых, как в данном случае, составляет около 90 % общей продолжительности сборки каждого модуля, предлагается принять следующую схему работ:

- конструктивные элементы модуля собирают до минимальной готовности, достаточной для сборки модуля;
- модули собираются из не полностью готовых элементов, и сразу начинается отделка фасада;
- в период отделки фасада выполняют внутренние электромонтажные работы, утепляют и обшивают изнутри конструктивные элементы.

4. Для повышения производительности труда при сборке модулей и эффективного использования цеха сборки (и его оборудования) сборку следующего модуля дома целесообразно начинать в период первого технологического перерыва на предыдущем модуле. В этом случае за время доведения первого модуля до полной готовности (175,14 ч) под отделку фасада могут быть поставлены остальные семь модулей 1-го и 2-го этажей, а в период отделки их фасадов — собраны модули чердака и панели кровли.

*В части монтажа модульно-го дома*

1. В связи с установленными фактами проведения монтажа модулей в скрытых зонах, вне прямой видимости машиниста крана, с обязательным выделением сигнальщика, предлагается реализовать единый подход к монтажу — монтаж «на себя», начиная с дальнего от крана модуля и заканчивая ближним, что является более безопасным и технологичным.

2. В связи с установленной неэффективностью применения строительной техники (в процессе монтажа простаивает кран-манипулятор, в процессе погрузки и доставки — монтажный кран) рекомендуется использовать в работе две траверсы.

3. В связи с тем, что 95 % времени установки модулей уходит на выравнивание по углам, по параллельности стен (за счет физической силы монтажников, использующих стальной лом, кувалду, пузырьковый уровень и прижимные доски, а также постоянного манипулирования краном), целесообразно рассмотреть возможность применения специального кондуктора (заранее установленные ограничители на ростверке, стыковочные узлы или замки по углам и другие специальные приспособления), что существенно упростит выверку одновременно по четырем углам и двум плоскостям и обеспечит

согласованность действий монтажников и крановщика.

4. В связи с вероятностью выполнения монтажных работ при сильном ветре (более 3 м/с), большой парусностью модулей и двухъярусной гибкой подвеской траверсы возможно столкновение монтируемого модуля с ранее установленными, их деформации. При этом существенно вырастает травмоопасность монтажа. Поэтому предлагается рассмотреть возможность:

- применения специальной траверсы с разной (регулируемой) длиной строп, обеспечивающей последовательную установку и фиксацию двух соседних углов модуля с последующим опусканием противоположных углов за счет одинаковой длины строп;
- использования монтажного крана с электронной системой управления и более жесткой траверсы (обеспечивающей плавное перемещение груза вверх-вниз и в стороны на 1–2 см).

Таким образом, данные хронометража и фотофиксации операций по возведению модульного дома позволяют на ранней стадии организации строительных работ выявить технологические процессы и операции, подлежащие оптимизации и способствующие росту производительности труда.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Руководство по разработке типовых технологических карт в строительстве / ЦНИИОМТП Госстроя СССР. М.: Стройиздат, 1976. 32 с.
2. Руководство по разработке технологических карт в строительстве (к СНиП 3.01.01.85\*\* «Организация строительного производства») / ЦНИИОМТП. М.: 1998. 17 с.
3. Киевский Л. В., Шульженко С. Н., Волков А. А. Инвестиционная политика заказчика-застройщика на этапе организационной подготовки // Вестник МГСУ. 2016. Вып. 3. С. 111–121.
4. Киевский Л. В. Комплексность и поток (организация застройки микрорайона). М.: Стройиздат, 1987. 136 с.
5. Киевский Л. В. Мультипликативные эффекты строительной деятельности // Науковедение. 2014. № 3 (22). С. 104–109.
6. Левкин С. И., Киевский Л. В. Градостроительные аспекты отраслевых государственных программ // Промышленное и гражданское строительство. 2012. № 6. С. 26–32.
7. Шульженко С. Н., Киевский Л. В., Волков А. А. Совершенствование методики оценки уровня организационной подготовки территорий сосредоточенного строительства // Вестник МГСУ. 2016. Вып. 3. С. 135–143.
8. Киевский Л. В., Белявич В. Б., Привин В. И. Технологические карты в строительстве // Промышленное и гражданское строительство. 1999. № 4. С. 24–27.



9. Киевский Л. В., Сергеев А. С. Организационные резервы повышения эффективности производства в процессе проектирования и строительства жилых

зданий // Промышленное и гражданское строительство. 2015. № 8. С. 62–66.

## REFERENCES

1. *Rukovodstvo po razrabotke tipovykh tekhnologicheskikh kart v stroitel'stve* [Guidelines for the development of standard routings in the construction. Moscow, Stroizdat Publ., 1976. 32 p. (In Russian).
2. *Rukovodstvo po razrabotke tekhnologicheskikh kart v stroitel'stve (k SNiP 3.01.01.85\*\*)* «Organizatsiya stroitel'nogo proizvodstva» [Guidelines for the development of technology in the construction of maps (for SNiP 3.01.01.85\*\*) «Organization of construction production»] Moscow, TSNIOMTP Publ., 1998. 17p. (In Russian).
3. Kievskiy L. V., Shul'zhenko S. N., Volkov A. A. Investment policy the developer at the stage of preparation of the organizational. *Vestnik MGSU*, 2016, no. 3, pp. 111–121. (In Russian).
4. Kievskiy L. V. *Kompleksnosť i potok (organizatsiya zastroiki mikroraiona)* [The complexity and the flow (organization development of the neighborhood)]. Moscow, Stroizdat Publ., 1978. 136 p. (In Russian).
5. Kievskiy L. V. Multiplicative effects of construction activity. *Naukovedenie*, 2014, no. 3(22), pp. 104–109. (In Russian).
6. Levkin S.I., Kievskiy L.V. Town planning aspects of the sectoral government programs. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo*, 2012, no. 6, pp. 26–32. (In Russian).
7. Shul'zhenko S. N., Kievskiy L. V., Volkov A. A. Improving the methodology for assessing the level of the organizational preparation of areas of concentrated construction. *Vestnik MGSU*, 2016, no. 3, pp. 135–143. (In Russian).
8. Kievskiy L. V., Belevich V. B., Privin V. I. Routings in construction. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo*, 1999, no. 4, pp. 24–27. (In Russian).
9. Kievskiy L. V., Sergeev A. S. Organizational reserves increase production efficiency in the design and construction of residential buildings. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo*, 2015, no. 8, pp. 62–66. (In Russian).

**Для цитирования:** Киевский Л. В., Тихомиров С. А., Кулешова Э. И., Щеглов В. А. Методические вопросы разработки технологических карт в строительстве для модульного дома на основе хронометражных наблюдений // Промышленное и гражданское строительство. 2016. № 11. С. 41–49.

**For citation:** Kievskiy L. V., Tikhomirov S. A., Kuleshova E. I., Shcheglov V. A. Methodical issues of development of process charts in construction for a modular house on the basis of timing observations. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo* [Industrial and Civil Engineering], 2016, no. 11, pp. 41–49. (In Russian).

## ПОЗДРАВЛЕНИЕ

Н. И. СЕНИНУ



### Уважаемый Николай Иванович!

От имени правления Московского отделения Российского общества инженеров строительства и от себя лично сердечно поздравляем Вас с 65-летием со дня рождения.

После окончания в 1973 г. МИСИ им. В. В. Куйбышева и защиты в 1979 г. научной степени кандидата технических наук вся Ваша дальнейшая трудовая деятельность связана с подготовкой кадров инженеров-строителей. В МГСУ (МИСИ) Вы прошли все должностные ступени: инженер, старший преподаватель, доцент, профессор, декан самого крупного факультета «Промышленное и гражданское строительство», а с 2005 г. – директор Института строительства и архитектуры.

Вами опубликовано более 100 научных трудов и материалов исследований в области расчета железобетонных конструкций высотных зданий, проекты мно-

гих из них осуществлены в Москве и Подмосковье.

С удовлетворением отмечаем Вашу активную деятельность в студенческих строительных отрядах, в Московском отделении РОИС, в редколлегии журнала «Промышленное и гражданское строительство».

За успехи в работе Вы награждены почетными грамотами, медалью «В память 850-летия Москвы», Вам присвоено звание «Почетный строитель России».

Желаем Вам, уважаемый Николай Иванович, доброго здоровья, благополучия и долгих лет жизни.

Сопредседатель правления  
Московского отделения РОИС М. Ш. ХУСНУЛЛИН

Сопредседатель правления  
Московского отделения РОИС В. Ф. ЖИДКИН