

## Внедрение методики выбора рациональных организационно-технологических решений на этапах предпроектной и проектной подготовки объекта к строительству

*П.В. Большакова*

*Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, Москва*

**Аннотация:** В рамках освоения этапов предпроектной и проектной подготовки осуществляется комплекс процедур, начиная с планирования дальнейших этапов реализации строительного проекта, заканчивая получением разрешения на строительство. В статье описаны основные положения методики выбора рациональных организационно-технологических решений на этапах предпроектной и проектной подготовки объекта к строительству, а также представлены результаты ее внедрения в строительную практику. Методика определяет основные процедуры на этапах предпроектной и проектной подготовки объектов к строительству; факторы, оказывающие влияние на продолжительность выполнения процедур на этапах предпроектной и проектной подготовки объектов к строительству. На основе методики выбора рациональных организационно-технологических решений на этапах предпроектной и проектной подготовки строительства объекта разработаны организационно-управленческие модели прохождения этапов с определением продолжительности процедур с учетом влияния факторов. Предложенная методика, используемая в практике деятельности организации, позволила учесть влияние факторов на продолжительность прохождения этапов предпроектной и проектной подготовки вышеуказанных объектов к строительству тем самым, сократив её.

**Ключевые слова:** технический заказчик, застройщик, этапы предпроектной и проектной подготовки объектов к строительству, организационно-технологические решения.

### Введение

Жизненный цикл здания начинается задолго до его возведения, а успешный ввод в установленные сроки зависит не только от качества и продолжительности выполнения строительно-монтажных работ, но и от качества проработки и продолжительности освоения этапов предпроектной и проектной подготовки.

В рамках освоения этапов предпроектной и проектной подготовки осуществляется комплекс процедур, таких, как: планирование дальнейших этапов реализации строительного проекта, сбор исходно-разрешительной

документации, разработка и утверждение проектной документации, получение разрешения на строительство.

В реализации этапов предпроектной и проектной подготовки задействованы множество участников строительства. При этом, координацию взаимодействия проектных, изыскательских организаций с контрольно-надзорными органами и обслуживающими организациями на рассматриваемых этапах, осуществляет застройщик и/или строительные организации, выполняющие функции технического заказчика (по договору с застройщиком).

Переход на информационное моделирование строительства и развитие цифровых технологий в Российской Федерации создают благоприятные условия для реализации этапов предпроектной и проектной подготовки. Цифровизации коснулись, прежде всего, прохождения административных процедур. Государственные услуги в сфере строительства были переведены в электронную форму. Для обеспечения единой правоприменительной практики при прохождении административных процедур в сфере жилищного строительства и сокращения административных барьеров утвержден исчерпывающий перечень процедур.

Законодательно регламентированы сроки прохождения административных процедур по части получения государственной услуги через электронные информационные ресурсы. Наряду с этим, временным, финансовым и трудовым ресурсам, затраченным застройщиком (техническим заказчиком) нахождение той или иной административной процедуры до получения государственной услуги через электронный ресурс, не уделяется должного внимания.

Отсутствие единого систематизированного подхода к прохождению процедур и границ увязки процедур во времени на этапах затрудняет их переход на информационное моделирование в строительстве (в части

---

электронного взаимодействия участников через единую информационную систему и создания информационной модели объекта с достоверными данными на ранних этапах реализации строительных проектов).

Данная сложность приводит к увеличению продолжительности освоения этапов.

Отечественные и зарубежные ученые рассматривали с различных сторон этапы предпроектной и проектной подготовки объектов к строительству, деятельность организаций (службы застройщика, технического заказчика), выполняющих процедуры на этапах и жизненный цикл инвестиционно-строительных проектов полностью.

Бовтеев С.В. рассмотрел в своем исследовании вопросы обеспечения своевременности реализации строительных проектов, применение метода анализа тенденций в контроле сроков [1].

Зеленцов Л.Б. в своих трудах предложил использование методики, ориентированной на обеспечение высокой степени адаптивности модели управления строительством [2,3].

Олейник П.П. и Кузьмина Т.К. рассмотрели особенности деятельности технического заказчика, осуществляющей планирование этапа предпроектной проработки и подготовки к строительству [4].

Опекунов В.А. выявил зависимость между подготовкой исходно-разрешительной документацией и сроками реализации строительных проектов [5].

Потканы М., Ветракова М., Бабякова М. в своей работе рассмотрели жизненный цикл энергоэффективных зданий в Словакии, задачи и функции управляющих проектами, составили алгоритм по определению финансовых затрат на этапах жизненного цикла зданий [6].

Солиман И. в своем исследовании выявил факторы, оказывающие влияние на продолжительность реализации и качество инвестиционно-строительный проекта в Кувейте за счет бюджетных средств [7].

Фернандо, С., Пануватванич, К., Торп, Д. определили зависимость ряда факторов и продвижения инноваций в деятельности управляющих проектами в строительных компаниях Австралии [8].

Банихашеми С.А., Мохаммад Халилзаде, Шахраки А., Ростами Малхалифе М., Ахмадизаде С.С.Р в своем исследовании обосновали возможность сокращения времени, затрат и воздействия на окружающую среду при реализации строительного проекта в Иране, разработали модель многоцелевого планирования [9].

Шубхам Шарма и Ашок Гупта обосновали наиболее весомые факторы, которые влияют на перерасход времени и ресурсов при реализации строительных проектов в Индии. [10].

Было проведено исследование в области прохождения этапов предпроектной и проектной подготовки объектов к строительству, определены граничные интервалы продолжительности выполнения процедур и выявлены факторы, влияющие на продолжительность прохождения этапов, разработана организационно-управленческая модель прохождения этапов с учетом влияния факторов [11-13].

Полученные результаты позволили сформулировать положения методики выбора рациональных организационно-технологических решений на этапах предпроектной и проектной подготовки объекта к строительству и предложить рекомендации по предупреждению возникновения ряда влияющих факторов.

Внедрение результатов положений методики выбора рациональных организационно-технологических решений на этапах предпроектной и

проектной подготовки объекта к строительству в строительную практику произведено для двух корпусов жилого комплекса в г. Москве.

Корпус № 2 представляет собой многоквартирное здание из 3 секций, расположенных в одну линию. Первая секция – 24 этажа, вторая и третья – 10 этажей.

Корпус № 4 – многоквартирное здание со встроенно-пристроенным детским садом на 250 мест, с встроенными нежилыми помещениями и подземной автостоянкой в одном уровне. Здание состоит из одной 26-этажной секции и двух 10-этажных секций.

Участок, выделенный под строительство проектируемого жилого комплекса, расположен в Северо-Восточном административном округе г. Москвы.

### **Материалы и методы исследования:**

Методика выбора рациональных организационно-технологических решений на этапах предпроектной и проектной подготовки объектов к строительству определяет основные процедуры на рассматриваемых этапах и функции, выполняемые застройщиком (техническим заказчиком) в рамках процедур; факторы, оказывающие влияние на продолжительность выполнения процедур.

Под рациональными организационно-технологическими решениями на этапах предпроектной и проектной подготовки объектов к строительству подразумевается взвешенные решения по планированию прохождения процедур, принятые на основе сравнения вариантов прохождения и учета факторов, влияющих на продолжительность освоения этапов, позволяющие сократить продолжительность на величину приращения продолжительности ( $\Delta T$ ) реализации этапов.

Под процедурой в рамках исследования подразумевается любое взаимодействие застройщика (технического заказчика) с внешними и

внутренними контрагентами с целью получения документа, разрешения, заключения, печати, подписи или иного результата, необходимого для реализации этапов предпроектной и проектной подготовки.

Моделирование во времени процедур на этапах предпроектной и проектной подготовки объектов к строительству осуществляется на основе перебора вариантов совмещения процедур с учетом влияния на продолжительности комбинации факторов.

В качестве объектов капитального строительства в методике рассматриваются жилые здания в составе жилых комплексов в г. Москве и Московской области.

Применение методики на этапах предпроектной и проектной подготовки строительства Корпусов №2 и №4 ЖК осуществлялось в следующем порядке.

На первом этапе был осуществлен сбор и обработка исходных данных, в частности уточнение основных функций застройщика (технического заказчика) и формирование укрупненных процедур.

Затем был произведен анализ влияния факторов на продолжительности процедур, выполняемых на этапах из предложенного перечня факторов, определенных в ходе проведенного исследования. По опыту прохождения этапов с другими корпусами комплекса из предложенного перечня выделены факторы, влияющие на продолжительность.

На втором этапе было осуществлено моделирование во времени процедур, с последующей разработкой организационно-управленческой модели в сетевой и линейной формах.

На последнем этапе был выполнен анализ организационно-управленческой модели с учетом влияния системы факторов по следующим критериям:

- уделение особого внимания факторам, имеющим наибольший вес влияния на продолжительность;
- оценка увеличения продолжительности освоения этапов при влиянии факторов, которые невозможно исключить на данном этапе;
- выбор рационального варианта совмещения процедур во времени с учетом факторов.

### Результаты исследования:

Рассмотрим получившиеся результаты внедрения по Корпусу №2 жилого комплекса.

Определены основные процедуры и граничные интервалы продолжительности выполнения процедур на этапах предпроектной и проектной подготовки Корпуса №2 к строительству (таблица №1).

Таблица № 1

### Основные процедуры на этапах предпроектной и проектной подготовки Корпуса №2 ЖК

Шифр процедуры	Процедуры	Функции, выполняемые при прохождении процедур	Интервалы времени (мес.)
1	2	3	4
Рз	Получение исходно-разрешительной документации и исходных данных. Подготовка материалов, согласование архитектурно-градостроительного решения объекта	Расчет нагрузок на инженерные сети; подача заявок и получение технических условий на подключение объекта к сетям холодного водоснабжения, к сетям теплоснабжения, водоотведения, радиоканальную систему передачи извещений о пожаре, о ЧС, сопряжение объектной системы оповещения. Остальные технические условия – без изменений, в соответствии с положительными заключениями Мосгосэкспертизы	$1,5 \leq t_{p3} \leq 3$
		Контроль за подготовкой материалов архитектурно-градостроительного решения (АГР) объекта капитального строительства (буклета); предоставление заявления, документов и буклета, получение свидетельства об утверждении АГР объекта капитального строительства.	$2 \leq t_{p3} \leq 4$
		Получение справок о радиации, о фоновых концентрациях загрязняющих веществ, о краткой климатической характеристике (использовать справки, выданные ранее) Получение изменений по специальным техническим условиям на проектирование и	$1 \leq t_{p3} \leq 3$



1	2	3	4
		строительство с последующим согласованием.	
		Получение ГПЗУ (причина - изменение площади участка)	0,5
P <sub>4</sub>	Составление сметы на проектно-изыскательские работы	Составление сметы на проектно-изыскательские работы; согласование сметы на ПИР с застройщиком (инвестором)	$0,5 \leq t_{p4} \leq 1,5$
P <sub>5</sub>	Разработка задания на инженерные изыскания	Обеспечение подготовки задания на выполнение инженерных изысканий с учётом требований, предъявляемых к этому документу, установленных законодательными и нормативными актами Российской Федерации и с указанием идентификационных признаков здания или сооружения; согласование задания с инвестором (застройщиком).	$0,25 \leq t_{p5} \leq 2$
P <sub>6</sub>	Выбор организации, проводящей инженерные изыскания (проведение торгов (конкурсов) и заключение договора на выполнение изыскательских работ	Выбор организации, проводящей инженерно-геодезические, инженерно-геологические и инженерно-экологические изыскания (проведение торгов (конкурсов); заключение с организацией, проводящей инженерные изыскания, договора подряда на выполнение изыскательских работ).	$0,5 \leq t_{p6} \leq 3$
P <sub>7</sub>	Контроль (сопровождение) проведения инженерных изысканий	Проверка хода и качества выполненной подрядчиком работы; оказание подрядчику содействия в выполнении работ в случаях, объёме и порядке, предусмотренных договором подряда; контроль соблюдения сроков выполнения подрядчиком изыскательских работ, получение отчетной документации по результатам изысканий, согласование отчетной документации.	$1,5 \leq t_{p7} \leq 4$
P <sub>8</sub>	Обеспечение прохождения результатов инженерных изысканий государственной или негосударственной экспертизы	Подача документации на экспертизу; получение замечаний от экспертов и сопровождение внесения исправлений подрядчиком; получение заключения о прохождении экспертизы.	$1 \leq t_{p8} \leq 3$
P <sub>9</sub>	Разработка задания на проектирование	Обеспечение подготовки задания на проектирование, согласование задания с инвестором (застройщиком).	$0,25 \leq t_{p9} \leq 2$
P <sub>10</sub>	Выбор проектной организации (проведение торгов (конкурсов) и заключение договора на выполнение проектных работ)	выбор проектной организации (проведение торгов (конкурсов); заключение с проектной организацией (соответствующей требованиям законодательства Российской Федерации, предъявляемым к лицам, выполняющим проектные работы) договора подряда на выполнение проектных работ.	$1 \leq t_{p10} \leq 3$
P <sub>11</sub>	Контроль (сопровождение) разработки проектной документации проектной организацией	Контроль (сопровождение) разработки проектной документации проектной организацией; согласование проектных решений с инвестором (застройщиком).	$4,3 \leq t_{p11} \leq 7,3$

1	2	3	4
$p_{12}$	Обеспечение прохождения проектной документации государственной или негосударственной экспертизы	Предоставление документации на экспертизу; получение замечаний от экспертов и сопровождение внесения исправлений подрядчиком; получение положительного заключения экспертизы.	$1 \leq t_{p12} \leq 3$
$p_{13}$	Получение разрешения на строительство	Загрузка документации в ИСОГД (информационная система обеспечения градостроительной деятельности); обеспечение получения разрешения на строительство в установленном законодательством Российской Федерации порядке.	$0,66 \leq t_{p13} \leq 2$

Определены факторы, оказывающие влияние на продолжительность освоения этапов предпроектной и проектной подготовки Корпуса №2 к строительству (таблица №2).

Таблица № 2

Комбинация факторов, оказывающих влияние на продолжительность выполнения процедур застройщиком (техническим заказчиком) на этапах предпроектной и проектной подготовки Корпуса №2

№ п/п	Шифр процедуры	Шифр фактора	Фактор
1	2	3	4
1	$p_3$	$\delta_{7}^{III}$	Увеличение сроков разработки материалов, необходимых для согласования архитектурно-градостроительных решений (АГР/АГО)
2		$\delta_{8}^{III}$	Корректировка архитектурно-градостроительных решений
3		$\delta_{9}^{III}$	Увеличение сроков получения технических условий присоединения к существующим сетям инженерно-технического обеспечения, с учетом завышенных требований от энергопоставляющих организаций
4	$p_7$	$\delta_{13}^{III}$	Увеличение продолжительности подготовки отчетной документации по инженерным изысканиям подрядчиком
5	$p_8$	$\delta_{14}^{III}$	Корректировка отчетной документации результатов инженерных изысканий при обнаружении недостатков в ходе прохождения государственной или негосударственной экспертизы
6	$p_{12}$	$\delta_{18}^{III}$	Доработка проектной документации (сбора дополнительных исходных данных) при обнаружении недостатков (недостаточности исходных данных) в ходе прохождения государственной или негосударственной экспертизы

Организационно-управленческая модель прохождения процедур по Корпусу № 2 представлена в сетевой и линейной формах (рисунок 1, 2).

Оценка увеличения продолжительности прохождения этапов дала следующий результат:

1) Фактор  $\delta_{9}^{III}$  оказывает влияние на продолжительность сбора исходных данных. Согласно сетевой форме организационно-управленческой модели данная функция, являющаяся составляющей частью процедуры  $p_3$ , не лежит на критическом пути и имеет резервы времени. Выполнение функции нужно завершить до начала процедуры  $p_{12}$ . Следовательно, данный фактор не влияет на продолжительность прохождения этапов предпроектной и проектной подготовки.

2) Факторы  $\delta_{7}^{III}$  и  $\delta_{8}^{III}$  оказывают влияние на продолжительность разработки материалов и согласования АГР/АГО, являющуюся функцией застройщика (технического заказчика) в составе процедуры  $p_3$ . Данная функция лежит на критическом пути. Следовательно факторы  $\delta_{7}^{III}$  и  $\delta_{8}^{III}$  оказывают влияние на продолжительность этапов.

3) Процедуры, на которые влияют факторы  $\delta_{13}^{III}$ ,  $\delta_{14}^{III}$  и  $\delta_{18}^{III}$ , также лежат на критическом пути, следовательно, их необходимо учитывать при корректировке модели.

Для того, чтобы скорректировать по продолжительности модель и приблизиться к расчетной продолжительности ( $T_p$ ) было принято решение изменить топологию модели.

В сетевой форме представлена исходная топология модели, определен критический путь прохождения этапов без учета факторов ( $T_p=11,2$ ) и с учетом факторов ( $T=17,7$ ), влияющих на продолжительность процедур. Приращение продолжительности ( $\Delta T$ ) составляет 6,5 мес. Параметры модели, такие как продолжительности процедур, ранние и поздние сроки, общие и частные резервы времени приведены в таблице 3.

---

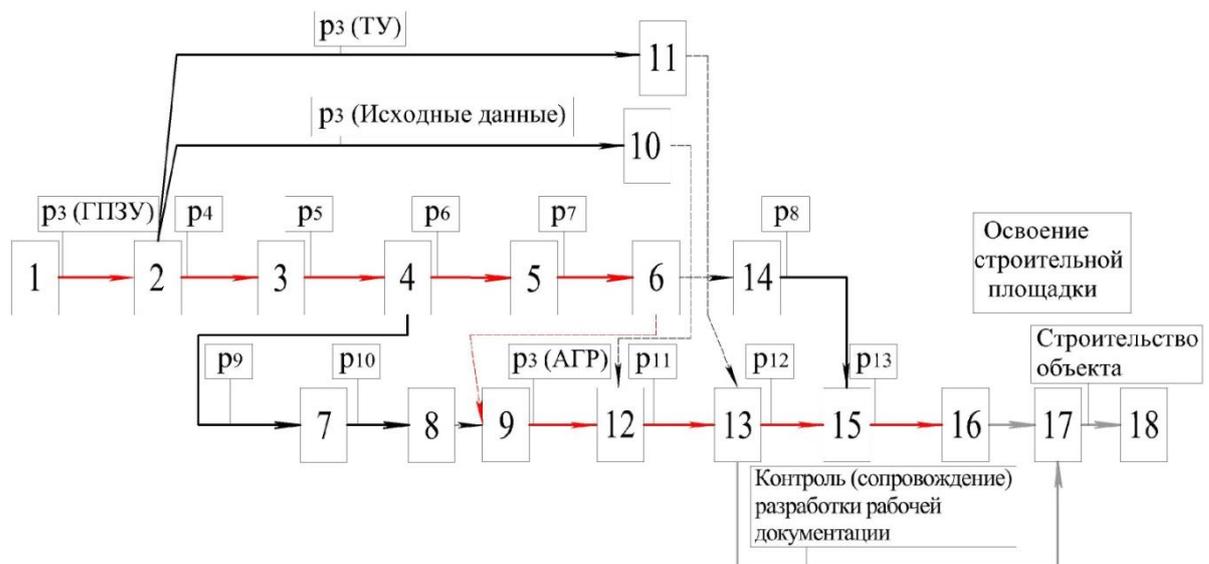


Рис. 1. – Организационно-управленческая модель рационального совмещения процедур на этапах предпроектной и проектной подготовки объекта к строительству (сетевая форма)

Таблица № 3

Параметры организационно-управленческой модели

Шифр процедуры	Продолжительность прохождения процедуры (мес.)	Раннее начало работы min/max	Позднее окончание работы min/max	Общий резерв времени min/max	Частный резерв времени min/max
1	2	3	4	5	6
p <sub>3</sub> (ТУ)	$1,5 \leq t_{p3} \leq 3$	0,5/0,5	9,55/14,05	7,55/10,55	0/0
p <sub>3</sub> (АПР/АГО)	$2 \leq t_{p3} \leq 4$	3,25/5,75	5,25/9,75	0/0	0/0
p <sub>3</sub> (Исх. данные)	1	0,5/0,5	5,25/9,75	3,75/8,25	0/0
p <sub>3</sub> (ГПЗУ)	0,5	0/0	0,5/0,5	0/0	0/0
p <sub>4</sub>	0,5	0,5/0,5	1/1	0/0	0/0
p <sub>5</sub>	0,25	1/1	1,25/1,25	0/0	0/0
p <sub>6</sub>	0,5	1,25/1,25	1,75/1,75	0/0	0/0
p <sub>7</sub>	$1,5 \leq t_{p7} \leq 4$	1,75/1,75	3,25/5,75	0/0	0/0
p <sub>8</sub>	$1 \leq t_{p8} \leq 3$	3,25/5,75	10,55/17,05	6,3/8,3	6,3/8,3
p <sub>9</sub>	0,25	1,25/1,25	2,25/4,75	0,75/3,25	0/0
p <sub>10</sub>	1	1,5/1,5	3,25/5,75	0,75/3,25	0/0
p <sub>11</sub>	4,3	5,25/9,75	9,55/14,05	0/0	0/0
p <sub>12</sub>	$1 \leq t_{p12} \leq 3$	9,55/14,05	10,55/17,05	0/0	0/0
p <sub>13</sub>	0,66	10,55/17,05	11,21/17,71	0/0	0/0

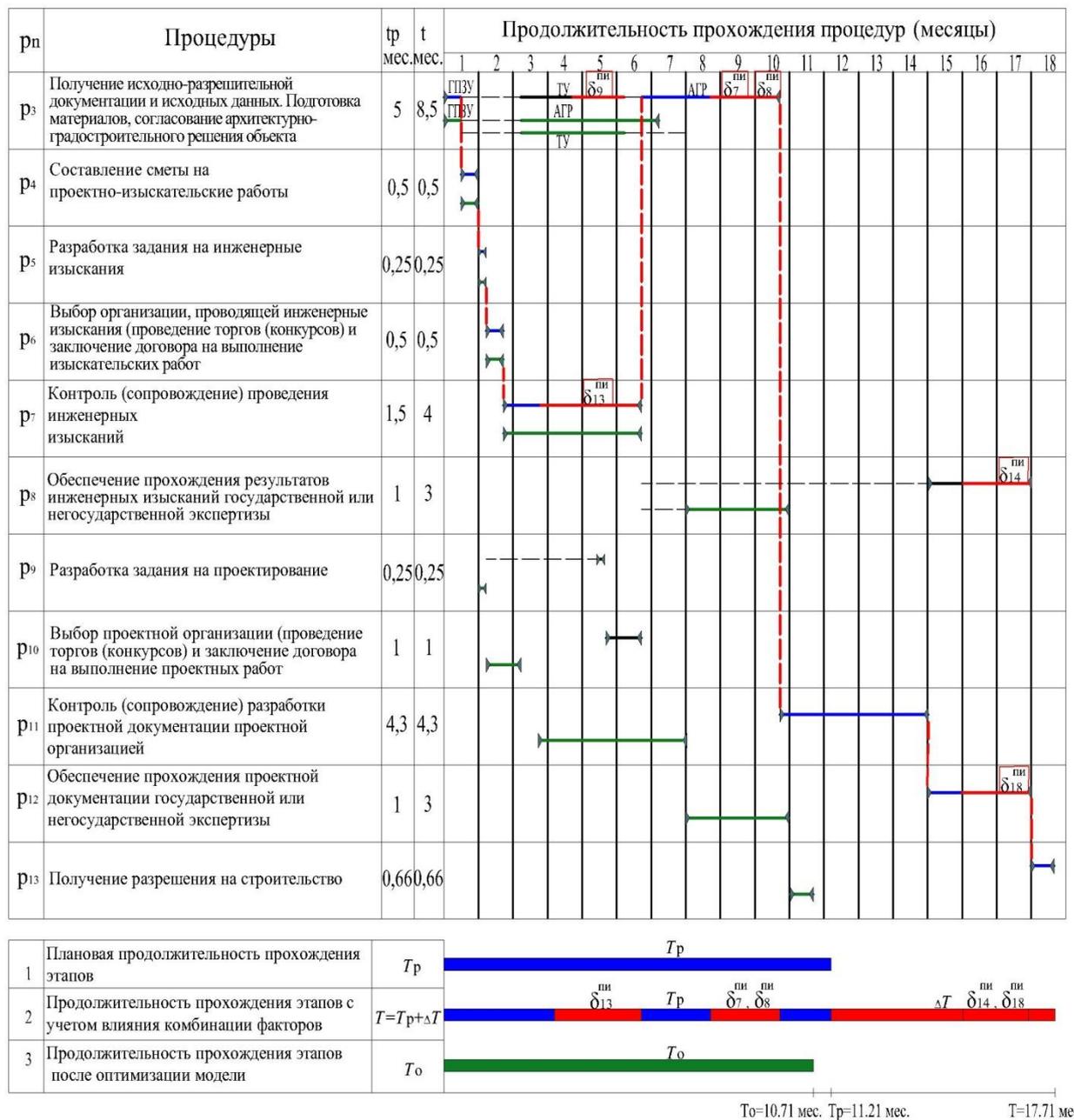


График взаимодействия организаций, участвующих в этапах предпроектной и проектной подготовки



Рис. 2. – Организационно-управленческая модель рационального совмещения процедур на этапах предпроектной и проектной подготовки объекта к строительству (линейная форма)

В линейной форме представлена изначальная и скорректированная топология модели.

Коэффициенты совмещения процедур на этапах после корректировки модели:  $\eta_3=0,9$ ;  $\eta_5=1$ ;  $\eta_6=1$ ;  $\eta_7=0,9$ ;  $\eta_8=1$ , а обобщающий показатель совмещения  $\eta=58,7$  Показатели лаг опережения процедур:  $\gamma_3=11\%$ ;  $\gamma_5=0\%$ ;  $\gamma_6=0\%$ ;  $\gamma_7=0\%$ ;  $\gamma_8=0\%$ .

В результате в принятой скорректированной организационно-управленческой модели выполнения процедур продолжительность составляет ( $T_0$ ) 10,7 мес., что меньше на 4 % расчетной продолжительности ( $T_p$ ), равной 11,2 мес. (рисунок 2). Достигнут следующий экономический эффект:

- в размере 5 880 тыс. руб. в части аренды монтажных кранов, применяемых при возведении корпусов комплекса.
- в размере 1 820 тыс. руб. в части содержания специалистов службы технического заказчика, ведущих рассматриваемые объекты.

#### **Выводы:**

В результате осуществления внедрения научных результатов исследования на основе методики выбора рациональных организационно-технологических решений на этапах предпроектной и проектной подготовки строительства объекта разработаны организационно-управленческие модели прохождения этапов с определением продолжительности процедур с учетом влияния факторов.

Предложенная методика, используемая в практике деятельности организации, позволила учесть влияние факторов на продолжительность прохождения этапов предпроектной и проектной подготовки вышеуказанных объектов к строительству, тем самым сократив её.

## Литература

1. Бовтеев С. В. Применение метода анализа тенденций в контроле сроков инвестиционно-строительного проекта // Вестник гражданских инженеров. – 2018. – № 6(71). – С. 243-249. – DOI: 10.23968/1999-5571-2018-15-6-243-249
2. Зеленцов Л.Б., Шогенов М.С., Пирко Д.В., Ассайра М.М. Динамические методы прогнозирования временных и стоимостных параметров строительных проектов // Строительное производство. – 2020. – №3. – С. 61-64.
3. Зеленцов Л.Б., Маилян Л.Д., Шогенов М.С. Управление временными параметрами в сложных динамических строительных системах // Инженерный вестник Дона, 2018, №2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2018/4864
4. Олейник П.П., Кузьмина Т.К. Моделирование деятельности технического заказчика на этапе предпроектной проработки и подготовки к строительству // Технология и организация строительного производства. – 2013. – № 2 (3). – С. 18-20.
5. Опекунов В.А., Щербинин И.В. Исследование влияния подготовки исходно-разрешительной документации на сроки реализации инвестиционно-строительных проектов // Вестник университета. – 2016. – № 12. – С. 59-64.
6. Potkany M., Vetrakova M. and Babiakova M. Facility Management and Its Importance in the Analysis of Building Life Cycle, Procedia Economics and Finance 26 (2015), pp. 202-208. URL: doi.org/10.1016/S2212-5671(15)00814-X
7. Soliman E. Communication problems causing governmental projects delay–kuwait case study, International Journal of Construction Project Management 9(1) (2017), pp. 1-18. URL: researchgate.net/publication/317956801
8. Fernando S., Panuwatwanich K. and Thorpe D. Introducing an innovation promotion model for construction projects, Engineering, Construction and

Architectural Management 28 (3) (2021), pp. 728-746. URL: DOI: 10.1108/ECAM-03-2020-0145

9. Banihashemi S. A., Khalilzadeh Mohammad, Shahraki A., Rostami Malkhalifeh M., and Ahmadizadeh S. S. R. Optimization of environmental impacts of construction projects: a time–cost–quality trade-off approach, International Journal of Environmental Science and Technology 18 (2021), pp. 631–646. URL: doi.org/10.1007/s13762-020-02838-2

10. Sharma Shubham and Gupta Ashok Analysis of Factors Affecting Cost and Time Overruns in Construction Projects, Advances in Geotechnics and Structural Engineering, Lecture Notes in Civil Engineering 143 (2021), pp. 55-63. URL: DOI: 10.1007/978-981-33-6969-6\_6

11. Kuzmina T., Bolshakova P., and Zueva D. Completion of administrative procedures by the developer (technical customer), D E3S Web of Conferences 258, 09004 (2021) URL: doi.org/10.1051/e3sconf/202125809004

12. Кузьмина Т.К., Большакова П.В., Зуева Д.Д. Моделирование во времени процедур на этапе подготовки объекта к строительству. Построение базовой организационно-управленческой модели // Инженерный вестник Дона, 2021, №5. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n5y2021/6949.

13. Lapidus A, Topchiy D, Kuzmina T, Bolshakova P. Modelling the Stages of Pre-Project Preparation and Design Development in the Life-Cycle of an Investment and Construction Project. Applied Sciences. 2022; 12(23):12401. URL: doi.org/10.3390/app122312401

### References

1. Bovtseyev S. V. Vestnik slozhnykh inzhenerov. 2018. № 6(71). pp. 243-249. – DOI: 10.23968/1999-5571-2018-15-6-243-249

2. Zelentsov L.B., Shogenov M.S., Pirko D.V., Assayra M.M. Stroitel'noye proizvodstvo. 2020. №3. pp. 61-64.

3. Zelentsov L.B., Mailyan L.D., Shogenov M.S. Inzhenernyj vestnik Dona, 2018, №2. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2018/4864](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2018/4864)
  4. Oleynik P.P., Kuz'mina T.K. Tekhnologiya i organizatsiya stroitel'nogo proizvodstva. 2013. № 2 (3). pp. 18-20.
  5. Opekunov V. A., Shcherbinin I.V. Vestnik universiteta. 2016. № 12. pp. 59-64.
  6. Potkany M., Vetrakova M. and Babiakova M. Procedia Economics and Finance. 26 (2015), pp. 202-208. URL: [doi.org/10.1016/S2212-5671\(15\)00814-X](https://doi.org/10.1016/S2212-5671(15)00814-X)
  7. Soliman E. International Journal of Construction Project Management. 9(1) (2017), pp. 1-18. URL: [researchgate.net/publication/317956801](https://researchgate.net/publication/317956801)
  8. Fernando S., Panuwatwanich K. and Thorpe D. Engineering, Construction and Architectural Management. 28 (3) (2021). pp. 728-746. URL: DOI: 10.1108/ECAM-03-2020-0145
  9. Banihashemi S. A., Khalilzadeh Mohammad, Shahraki A., Rostami Malkhalifeh M., and Ahmadizadeh S. S. R. International Journal of Environmental Science and Technology. 18 (2021). pp. 631–646. URL: [doi.org/10.1007/s13762-020-02838-2](https://doi.org/10.1007/s13762-020-02838-2)
  10. Sharma Shubham and Gupta Ashok Advances in Geotechnics and Structural Engineering, Lecture Notes in Civil Engineering. 143 (2021). pp. 55-63. URL: DOI: 10.1007/978-981-33-6969-6\_6
  11. Kuzmina T., Bolshakova P., and Zueva D. D E3S Web of Conferences 258. 09004 (2021) URL: [doi.org/10.1051/e3sconf/202125809004](https://doi.org/10.1051/e3sconf/202125809004)
  12. Kuz'mina T.K., Bol'shakova P.V., Zuyeva D.D. Inzhenernyj vestnik Dona, 2021, №5. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n5y2021/6949](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n5y2021/6949).
  13. Lapidus A, Topchiy D, Kuzmina T, Bolshakova P. Applied Sciences. 2022; 12(23):12401. URL: [doi.org/10.3390/app122312401](https://doi.org/10.3390/app122312401)
-