

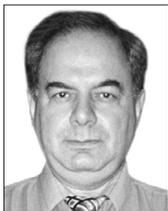
## МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ПРОЕКТНОГО УПРАВЛЕНИЯ ДЛЯ КОММЕРЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ

В статье рассматриваются возможные математические модели для реализации функций коммерческой службы организации при участии в проектах на примере компаний, занимающихся строительством жилой недвижимости. Авторы анализируют основное назначение, цели, задачи, функции и проблемы коммерческой службы, а также предлагают математические модели для их решения.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** заинтересованные стороны, управление проектом, коммерческая служба, ключевые стейкхолдеры, математические модели проектного управления



**Воропаев Владимир Иванович** — д. т. н., основатель и почетный президент СОВНЕТ, академик РАЕН и МАИЭС, профессор кафедры управления проектами Международной академии бизнеса, первый международный ассессор IPMA, почетный строитель РФ. Автор свыше 250 научных работ. Удостоен в 2005 г. награды IPMA «За выдающийся вклад в развитие мирового УП» (г. Москва)



**Гельруд Яков Давидович** — профессор кафедры предпринимательства и менеджмента Южно-Уральского государственного университета, преподаватель ряда экономических и математических дисциплин. Принимал участие в создании и внедрении более 100 автоматизированных систем управления в различных отраслях промышленности. Автор большого числа публикаций, в том числе монографии «Управление проектами в условиях риска и неопределенности» (г. Челябинск)



**Клименко Оксана Алексеевна** — СРМР (IPMA-C), РРМС IPMA, старший преподаватель кафедры управления проектами НИУ ВШЭ, региональный директор Международного центра по управлению комплексными проектами (ICSPM) в России и странах СНГ (г. Москва)

### ВВЕДЕНИЕ

Статья продолжает цикл, посвященный моделям управления проектом с позиций разных заинтересованных сторон [1–9].

Большинство реализуемых проектов ориентированы на получение финансовой выгоды. Инвестор принимает решение о вхождении в проект, основываясь на данных бизнес-плана, и ставит своей целью извлечение прибыли. Заказчик определяет требования к продукту, команда управления проектом совместно с генеральным подрядчиком и поставщиком выполняет проект и создает продукт в соответствии с заявленными заказчиком требованиями и целью инвестора получить прибыль. В современном управлении проектами эти роли достаточно хорошо изучены и описаны [13–15]. Вместе с тем для получения прибыли необходимо обеспечить поступление денежных средств путем продажи или другого способа реализации (например, сдачи в аренду площадей построенного объекта коммерческой недвижимости) создаваемого продукта. Продажа создаваемого объекта — сфера ответственности коммерческой службы. Несмотря на

то что продажа напрямую связана с обеспечением прибыльности проекта и является одним из важных критериев успешности, в существующих методологиях управления проектами мало внимания уделено компетенциям, методам и инструментам, необходимым коммерческой службе для эффективного выполнения своих функций.

*Коммерческая служба* — организация или часть организации, отвечающая за реализацию продукта проекта клиенту (конечному потребителю) и обеспечение денежного потока в виде выручки от реализации.

В контексте данной статьи рассмотрим коммерческую службу на примере отрасли строительства и девелопмента. В сфере недвижимости роль коммерческой службы могут выполнять как самостоятельные компании, так и отдельные подразделения в составе материнской организации.

Необходимо разграничивать проекты, реализуемые в данной отрасли, по видам создаваемых объектов недвижимости. Различают коммерческую, производственную, жилую недвижимость и землю. В зависимости от вида создаваемого объекта можно выделить несколько основных типов проектов:

- проекты землеустройства (образование новых земель, реорганизация, перевод назначения, реализация с капитализацией и др.);
- новое строительство (капитальное строительство);
- изменение существующих объектов (расширение, техническое перевооружение, реконструкция), изменение назначения объектов (реконцепция);
- проекты по реализации объектов недвижимости;
- проекты одностадийные (проектирование, оценка) и многостадийные (девелоперские).

## 1. НАЗНАЧЕНИЕ И РОЛЬ КОММЕРЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ

Роль профессиональных коммерческих служб сегодня трудно переоценить. Подавляющее

большинство компаний успешно функционируют на отечественном рынке уже более десяти лет. Накопленный за это время опыт в проведении сделок любой сложности и большая клиентская база служат гарантией их надежности. Специалисты таких компаний способны в максимально сжатые сроки на высоком уровне предоставить полный пакет необходимых услуг — от поиска и привлечения клиентов до полного юридического сопровождения сделки.

В качестве коммерческих служб в сфере недвижимости в зависимости от целей могут выступать компании-брокеры, специализированные агентства недвижимости, риелторы, подразделения девелоперских компаний, осуществляющих функции маркетинга и реализации жилой и коммерческой недвижимости. Тип создаваемого объекта, виды деятельности (продажа или сдача в аренду), типы проектов, вид рынка недвижимости (первичный или вторичный) формируют основные цели, задачи и функции службы.

Рассмотрим деятельность коммерческой службы на примере девелоперской компании, занимающейся строительством комплексов жилых домов на двух земельных участках. Организация представляет собой девелоперскую компанию полного цикла. Коммерческая служба представлена обособленным подразделением, выполняющим функции маркетинга и продаж, среди которых:

- разработка и проведение маркетинговых мероприятий, направленных на поиск и привлечение клиентов;
- заключение договоров с клиентами;
- отслеживание поступлений денежных средств по заключенным договорам;
- решение проблем с клиентами и работа с рекламациями.

Используемые инструменты:

- план продаж с разбивкой по месяцам, включающий требуемое количество квартир определенного вида (однокомнатные, двухкомнатные и т.д.);
- бюджет проекта;

- бизнес-план проекта;
- юридическое обеспечение в форме договоров и других документов;
- укрупненный сетевой график проекта;
- план по вехам.

## 2. ОСНОВНЫЕ ПРОБЛЕМЫ И ЗАДАЧИ ДЛЯ РЕШЕНИЯ

Основными ограничениями и рисками коммерческой службы, связанными с реализацией продукта проекта и обеспечением входящего денежного потока в виде выручки, являются сроки реализации квартир, сдачи построенного объекта в эксплуатацию, наличие определенного вида квартир на разных стадиях проекта, неплатежеспособность клиентов, чувствительность рынка недвижимости к макроэкономическим факторам (политическим, экономическим, курсам валют и т.д.), бюджет, выделенный на маркетинговые исследования и рекламу.

Основные проблемы, с которыми сталкивается коммерческая служба, перечислены ниже.

■ *Коммерческая служба не вовлечена в проект.* Представители коммерческой службы относятся к обеспечивающим подразделениям и не включены в команду проекта. Они не обладают детальной информацией о ходе проекта, не имеют возможности отслеживать изменения в графике и причины этих изменений. Вследствие низкой информированности коммерческая служба оторвана от реалий проекта, что затрудняет коммуникацию. Возникает недостаточное понимание общих целей, проблем, задач, событий и вех в проекте.

■ *План продаж как основной инструмент не эффективен.* План продаж разрабатывается на основе бизнес-плана и потребности в финансировании проекта. План утверждается и ежемесячно пересматривается. Заранее известно (из сетевого графика), в какие моменты времени какое количество денежных средств необходимо получить. Однако в общий план-график (сетевой

график проекта) не закладывается время на задачи, которые выполняет коммерческая служба, — маркетинговые мероприятия и продажи, в то время как каждая элементарная работа требует тщательной оценки по времени, стоимости и ресурсам. Неадекватное планирование и непринятие во внимание работ, связанных с продажами, приводит к серьезным кассовым разрывам на этапе реализации проекта [10].

■ *Нерегулярность и непредсказуемость выручки от клиентов.* Сложно предсказать поведение покупателя. Необходимо мониторить макрофакторы и просчитывать риски с их учетом, определять их влияние на проект и его показатели.

■ *Сезонность продаж.* План продаж формируется исходя из среднемесячной потребности поступления денежных средств, без учета фактора сезонности.

■ *Отсутствие учета рисков коммерческой службы в проекте.* Коммерческая служба не имеет инструмента для оценки макроэкономических и других рисков с целью прогнозирования выполнения плана продаж. Необходимо разработать такой инструмент. Управление рисками коммерческой службы должно стать частью общей системы управления рисками проекта.

■ *Прогнозирование продаж: выручка и прибыль проекта.* Самая сложная задача — точно прогнозировать продажи как в натуральном (квартиры, квадратные метры), так и в денежном выражении. Необходим механизм ежедневного прогнозирования с учетом выручки и рисков. Это позволит более точно рассчитывать потребность в финансировании и проактивно управлять денежными потоками, а также сокращать и/или ликвидировать возникновение кассовых разрывов.

■ *Влияние отставания от расписания.* В расписании проекта возникают отставания по срокам. Может наступить ситуация, когда при нарушении сроков сдачи объекта клиенты подадут иски в суд (это реальные примеры из практики компаний). По договорам с клиентами возникнут судебные разбирательства, которые повлекут за собой штрафы, издержки, ухудшение имиджа

компании. Необходим механизм, позволяющий предотвращать данный сценарий развития событий или по крайней мере минимизировать его негативные последствия.

Коммерческой службе необходимо обладать методами и инструментами, предназначенными для оперативного и среднесрочного управления работами и задачами. Главными задачами являются соблюдение темпов строительства в соответствии с первоначальным планом, получение запланированной выручки в привязке к темпам и, как следствие, обеспечение предусмотренной прибыли проекта. В данной статье предложены три математические модели, направленные на решение поставленных выше задач.

### 3. МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ, ОПИСЫВАЮЩАЯ ХАРАКТЕР ВЛИЯНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК ПРОЕКТА И ХОДА ЕГО РЕАЛИЗАЦИИ НА ВЫПОЛНЕНИЕ ПЛАНА ПРОДАЖ

В качестве анализируемого и прогнозируемого показателя качества  $Y^k$  возьмем процент выполнения плана по продажам в течение  $k$  месяцев после официального срока сдачи проекта. Данная модель предназначена для выявления характера зависимости выбранного параметра качества от характеристик проекта и хода его реализации.

Исходной информацией являются статистические данные об уже выполненных  $N$  проектах  $x_{pi}$  и значения показателя качества  $Y_p^k$  ( $k = 0, \dots, K$ ;  $p = 1, \dots, N$ ). Здесь  $i$  ( $i = 1, \dots, n$ ) — номер характеристики проекта (фактора), проекты группируем по типам, для каждого типа может быть свой набор факторов. Например, для проектов жилищного строительства набор факторов следующий:

- количество однокомнатных квартир;
- количество двухкомнатных квартир;
- количество трехкомнатных квартир;
- количество четырехкомнатных квартир;
- этажность;

- стоимость 1 м<sup>2</sup>;
- инфраструктура и благоустройство прилегающей территории по пятибалльной системе (1 — «очень плохо», 5 — «очень хорошо»);
- расстояние до метро;
- расстояние до остановки общественного транспорта;
- средства, затраченные на рекламу данного проекта (при рекламировании жилищного комплекса — доля средств, соответствующая данному объекту в составе комплекса);
- отклонения фактического срока сдачи объекта от планового (в процентах от плановой продолжительности).

Для построения регрессионной линейной (аддитивной) модели влияния характеристик проекта и хода его реализации на выполнение плана продаж нужно найти зависимость вида:

$$Y^k = a_0 + a_1 \times X_1 + \dots + a_n \times X_n, \quad (1)$$

где  $a_i$  — коэффициенты регрессии, показывающие степень влияния каждого фактора  $i$  на параметр качества. При изменении значения фактора на единицу измерения представленных данных значение показателя качества меняется на величину соответствующего коэффициента регрессии.

В процессе построения модели определяется множество характеристик проекта (факторов), оказывающих заметное влияние на моделируемый показатель качества, причем для каждого  $k$  это может быть свой набор факторов и коэффициентов регрессии. Отбор факторов проводится методом расчета коэффициентов корреляции  $r_{ij}$  для каждой пары переменных  $X_i, X_j$  в уравнении (1). Корреляция переменных показывает, насколько велика их связь между собой. Если это так ( $|r_{ij}| \geq 0,8$ ), то использование одной из переменных нецелесообразно и является избыточным. Кроме того, следует исключить факторы, имеющие слабую степень влияния на показатель качества  $Y$ . Данное решение принимается ответственным лицом индивидуально по каждому фактору путем анализа полученных коэффициентов регрессии и  $t$ -статистики. В итоге мы получим

некоторое множество факторов, влияние которых на исследуемый параметр  $Y^k$  наиболее значимо, причем будет устранена избыточность переменных.

Использование полученной модели возможно по двум направлениям:

1) повышение качества выполнения плана продаж за счет изменения (при возможности) значений характеристик проекта (увеличиваем  $i$ -тый фактор, если  $a_i > 0$ , и, соответственно, уменьшаем, если  $a_i < 0$ );

2) прогнозирование хода выполнения плана продаж в течение  $k$  месяцев после официального срока сдачи проекта.

Построение нелинейной (мультипликативной) модели влияния характеристик проекта на выполнение плана продаж, т.е. зависимости вида:

$$Y^k = a_0 X_1^{a_1} X_2^{a_2} \times \dots \times X_n^{a_n} \quad (2)$$

в данном случае нецелесообразно, т.к. здесь показатели степени  $a_i$  — коэффициенты эластичности — являются константами. Они показывают, на сколько процентов меняется анализируемый показатель  $Y^k$  при изменении фактора  $i$  на 1%. Однако анализ статистических данных о характеристиках проектов жилищного строительства и выполнении плана продаж подтверждает существенную зависимость коэффициентов эластичности анализируемых показателей  $Y^k$  от значений факторов, поэтому для данного типа проектов рекомендуем строить регрессионную модель (1). При наличии в статистической информации о характеристиках других типов проектов постоянных коэффициентов эластичности следует строить регрессии по формуле (2).

#### 4. МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДЛЯ ОЦЕНКИ РЫНКА ЖИЛИЩНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

Для оценки рынка применим также регрессионную модель вида (1) или (2). При этом в качестве примера будем использовать статистическую

информацию, характеризующую рынок строящегося жилья в Челябинске и Челябинской области. Полученную таким образом методику построения модели можно будет использовать во всех других регионах России, за исключением Москвы и Московской области, где рынок определяется характеристиками не только самого региона, но и страны в целом.

Производя оценку рынка жилья в конкретном районе, компания руководствуется рядом показателей, таких как:

- географическое положение;
- количество потенциальных клиентов;
- ожидаемая прибыль;
- инфраструктура;
- наличие конкурентов в выбранном регионе и пр.

Наша цель — создать методику, которая оперировала бы показателями, поддающимися измерению и сопоставлению, отражающими основные социально-экономические характеристики региона. Кроме того, источник данных должен быть достоверен и доступен для пользования, т.е. организации не нужно проводить дополнительные исследования, чтобы получить информацию. Это и упрощает работу с моделью, и экономит средства компании.

За основу для создания модели нами были взяты статистический сборник «Города Челябинской области» [12] и «Всероссийский статистический сборник» [11]. Первый включает в себя следующие социально-экономические показатели:

- численность наличного населения;
- среднесписочная численность работников;
- численность незанятого населения;
- среднемесячная номинальная заработная плата работников организаций;
- численность пенсионеров;
- средний размер назначенных месячных пенсий;
- объем промышленной продукции;
- индексы промышленного производства, продукции сельского хозяйства;
- индексы физического объема сельского хозяйства;

- ввод в действие жилых домов;
- оборот розничной торговли;
- объем платных услуг населению;
- индексы физического объема платных услуг населению;
- сальдированный финансовый результат деятельности организаций;
- инвестиции в основной капитал.

Во втором сборнике представлена более подробная статистическая информация, характеризующая такие показатели, как труд, уровень жизни населения и социальное обеспечение, охрана окружающей среды, правонарушения, жилищный фонд, промышленность, производство отдельных видов промышленной продукции, строительство, торговля и услуги, транспорт и связь, финансы, инвестиции.

Из всего этого многообразия показателей были выбраны ключевые, независимые (коэффициент корреляции  $< 0,85$ ), которые дают комплексную характеристику региона:

- 1) год;
- 2) население — отражает потенциальное число клиентов;
- 3) заработная плата — отражает потенциальную величину платежей;
- 4) объемы частного сектора (количество домов,  $\text{м}^2/\text{чел.}$ );
- 5) обеспеченность жильем в многоквартирных домах,  $\text{м}^2/\text{чел.}$ ;
- 6) число автомобилей.

В качестве анализируемого и прогнозируемого показателя возьмем «ввод в действие жилых домов», который позволяет строительной компании оценить перспективы ее развития в регионе.

Построение модели проведем на информационной базе шести городов: Южноуральск (ЮЖУ), Троицк, Златоуст, Миасс, Катав-Ивановск (К-И), Усть-Катав (У-К), где строительная компания вела жилищное строительство в 2011, 2012 и 2013 гг. Объединим соответствующие показатели для выбранных нами объектов исследования по годам в табл. 1.

Хотелось бы пояснить, почему мы ограничились всего шестью показателями, хотя статистическое разнообразие позволяет использовать гораздо больше факторов для анализа. Дело, во-первых, в том, что очень многие данные являются взаимозависимыми, и это показал корреляционный анализ. Во-вторых, чем меньше данных используется для построения модели, тем точнее эта модель. При большом количестве исходных параметров увеличивается и доля погрешности, а следовательно, снижается достоверность модели. Кроме того, необходимо в принципе убедиться в том, что выбранный нами метод можно применять для оценки и прогнозирования рынка строящегося жилья. При дальнейшем использовании модели в других регионах России ее можно будет совершенствовать, адаптировать, добавляя дополнительные факторы.

Строим модель зависимости показателя  $Y$  «ввод в действие жилых домов» от переменных  $x_1, \dots, x_6$  с помощью пакета MS Excel, функция «Регрессия». Получаем:

$$Y = -6628926,17 + 3324,46x_1 + 266,64x_2 + 5,78x_3 - 9,085x_4 - 6117,41x_5 - 0,22x_6. \quad (3)$$

Как мы видим из полученного уравнения, положительное влияние на результат оказывают год, количество населения и заработная плата, что вполне логично. Отрицательные коэффициенты для объемов частного сектора и обеспеченности жильем в многоквартирных домах также довольно логичны — люди довольствуются тем, что имеют, а отрицательное влияние числа автомобилей объясняется следующим: при невысоких доходах жители выбирают между автомобилем и улучшением жилищных условий — на все денег не хватает.

Значение коэффициента детерминации очень близко к единице (0,97), следовательно, полученная нами модель адекватно отражает реальное положение вещей. Полученную регрессию (3) можно использовать для прогнозирования рынка строящегося жилья в уже освоенных районах, а также для анализа перспектив рынка в новых регионах.

Таблица 1. Социально-экономические показатели для анализируемых районов

Район	Год ( $x_1$ )	Население, тыс. чел. ( $x_2$ )	Зарплата, руб. ( $x_3$ )	Объемы частного сектора, количество домов ( $x_4$ )	Обеспеченность жильем, м <sup>2</sup> /чел. ( $x_5$ )	Число автомобилей, шт. ( $x_6$ )	Ввод в действие жилых домов, м <sup>2</sup> (Y)
ЮжУ	2011	39400	4063	2098	10,25	13200	6345
	2012	39600	4854	2106	11,13	14546	2086
	2013	39500	6106	2217	12,57	15034	7241
Троицк	2011	83900	4459	2957	10,23	29062	12286
	2012	83500	5589	2861	11,11	28178	11861
	2013	83000	7155	2862	12,33	29119	21420
Златоуст	2011	196600	4114	3823	11,5	29230	17917
	2012	195200	4854	3722	12,98	30185	21072
	2013	193900	6079	3651	12,56	31746	36609
Миасс	2011	171700	4206	2521	11,79	53382	17010
	2012	170400	5164	2449	13,14	53586	20078
	2013	169000	6420	2776	12,54	52497	33303
К-И	2011	20300	2883	1135	10,68	13483	2346
	2012	20000	3922	1336	12,2	13161	1936
	2013	19800	4812	1374	12,41	13226	4252
У-К	2011	30100	2966	797	11,74	12500	1406
	2012	29800	4039	1192	12,5	12531	1992
	2013	29400	4813	1227	12,81	12849	2643

## 5. АНАЛИЗ ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ РАЙОНОВ ДЛЯ НАЧАЛА ЖИЛИЩНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

Для анализа были взяты три относительно крупных города Челябинской области, где пока не ведет работ анализируемая строительная компания, — это Кыштым, Чебаркуль и Сатка. Для каждого из выбранных городов на основе статистических данных за 2001–2013 гг. были построены уравнения зависимости (тренды) величины каждого социально-экономического показателя (фактора) от времени ( $t = 1, \dots, 13$ ) с помощью линейной регрессии. Полученные данные представлены в табл. 2.

На основании полученных трендов прогнозируем значения, необходимые для анализа социально-экономических показателей на последующие пять лет. Данные представлены в табл. 3–5.

По формуле (3) на основании полученных прогнозов социально-экономических показателей рассчитаем прогнозные значения результирующего показателя (Y) для выбранных городов (табл. 6).

Полученные прогнозы показывают абсолютную перспективность Сатки для развертывания там жилищного строительства, на втором месте Кыштым, Чебаркуль с весьма скромными результатами замыкает анализируемый перечень.

**Таблица 2.** Тренды социально-экономических показателей (факторов) для анализируемых районов

Фактор	Для Кыштыма		Для Чебаркуля		Для Сатки	
	Тренд	R <sup>2</sup>	Тренд	R <sup>2</sup>	Тренд	R <sup>2</sup>
x <sub>2</sub>	-2,11t <sub>i</sub> + 67,6	0,88	-1,16t <sub>i</sub> + 59,2	0,95	-0,18t <sub>i</sub> + 51,22	0,86
x <sub>3</sub>	721,5t <sub>i</sub> - 3104,2	0,93	877,1t <sub>i</sub> - 4675,4	0,92	772,1t <sub>i</sub> - 3137,2	0,93
x <sub>4</sub>	295,7t <sub>i</sub> - 2104,7	0,91	291,1t <sub>i</sub> - 1292,4	0,94	319,3t <sub>i</sub> - 1514,2	0,85
x <sub>5</sub>	1,1t <sub>i</sub> - 2,38	0,89	0,5t <sub>i</sub> + 7,47	0,89	0,34t <sub>i</sub> + 7,56	0,86
x <sub>6</sub>	787,4t <sub>i</sub> + 3059,4	0,85	682,6t <sub>i</sub> + 4546,2	0,87	-61t <sub>i</sub> + 15728,1	0,84

**Таблица 3.** Прогнозируемые значения социально-экономических показателей: Кыштым

Год	Население, тыс. чел. (x <sub>2</sub> )	Зарплата, руб. (x <sub>3</sub> )	Частный сектор, кол-во (x <sub>4</sub> )	Обеспеченность жильем, м <sup>2</sup> /чел. (x <sub>5</sub> )	Автомобили, шт. (x <sub>6</sub> )
2014	38020	6997	2035	13,02	14083
2015	35900	7668	2357	14,13	14870
2016	33780	8339	2678	15,22	15658
2017	31660	9010	3030	16,34	16435
2018	29540	9681	3321	17,44	17217

**Таблица 4.** Прогнозируемые значения социально-экономических показателей: Чебаркуль

Год	Население, тыс. чел. (x <sub>2</sub> )	Зарплата, руб. (x <sub>3</sub> )	Частный сектор, кол-во (x <sub>4</sub> )	Обеспеченность жильем, м <sup>2</sup> /чел. (x <sub>5</sub> )	Автомобили, шт. (x <sub>6</sub> )
2014	42960	7604	2783	14,47	14103
2015	41800	8481	3074	14,97	14786
2016	40640	9358	3365	15,47	15468
2017	39480	10236	3656	15,97	16150
2018	38320	11113	3947	16,47	16833

**Таблица 5.** Прогнозируемые значения социально-экономических показателей: Сатка

Год	Население, тыс. чел. (x <sub>2</sub> )	Зарплата, руб. (x <sub>3</sub> )	Частный сектор, кол-во (x <sub>4</sub> )	Обеспеченность жильем, м <sup>2</sup> /чел. (x <sub>5</sub> )	Автомобили, шт. (x <sub>6</sub> )
2014	48700	7671	2956	12,32	14874
2015	48520	8443	3275	12,66	14813
2016	48340	9215	3594	13	14752
2017	48160	9988	3912	13,34	13691
2018	47980	10760	4231	13,68	13620

**Таблица 6.** Прогнозные значения результирующего показателя ( $Y$ ) для выбранных городов (по годам), м<sup>2</sup>

Год	Кыштым	Чебаркуль	Сатка
2014	6573,17	2371,09	11851,21
2015	6490,58	2076,85	11695,98
2016	6407,98	1782,62	11540,74
2017	6325,39	1488,38	11385,51
2018	6242,79	1194,15	11230,27

## 6. МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОПТИМАЛЬНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРОЕКТА

Исходной информацией для модели служат ограничения на допустимые значения характеристик проекта ( $x_i$ ) и построенная многофакторная регрессия (1). Ограничения могут иметь технический, технологический, социальный, экономический и прочий характер. Например, номенклатура квартир в доме, этажность диктуются техническими, социальными и экономическими причинами, стоимость 1 м<sup>2</sup> — социальными и экономическими причинами и т.д. Имеем:

$$a_i \leq x_i \leq b_i \quad (i = 1, \dots, n). \quad (4)$$

Постановка задачи: найти характеристики проекта  $\{x_i\}$ , удовлетворяющие ограничениям (4), при которых максимизируется приведенный поток платежей от реализации квартир. Поскольку построенная многофакторная регрессия (1) позволяет получать  $Y^k$  — процент от продаж квартир в  $k$ -тый месяц после сдачи объекта, то член потока платежей, относящийся к  $k$ -тому месяцу, будет равен  $(Y^k - Y^{k-1})V$ , где  $V$  — стоимость всех квартир объекта. Таким образом, целевая функция задачи:

$$F = Y^0 + \sum_{k=1}^n (Y^k - Y^{k-1})(1+i)^{-k} \rightarrow \max.$$

Здесь  $i$  — ставка приведения (дисконтирования), характеризующая желаемый уровень эффективности инвестиций в жилищное строительство.

Константа  $V$  вынесена за скобки и убрана из целевой функции как не влияющая на результат.

Найденные таким образом характеристики проекта  $\{x_i\}$  могут служить ориентиром для разработки комплекса мероприятий, повышающих его экономическую эффективность. Предложения по изменению технических, технологических характеристик носят со стороны коммерческой службы рекомендательный характер, а изменения характеристик, которые могут быть осуществлены самой коммерческой службой (например, маркетинговые работы по видам), являются как раз планом ее действий.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, в статье авторы попытались проанализировать роль и назначение коммерческой службы как одного из ключевых стейкхолдеров проекта, определить функции, выявить основные проблемы и задачи и разработать математические модели для их решения. Применение таких инструментов руководителями и сотрудниками коммерческой службы может повысить эффективность планирования, отслеживания и прогнозирования результатов проекта. Авторы статьи не претендуют на истину в последней инстанции, предлагая математические модели проектного управления для коммерческой службы, и будут благодарны за отзывы и готовность продолжить исследование в данном направлении.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Баркалов С., Воропаев В. и др. Математические основы управления проектами / Под ред. В.Н. Буркова. — М.: Высшая школа, 2005. — 423 с.
2. Воропаев В., Гельруд Я. Математические модели проектного управления для заинтересованных сторон // Управление проектами и программами. — 2012. — №4. — С. 258–269.
3. Воропаев В., Гельруд Я. Математические модели проектного управления для заказчика // Управление проектами и программами. — 2013. — №1. — С. 18–29.
4. Воропаев В., Гельруд Я. Математические модели проектного управления для инвестора // Управление проектами и программами. — 2013. — №2. — С. 102–112.
5. Воропаев В., Гельруд Я. Математические модели проектного управления для поставщика // Управление проектами и программами. — 2013. — №3. — С. 180–196.
6. Воропаев В., Гельруд Я. Математические модели проектного управления для регулирующих органов // Управление проектами и программами. — 2013. — №4. — С. 272–283.
7. Воропаев В., Гельруд Я. Математические модели проектного управления для руководителя и его команды управления проектом // Управление проектами и программами. — 2014. — №1, 2. — С. 18–27, 94–102.
8. Воропаев В., Гельруд Я. Обобщенные стохастические сетевые модели для управления комплексными проектами // Управление проектами и программами. — 2008. — №1, 2. — С. 18–27, 114–125.
9. Воропаев В., Гельруд Я., Клименко О. Функциональные модели управления проектной деятельностью для разных заинтересованных сторон // Управление проектами и программами. — 2014. — №4. — С. 266–278.
10. Кущенко В.В. Девелопмент: современная концепция развития недвижимости. — М.: Норма, 2004. — 368 с.
11. Статистический сборник «Всероссийский статистический сборник». — М.: Росстат, 2013. — 717 с.
12. Статистический сборник «Города Челябинской области». — [http://www.gks.ru/bgd/regl/b11\\_14t/lssWWW.exe/Stg/ural/chelya.htm](http://www.gks.ru/bgd/regl/b11_14t/lssWWW.exe/Stg/ural/chelya.htm).
13. IPMA Editorial Committee (2006). *ICB — IPMA Competence Baseline*. Version 3.0. 202 p.
14. PMCC / ENNA (2002). *A Guidebook of Project & Program Management for Enterprise Innovation*. Japan.
15. Project Management Institute (2012). *PMBOK Guide*. Newtown Square, Pennsylvania, USA.