

УДК 519.87

*Е. В. Вишнева*

### ПРИМЕРЫ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ УПРАВЛЯЮЩЕЙ КОМПАНИИ

*Рассмотрены две математические модели предприятия сферы жилищно-коммунального хозяйства на примере управляющей компании. Первая модель построена на основе балансовых уравнений предприятия, учтены и систематизированы доходы и расходы управляющей компании. Вторая – представлена в виде задачи оптимального управления. Элементом оптимизации стала дисконтированная прибыль предприятия, а элементом управления – затраты на модернизацию жилого фонда. Обе модели использовались для исследования экономического функционирования управляющих компаний.*

*The article discusses Two mathematical models of housing and utilities services organization as an example of a managing company are considered. The first model is based on balance equations of the organization. It takes into account and systematizes income and expenses of a managing company. The second model is presented in the form of the optimal control problem. Wherein, the discounted profit of the company was selected as an optimization element, whereas the costs of housing modernization were chosen as a control element.*

**Ключевые слова:** математическая модель, балансовые уравнения, оптимальное управление, ЖКХ.

**Key words:** mathematical model, balance equations, optimal control, housing and community amenities.



## Введение

С проблемами жилищно-коммунального хозяйства сталкивается практически каждый гражданин России, ведь от функционирования этой отрасли экономики зависит комфортность проживания в многоквартирных домах. Однако сама отрасль находится в плачевном состоянии. По официальным данным, в России износ жилого фонда и инженерных сетей, обеспечивающих предоставление коммунальных ресурсов, превышает 60%, что не может не сказываться на цене тарифа и качестве услуг. В настоящее время сфера жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации реформируется, идет поиск методов и инструментов повышения эффективности ее работы, что должно помочь в снятии социального напряжения, вызванного высокими тарифами и низким качеством жилищно-коммунальных услуг. Для эффективной работы в этом направлении необходима математическая модель, которая учитывала бы интересы всех участников процесса: управляющих организаций, производителей и потребителей коммунальных услуг.

На сегодня неудовлетворенность потребителей деятельностью предприятий сферы жилищно-коммунального хозяйства (ЖКХ) очень высока. Рост тарифов и невысокое качество услуг - основные факторы, вызывающие такое отношение к отрасли. Между тем предприятия этой сферы поставлены в рамки ограниченности своих возможностей: маловариативность тарифов и изношенность фондов не позволяют извлекать большую прибыль обслуживающим организациям. Увеличить свою прибыль предприятия этой отрасли могут применяя энерго- и ресурсосберегающие технологии, а также проводя мероприятия, способствующие уменьшению эксплуатационных затрат. Окупаемость таких вложений является для предприятия первостепенным вопросом. Также на финансовый результат деятельности управляющих компаний (УК) влияет и много других факторов: неплатежи населения, необходимость оплаты потерь ресурсов во внутридомовых сетях, скрытые дефекты жилого фонда, требующие дополнительных затрат, необходимость обоснования привлечения кредитных ресурсов на модернизацию систем жилого дома для уменьшения потерь или снижения неплатежей. Неучет этих факторов на практике приводит к росту дебиторской задолженности и, как следствие, банкротству предприятия.

В последнее время большое внимание уделяется проблемам ЖКХ в научных кругах, написано много статей по проблемам развития и несогласованности интересов агентов рынка ЖКХ [1; 2], рассматривался зарубежный опыт по вопросам управления в сфере ЖКХ [3; 4]. Реальную помощь в решении текущих задач по управлению и содержанию жилого фонда предприятию ЖКХ и отрасли в целом может дать математическая модель, в которой учитывались бы все факторы и интересы всех участников рынка.



Моделирование различных аспектов взаимоотношений управляющих организаций, производителей и потребителей коммунальных услуг, а также услуг по обслуживанию жилого фонда, относится к числу сложных, многокритериальных и динамических, решение которых целесообразно осуществлять с использованием математических методов. Однако имеющийся инструментарий, описанный в литературе, например в [5–7], ориентирован главным образом на решение более общих задач, недостаточно учитывающих специфику ЖКХ, в связи с чем возникает необходимость в разработке соответствующих методов математического моделирования.

На сегодня вопрос моделирования в сфере ЖКХ является актуальным, особенно в свете реформирования отрасли. Некоторые из экономических моделей представлены в работах [8–11].

В настоящей статье рассматриваются модели предприятия сферы ЖКХ на примере УК, занимающейся содержанием и управлением жилым фондом.

У каждой УК имеется в управлении некоторая группа домов, характеризующаяся степенью благоустройства, уровнем физического износа здания, материалами конструктивных элементов, этажностью, наличием и характеристиками установленных в многоквартирных домах (МКД) технических устройств и внутридомового инженерного оборудования, наличием придомовой территории и расположенных на ней объектов, являющихся общим имуществом МКД. Заключив договор с собственниками помещений дома, управляющая компания должна осуществлять работы по содержанию и управлению общим имуществом дома в соответствии с требованиями Жилищного кодекса, нормативных документов и ГОСТ (Р 51617-2000, Р 56037-2014, Р 56038-2014, Р 56192-2014, Р 56193-2014, Р 56194-2014, Р 56195-2014).

## 1. Модель УК на основе уравнений балансов

Рассмотрев предприятия ЖКХ и учитывая специфику деятельности – оказание услуг, а не производство товаров, систематизировав статьи доходов и затрат, первоначально рассматривалась модель на основе системы уравнений финансовых балансов.

Известный в статистике баланс доходов и расходов имеет вид

$$D = R + Q,$$

где  $D$  – доходы;  $R$  – расходы;  $Q$  – прибыль.

К доходам организации относятся:

- доходы в виде платежей за содержание и ремонт жилого фонда;
- доходы в виде целевого финансирования;
- доходы в виде платежей за коммунальные услуги;
- доходы за выполнение дополнительных работ и другой деятельности, осуществляемой в рамках содержания многоквартирного дома.



Таким образом, доход от платежей за содержание и ремонт жилого фонда за отчетный месяц имеет вид  $\sum_{i=1}^n S_i \cdot t_i$ , где  $n$  – количество домов на обслуживании предприятия ЖКХ;  $S_i$  – площадь  $i$ -го дома,  $S_i > 0$ ;  $t_i$  – тариф на обслуживание  $i$ -того дома,  $t_i > 0$ . Здесь

$$t_i = \frac{\sum_{j=1}^k N_j \cdot V_j}{S_i \cdot P_i},$$

где  $k$  – количество работ заложенных в тариф,  $k > 0$ ;  $N_j$  – стоимость  $j$ -й работы за единицу объема работ,  $N_j > 0$ ;  $V_j$  – объем  $j$ -той работы,  $V_j > 0$ ;  $S_i$  – площадь  $i$ -того дома,  $S_i > 0$ ;  $P_i$  – период, на который формируется тариф для  $i$ -того дома,  $P_i > 0$ . Таким образом, доход от платежей за содержание и ремонт жилого фонда не зависит от площади домов, а только от количества заложенных в тариф работ, что составит

$$\sum_{i=1}^n \frac{\sum_{j=1}^k N_j \cdot V_j}{P_i}.$$

К доходам в виде целевого финансирования относятся бюджетные средства на проведение текущего и капитального ремонта общего имущества в многоквартирном доме, предоставляемые в виде субсидий, субвенций и средств специализированных фондов:  $\sum_{ii=1}^l G_{ii}$ , где  $l$  – количество домов, получивших финансирование;  $G_{ii}$  – сумма субсидий, субвенций или других средств, выделенная на  $ii$ -й дом.

Доходы в виде платежей за коммунальные услуги включают платежи граждан, проживающих в МКД, за предоставленные им коммунальные ресурсы: водоснабжение (холодное и горячее), водоотведение, газоснабжение, отопление и электроснабжение. Размер платежей определяется на основе показаний общедомовых приборов учета или при их отсутствии суммы объемов на общедомовые нужды и индивидуального потребления граждан, полученное по показаниям индивидуальных приборов учета соответствующего коммунального ресурса, а при их отсутствии – нормативов потребления, и утвержденных тарифов

на коммунальные ресурсы:  $\sum_{jj=1}^m (V_{пуjj} + V_{нормjj} + V_{однjj}) \cdot t_{jj}$ , где  $m$  – количество коммунальных услуг;  $V_{пуjj}$  – суммарный объем по приборам учета по  $jj$ -й коммунальной услуге;  $V_{нормjj}$  – суммарный объем по  $jj$ -й услуге по нормативам потребления;  $V_{однjj}$  – суммарный объем на общедомовые нужды по  $jj$ -й услуге;  $t_{jj}$  – тариф на  $jj$ -ю услугу.

К доходам за выполнение дополнительных работ и другой деятельности, осуществляемой в рамках содержания многоквартирного дома, могут относиться:

– работы, заказанные собственниками жилых помещений и не относящиеся к перечню и составу работ утвержденных в тарифе на содержание и ремонт жилого фонда:  $\sum_{i=1}^{\hat{n}} N_i$ , где  $\hat{n}$  – количество заказан-



ных работ, не относящихся к работам заложенным в тарифе на содержание и текущий ремонт,  $N_i$  – сумма, выставленная за выполнение  $\hat{k}$ -той разовой услуги,  $N_i \geq 0$ ;

– доходы от сдачи в аренду помещений и/или части имущества относящегося к многоквартирному дому (земельный участок, придомовая территория):  $\sum_{j=1}^{\hat{k}} S_j \cdot T_j$ , где  $\hat{k}$  – количество объектов сдаваемых в аренду;  $S_j$  – площадь  $\hat{j}$ -го объекта;  $T_j$  – стоимость аренды 1 м<sup>2</sup>.  $\hat{j}$ -го объекта;

– размещение рекламы на частях общего имущества (крыше, фасаде здания, дверях, коридорах и т. д.):  $\sum_{i=0}^{\tilde{n}} A_i$ , где  $\tilde{n}$  – количество размещений рекламы;  $A_i$  – сумма  $\tilde{i}$ -го договора на размещение рекламы на частях общего имущества. Итак, доходы предприятия имеют следующий вид:

$$D = \sum_{i=1}^n \left( \frac{\sum_{j=1}^k N_j \cdot V_j}{P_i} \right) + \sum_{i=1}^l G_{ii} + \sum_{jj=1}^m (V_{пуjj} + V_{нормjj} + V_{одл+jj}) \cdot t_{jj} + \sum_{i=1}^{\tilde{n}} N_i + \sum_{j=1}^{\hat{k}} S_j \cdot T_j + \sum_{i=0}^{\tilde{n}} A_i.$$

Расходы предприятия на обслуживание жилого дома складываются из следующего:

– затрат на выполнение работ согласно перечня и состава работ входящих в тариф по содержанию и текущему ремонту общего имущества МКД;

– затрат на выполнение разовых работ, не относящихся к работам заложенным в тарифе на обслуживание жилого фонда;

– затрат на оплату коммунальных ресурсов;

– управленческих расходов.

Таким образом,

$$R = \sum_{i=1}^n T_i + \sum_{j=1}^{\hat{k}} T_j + \sum_{jj=1}^m T_{jj} + \sum_{i=1}^n U_i,$$

где  $n$  – количество домов на обслуживании предприятия ЖКХ;  $\hat{k}$  – число выполненных разовых услуг;  $m$  – количество коммунальных услуг;  $T_i$  – затраты на обслуживание  $i$ -го дома в рамках тарифа на обслуживание,  $T_i \geq 0$ ;  $T_j$  – затраты на выполнение  $\tilde{j}$ -й разовой услуги,  $T_j \geq 0$ ;  $T_{jj}$  – затраты на оплату коммунальных ресурсов,  $T_{jj} \geq 0$ ;  $\sum_{i=1}^n U_i$  – сумма управленческих затрат (зарплата работников, налоги, амортизация основных средств, аренда помещений, техники и т. п.),  $\sum_{i=1}^n U_i \geq 0$ .



Итак, уравнение балансов будет иметь вид

$$\sum_{i=1}^n \left( \frac{\sum_{j=1}^k N_j \cdot V_j}{P_i} \right) + \sum_{ii=1}^l G_{ii} + \sum_{jj=1}^m (V_{Плjj} + V_{нормjj} + V_{ОДНjj}) \cdot t_{jj} + \sum_{i=1}^{\hat{n}} N_i +$$

$$+ \sum_{j=1}^{\hat{k}} S_j \cdot T_j + \sum_{i=0}^{\hat{n}} A_i = \sum_{i=1}^n T_i + \sum_{j=1}^{\hat{k}} T_j + \sum_{jj=1}^m T_{jj} + \sum_{i=1}^n U_i + Q.$$

Рассматривая составляющие уравнения более детально, мы видим, что хоть левая часть уравнения и составляет предполагаемый доход предприятия, но полностью рассчитывать на эти средства нельзя, так как вероятность 100% оплаты не велика, также при принятии платежей сторонними организациями возможны издержки на услуги этих организация по переводу денежных средств. В связи с этим необходимо учитывать составляющую неплатежей и издержек сторонних организаций в данной формуле в виде слагаемых, относящихся к расходам предприятия:

$$\sum_{i=1}^{\bar{n}} \Phi_i + \frac{dL}{dt},$$

где  $\sum_{i=1}^{\bar{n}} \Phi_i$  – сумма издержек на услуги сторонних организация по пе-

реводу денежных средств,  $\Phi_i \geq 0$ ;  $\frac{dL}{dt}$  – общий прирост долга,  $\frac{dL}{dt} \geq 0$ .

$\sum_{i=1}^n T_i$  и  $\sum_{j=1}^{\hat{k}} T_j$  по факту являются расходами на выполнение тех или иных работ (текущих, плановых, разовых и т. п.) и, если не учитывать специфику самих работ, включенных в тариф или не включенных за содержание общего имущества МКД, их можно объединить.

Все эти затраты включают расходы на материалы, работу, оплату заемных средств, использованных на выполнение данной работы. Работы могут выполняться собственными сотрудниками предприятия ЖКХ или сторонними фирмами, работающими по аутсорсингу. Работы, выполняемые собственными работниками предприятия, не требуют дополнительных финансовых расходов, они заложены в управленческих расходах в виде их заработной платы и налоговых отчислений с нее, но требуют наличия соответствующей квалификации работников и времени на выполнение данной работы, так как количества собственных работников может не хватить на большие объемы работ. Работы, выполняемые по аутсорсингу, требуют денежных вложений на оплату этих работ. Закупку материалов и оплату работ сторонних организаций предприятие может осуществлять на собственные средства, средства жильцов дома или использовать заемные средства, которые повлекут дополнительные расходы на возврат основного долга и оплату процентов по кредиту. Таким образом,

$$T_j = \sum_{\lambda=1}^{\Lambda} M_{j\lambda} + O_j + \Omega_j,$$



где  $\bar{j} \in [1; \bar{k}]$ ,  $\bar{k}$  – количество выполненных работ;  $\sum_{\lambda=1}^{\Lambda} M_{\bar{j}\lambda}$  – стоимость материалов, необходимых для выполнения  $\bar{j}$ -й работы,  $M_{\bar{j}\lambda} \geq 0$ ;  $O_{\bar{j}}$  – оплата  $\bar{j}$ -й работы, выполненных по аутсорсингу,  $O_{\bar{j}} \geq 0$ ;  $\Omega_{\bar{j}}$  – затраты на оплату кредитных обязательств по  $\bar{j}$ -й работе,  $\Omega_{\bar{j}} \geq 0$ .

В итоге получили уравнение для прибыли, которую необходимо максимизировать

$$Q = \sum_{i=1}^n \left( \frac{\sum_{j=1}^k N_j \cdot V_j}{P_i} \right) + \sum_{ii=1}^l G_{ii} + \sum_{jj=1}^m (V_{ПУjj} + V_{нормjj} + V_{ОДНjj}) \cdot t_{jj} + \sum_{i=1}^{\hat{n}} N_i +$$

$$+ \sum_{j=1}^{\bar{k}} S_j \cdot T_j + \sum_{i=0}^{\hat{n}} A_i - \left( \sum_{j=1}^{\bar{k}} \left( \sum_{\lambda=1}^{\Lambda} M_{\bar{j}\lambda} + O_{\bar{j}} + \Omega_{\bar{j}} \right) \right) + \sum_{jj=1}^m T_{jj} + \sum_{i=1}^n U_i - \left( \sum_{i=1}^{\bar{n}} \Phi_i + \frac{dL}{dt} \right).$$

На основе этой модели были выполнены работы по разработке программ для ЭВМ [12–13]. Полученные результаты освещались в [14].

## 2. Модель УК в виде задачи оптимального управления

На следующем этапе модель предприятия ЖКХ, являющегося исполнителем услуг, рассматривалась в виде задачи оптимального управления. Более подробно о задачах оптимального управления: постановка задачи, методы решения, в [15–20]. Опираясь на следующие упрощения, рассматривалась задача.

Пусть УК имеет  $Z = \text{const}$  домов двух типов: первый – «новые» дома (затраты меньше, чем доход от них),  $X$  – их количество; второй – «старые» дома (затраты больше, чем доход от них), количество  $Z - X$ .

С течением времени в соответствии с амортизацией  $\mu$  и/или проведением работ по модернизации с затратами  $u$  дома могут переходить из одной группы в другую по следующему правилу:  $\frac{dX}{dt} = -\mu X + u$ .

На выполнение работ по модернизации УК берет кредит в размере  $K$  под процент  $r$ . В итоге работы на промежутке времени  $[0; T]$  компания должна получать прибыль  $\Pi$ , которую необходимо максимизировать. Таким образом, за элемент оптимизации принята дисконтированная прибыль предприятия, а элементом управления – затраты на модернизацию жилого фонда. При этих обозначениях задача максимизации дисконтированной прибыли УК будет иметь следующий вид:

$$\int_0^T e^{-\delta t} (\Pi(t))^\alpha dt - e^{-\delta t} L(T) \rightarrow \max,$$

$$\frac{dN}{dt} = a_1 X - a_2 (Z - X) - cu^\beta - \Pi + K - rL, \quad \frac{dL}{dt} = K, \quad \frac{dX}{dt} = -\mu X + u,$$

$$N = \Theta(b_1 X + b_2 (Z - X) + rL), \quad X(0) = x_0, \quad L(0) = L_0,$$

$$N(0) = \Theta(b_1 x_0 + b_2 (Z - x_0) + rL_0), \quad u \geq 0, \quad \Pi \geq 0,$$



где  $\delta \in [0; 1]$  – коэффициент дисконтирования;  $\alpha \in [0; 1]$  – отношение компании к риску, показатель ценности доходов;  $\frac{dN}{dt}$  – изменение расчетного счета УК;  $a_1, a_2$  – остаток денежных средств, собранных жильцами домов, после выполнения работ по текущему содержанию домов;  $cu^\beta$  – затраты на капитальный ремонт, модернизацию жилого фонда;  $\Pi$  – прибыль УК;  $K$  – заемные средства;  $rL$  – выплаты по кредиту;  $\mu$  – коэффициент амортизации;  $N = \Theta(b_1X + b_2(Z - X) + rL)$  – ограничение ликвидности;  $b_1, b_2$  – затраты на дома по текущему содержанию.

Уменьшая количество параметров удалением переменной  $N$  (расчетного счета), получим новую задачу оптимального управления:

$$\int_0^T e^{-\delta t} (\Pi(t))^\alpha dt - e^{-\delta T} L(T) \rightarrow \max,$$

$$\frac{dL}{dt} = \frac{1}{1-r\Theta} \left( B(u - \mu X) - AX + a_2Z + cu^\beta + \Pi + \frac{dL}{dt} + rL \right), \quad \frac{dX}{dt} = -\mu X + u,$$

$$X(0) = x_0, \quad L(0) = L_0, \quad u \geq 0, \quad \Pi \geq 0, \quad A = a_1 + a_2, \quad B = \Theta(b_1 - b_2).$$

Запишем функцию Понтрягина и сопряженные уравнения:

$$\tilde{H}(L, X, \psi_L, \psi_X, t) = e^{-\delta t} \Pi^\alpha + \frac{\psi_L}{1-r\Theta} (-B(u - \mu X) - AX + a_2Z + cu^\beta + \Pi + rL) + \psi_X (u - \mu X),$$

$$\frac{d\psi_L}{dt} = -\frac{\partial \tilde{H}}{\partial L} = -\frac{r}{1-r\Theta} \psi_L, \quad \psi_L(T) = -e^{-\delta T}, \quad \frac{d\psi_X}{dt} = -\frac{\partial \tilde{H}}{\partial X} = -\frac{B\mu + A}{1-r\Theta} \psi_L + \mu \psi_X, \quad \psi_X(T) = 0.$$

Сделав замену  $\psi_L(t) = e^{-\delta t} \phi_L(t)$ ,  $\psi_X(t) = e^{-\delta t} \phi_X(t)$ , получим новые сопряженные уравнения и новую функцию Понтрягина:

$$\frac{d\phi_L}{dt} = \left( \delta - \frac{r}{1-r\Theta} \right) \phi_L, \quad \phi_L(T) = -1, \quad \frac{d\phi_X}{dt} = -\frac{B\mu + A}{1-r\Theta} \phi_L + (\delta + \mu) \phi_X, \quad \phi_X(T) = 0,$$

$$\begin{aligned} \tilde{H}(L, X, \phi_L, \phi_X, t) = & \Pi^\alpha + \frac{\phi_L}{1-r\Theta} \Pi + \phi_X u + \frac{\phi_L}{1-r\Theta} cu^\beta - \frac{\phi_L}{1-r\Theta} Bu + \\ & + \frac{\phi_L}{1-r\Theta} (\mu BX - AX + a_2Z + rL) + \psi_X \mu X. \end{aligned}$$

Согласно условию оптимальности (продифференцировав  $H$  по  $\Pi$  и по  $u$  и приравняв полученные дифференциалы к нулю) получим

$$\Pi = \left( -\frac{\alpha(1-r\Theta)}{\phi_L} \right)^{\frac{1}{1-\alpha}}, \quad u = \frac{B\phi_L - (1-r\Theta)\phi_X}{2c\phi_L}.$$

Подставив эти выражения в граничные условия задачи, имеем новую систему дифференциальных уравнений:

$$\begin{aligned} \frac{dL}{dt} = & \frac{1}{1-r\Theta} \left( -B \frac{B\phi_L - (1-r\Theta)\phi_X}{2c\phi_L} + (\mu B - A)X + a_2Z + \frac{(B\phi_L - (1-r\Theta)\phi_X)^2}{4c\phi_L^2} + \right. \\ & \left. + \left( \frac{\alpha(1-r\Theta)}{-\phi_L} \right)^{\frac{1}{1-\alpha}} + rL \right), \end{aligned}$$





$$\frac{dX}{dt} = -\mu X + \frac{B\phi_L - (1-r\Theta)\phi_X}{2c\phi_L}, \quad \frac{d\phi_L}{dt} = \left( \delta - \frac{r}{1-r\Theta} \right) \phi_L,$$

$$\frac{d\phi_X}{dt} = -\frac{B\mu + A}{1-r\Theta} \phi_L + (\delta + \mu)\phi_X, \quad L(0) = L_0, X(0) = x_0, \phi_X(T) = 0, \phi_L(T) = -1.$$

Решая данную систему, получаем выражения для функций X и L.

$$X = \left( x_0 + \eta_1 e^{-\left(\mu + \frac{r}{1-r\Theta}\right)T} + \eta_2 \right) e^{\mu t} + \eta_3 e^{\left(\mu + \frac{r}{1-r\Theta}\right)(t-T)} + \eta_4,$$

$$L = \beta_1 e^{rt} + \beta_2 e^{-\frac{\left(\delta - \frac{r}{1-r\Theta}\right)t}{1-\alpha}} + \beta_3 e^{\left(\mu + \frac{r}{1-r\Theta}\right)t} + \beta_4 e^{2\left(\mu + \frac{r}{1-r\Theta}\right)t} + \beta_5 e^{\mu t} + \beta_6,$$

106

где  $\eta_p$  и  $\beta_u$  – коэффициенты, зависящие от  $A, B, c, \mu, r, \delta, \Theta$ .

Далее, взяв исходный интеграл и анализируя граничные условия, в зависимости от набора начальных параметров получаем три возможных варианта графиков функции дисконтированной прибыли предприятия (f) (рис.).

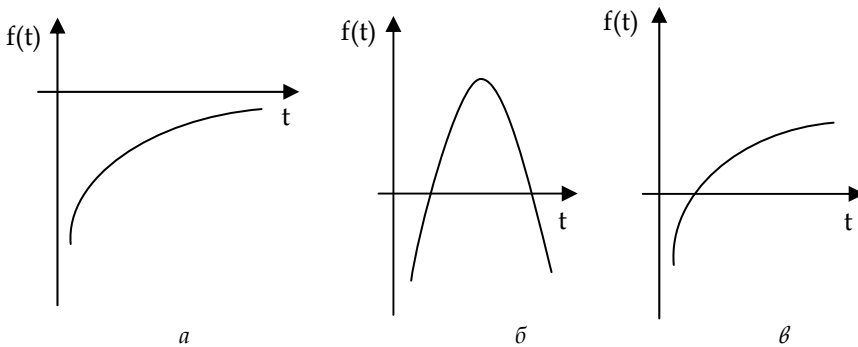


Рис. Виды предприятий:

a – нерентабельное; б – банкрот; в – стабильное

На первом графике изображен случай, когда предприятие нерентабельно при имеющемся наборе домов (предприятие всегда в убытке), на втором – предприятие, нацеленное на быстрое получении прибыли и сворачивание деятельности – банкротстве (фирма-однодневка), на третьем – стабильно работающая компания.

### Выводы

В статье рассмотрены 2 математические модели управляющей компании, как основного представителя сферы ЖКХ. Каждая из них использовалась для исследования экономического функционирования управляющих компаний. Полученные модели позволяют проанализировать и подобрать такие параметры, которые позволят УК своевре-



менно корректировать свою деятельность для эффективного функционирования, а контролирующим органам определять пулы домов для управления, не приводящие к банкротствам УК.

### Список литературы

1. *Бабина В. В.* Проблемы развития рынка жилищно-коммунальных услуг // Известия Санкт-Петербургского университета экономики и финансов. 2011. Вып. 1.
2. *Евсеева С. А.* Проблема несогласованности интересов субъектов хозяйствования в системе менеджмента организаций ЖКХ // Проблемы современной экономики. 2012. № 4.
3. *Акифьева Л. В.* Зарубежный опыт управления жилищно-коммунальным комплексом // Вестник НГИЭИ. 2012. Т. 1, Вып. 1.
4. *Сыропятова С. Б.* Зарубежный опыт управления ЖКХ // Вестник Волжского университета им. В. Н. Татищева. 2012. Вып. 21.
5. *Волгин Л. Н.* Оптимальное дискретное управление динамическими системами. М., 1986.
6. *Евтушенко Ю. Г.* Методы решения экстремальных задач и их применение в системах оптимизации. М., 1982.
7. *Цирлин А. М.* Математические модели и оптимальные процессы в макро-системах. М., 2006.
8. *Егорова Н. Е., Митрофанова И. Н., Шейн А. М., Королева Н. В.* Имитационная модель предприятия ЖКХ как инструмент анализа тарифно-ценового механизма // Аудит и финансовый анализ. 2007. № 6.
9. *Панжар М. И.* Экономико-математическое моделирование жилищно-коммунального комплекса // Экономика строительства и городского хозяйства. Донбасская национальная академия строительства и архитектуры. 2006. Т. 2, № 4. С. 207 – 213.
10. *Петрушевский Ю. Л.* Задачи моделирования ценового механизма в жилищно-коммунальном хозяйстве // Экономика промышленности. Институт экономики промышленности НАН Украины. 2012. Т. 57 – 58, № 1/2. С. 165 – 169.
11. *Хомякова Т. С., Гурлев В. Г.* Разработка организационно-математического моделирования при оценке экономического состояния и деятельности предприятий жилищно-коммунального хозяйства // Аудит и финансовый анализ. 2012. № 2.
12. *Вишнева Е. В.* Программа оптимизации распределения платежей за ЖКУ: свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2012615285 от 13.06.2012 г.
13. *Вишнева Е. В.* Программа анализа затрат предприятия ЖКХ : свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2013615002 от 27.05.2013 г.
14. *Вишнева Е. В., Олиферчик А. А., Толстель О. В., Черных С. В.* Некоторые применения генетических алгоритмов // Гибридные и синергетические интеллектуальные системы: теория и практика : матер. 1-го международного симпозиума. Калининград. Ч. 2. С. 384 – 395.
15. *Алексеев В. М., Тихомиров В. М., Фомин С. В.* Оптимальное управление. М., 1979.
16. *Милютин А. А., Илютович А. Е., Осмоловский Н. П., Чуканов С. В.* Оптимальное управление в линейных системах. М., 1993.



17. Понтрягин Л. С., Болтянским В. Г., Гамкрелидзе Р. В., Мищенко Е. Ф. Математическая теория оптимальных процессов. М., 1969.
18. Chiang A. C. Elements of dynamic optimization. N. Y. ; L. ; P. ; Tokyo ; Toronto : McGraw-Hill Inc., 1992.
19. Izabczyk J., Da Prato G., Jakubczyk B., et. al. Mathematical Control Theory // Trieste: The Abdus Salam International Centre for Theoretical Physics, 2002.
20. Sontag E. D. Mathematical Control Theory. N. Y., 1998.

#### Об авторе

Елена Владимировна Вишнева — асп., Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Калининград.  
E-mail: plvnka@yandex.ru

108

#### About the author

Elena Vishneva — PhD student, I. Kant Baltic Federal University, Kaliningrad.  
E-mail: plvnka@yandex.ru