

РАЗВИТИЕ ПРЕДПРИЯТИЙ ВОДОКОММУНАЛЬНОГО ХОЗЯЙСТВА: ВЗАИМОСВЯЗЬ РЕСУРСОВ И РЕЗУЛЬТАТОВ

© 2018 г. А.А. Цхай^{1,2}

¹ ФГБУН «Институт водных и экологических проблем Сибирского отделения Российской академии наук», г. Барнаул, Россия

² ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», г. Барнаул, Россия

Ключевые слова: водоснабжение, водоочистка, ресурсы, финансово-экономический мониторинг, предприятия водокommunalного хозяйства.



А.А. Цхай

В условиях рыночных отношений повышается роль финансово-экономического мониторинга развития предприятий водокommunalного хозяйства. Применение связующего звена между классической экономической теорией и закономерностями технологического развития отраслей – методологии исследования «точек роста» – позволяет ранжировать предприятия по признакам «перспективности» характера роста. Для оценки эффективности использования внешних и внутренних ресурсов используется понятие обобщающих коэффициентов, характеризующих развитие предприятия с разных сторон. Предложена и реализована методика мониторинга формирования «точек роста» водокommunalного хозяйства на основе модельного описания: взаимосвязи и взаимообусловленности групп экономических показателей; эффективности использования внешних и внутренних ресурсов; определения приоритетности инвестирования путем оценки потенциала отдельных предприятий.

Повышение качества услуг водоснабжения и водоотведения является актуальной задачей при создании систем управления на предприятиях водокommunalного хозяйства (далее – ВКХ) [1–3]. Вместе с тем, в условиях рыночных отношений повышается роль водного мониторинга [4], а также финансово-экономического – в отношении развития предприятий ВКХ. Появление отрицательных тенденций в характере развития «водоканала» может существенно снизить эффективность осуществляемых инвестиций при введении соответствующих налоговых льгот и преференций. И, напротив, инвестирование средств в момент готовности предприятия максимально эффективно их освоить позволяет ускорить выход естественной монополии на желаемый уровень обеспечения города услугами водоснабжения и водоотведения.

Возникает вопрос: как обоснованно различать предприятия ВКХ по столь важному признаку «перспективности» характера роста. Для ответа на этот вопрос в работе используется методология исследования «точек (или полюсов) роста» (ТР), которая является связующим звеном между классической экономической теорией и закономерностями технологического развития отраслей. Экономическое понятие «точек роста» используется, начиная с работ Ф. Перру [5] и его последователей, работавших в середине XX в.

Основополагающей идеей данного подхода является тезис о том, что технологически передовые экономические субъекты в определенных условиях становятся генераторами экономического развития отраслевого и территориального окружения. Эта идея получила развитие и у отечественных специалистов: А.Г. Гранберга, Н.Н. Колосовского, М.К. Бандмана и др. Не утратил своего значения данный подход и с наступлением рыночных отношений. Понятие «точек роста» используется в качестве рычага модернизации как в документах стратегического планирования [6], так и в научных и методических разработках [7–9].

Для идентификации стадий развития, которые проходят предприятия в разные периоды жизненного цикла, применяются понятия роста и развития. В начале цикла предприятие проходит фазу роста, когда в результате создания соответствующей материально-технической базы, обеспечения ресурсами и регламентации технологических процедур начинается его деятельность, все более эффективно осуществляются производственные процессы в соответствии с поставленными на данном этапе задачами. В дальнейшем при увеличении объемов выпуска продукции предприятие вступает в фазу развития, когда заметным становится влияние деятельности на его социально-экономическое окружение. При этом для анализа деятельности предприятий ВКХ в настоящее время открытым вопросом является оценка причинно-следственной связи результатов и ресурсов с позиций эффективности использования последних.

В соответствии с [10] российским предприятиям ВКХ предписано открытое опубликование годовой бухгалтерской и иной производственно-финансовой отчетности. Использование этих данных делает возможным применение инструментария финансового анализа для оценки характера развития предприятий ВКХ. В финансовом анализе существует ряд повсеместно используемых коэффициентов (индексов), характеризующих деятельность экономических субъектов с разных сторон. Например, коэффициенты платежеспособности, текущей ликвидности, финансовой независимости и т. д. [11]. Для характеристики аспектов деятельности предприятий с точки зрения их развития в работе приведено определение подобных коэффициентов, сформулирован порядок расчета их численных значений. На этой основе разработана и применена методика мониторинга формирования «точек роста» для предприятий ВКХ нескольких российских городов.

ПРЕДМЕТ, ЗАДАЧИ И МЕТОДЫ

В рассматриваемом подходе [7] критерии идентификации формулируются в предположении о разделении как ресурсов, так и результатов деятельности на две составляющие по отношению к объекту исследования: внутренние и внешние (табл. 1, 2).

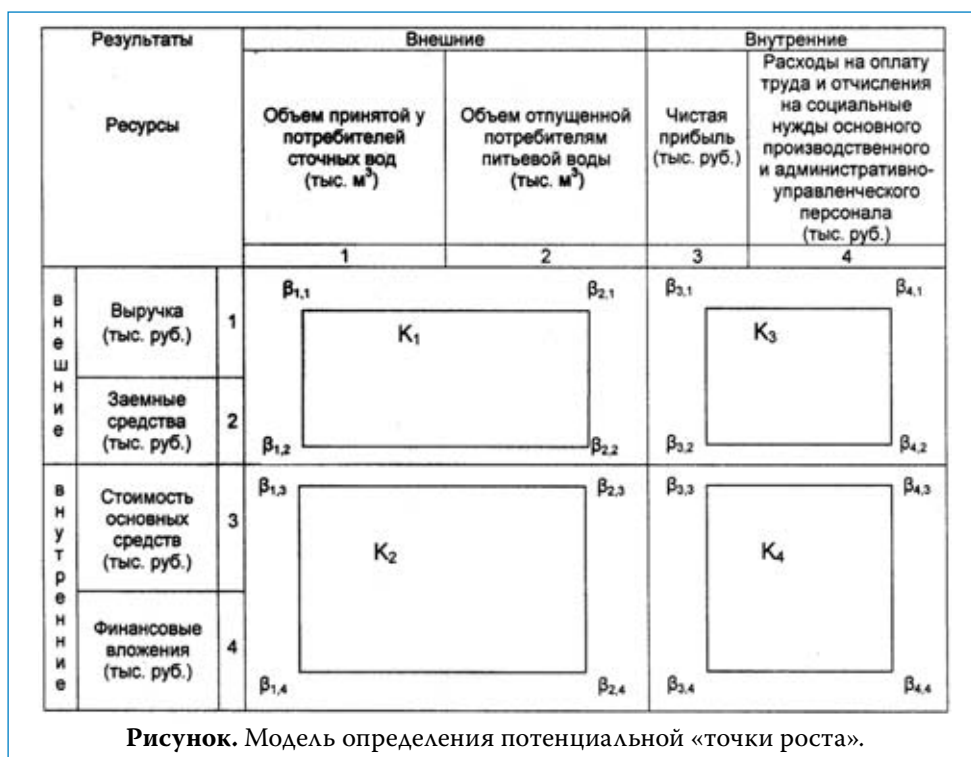
Таблица 1. Форма расчета показателей эффективности

	А1. Внешние результаты	А2. Внутренние результаты
Б1. Внешние ресурсы	K_{η} локальные показатели внешней эффективности использования внешних ресурсов (коэффициент мультипликативности точки роста)	K_{α} локальные показатели внутренней эффективности использования внешних ресурсов (коэффициент адаптивности точки роста)
Б2. Внутренние ресурсы	K_{ζ} локальные показатели внешней эффективности использования внутренних ресурсов (коэффициент синергетичности точки роста)	K_{ι} локальные показатели внутренней эффективности использования внутренних ресурсов (коэффициент интенсивности точки роста)

Таблица 2. Содержание обобщающих коэффициентов эффективности

Название коэффициента	Содержание коэффициента эффективности
K_{η} – коэффициент мультипликативности «точки роста»	Отношение темпов роста внешних результатов и внешних ресурсов. Если коэффициент > 1 , это означает, что в данном периоде темпы увеличения влияния объекта на окружающую социально-экономическую среду выше, чем роста внешних ресурсов, т. е. происходит ускорение (мультипликация) воспринятой энергии
K_{ζ} – коэффициент синергетичности «точки роста»	Отношение темпов роста внешних результатов и собственных средств объекта. Если коэффициент > 1 , происходит превращение собственной энергии во внешнюю
K_{α} – коэффициент адаптивности «точки роста»	Отношение темпов роста внутренних результатов и внешних ресурсов. Если коэффициент > 1 , происходит использование внешней энергии для собственного роста
K_{ι} – коэффициент интенсивности «точки роста»	Отношение темпов роста внутреннего результата и внутренних ресурсов. Если коэффициент > 1 , интенсификация собственного роста идет, в основном, за счет собственной энергии

Разумеется, в процессе функционирования объекта все его ресурсы вступают во взаимодействие внутри производственной схемы, и это дает основание говорить об «эффективности действия объекта» как о способности превращать ресурсы в результаты. Но уже полученные результаты, в свою очередь, могут поступать либо обратно в распоряжение объекта (чистая прибыль и т. д.), либо направляться для обеспечения нужд среды (информация, налоги, а для предприятий ВКХ – отпущенные потребителям объемы питьевой и технической воды и т. д.). Оценки упомянутой «эффективности» могут быть получены как функции от стандартных данных о деятельности предприятий путем расчетов по модели, представленной на рисунке.



Соответствующие коэффициенты рассчитываются как:

$$K_s(t) = \frac{\sum_{i=1}^{I_s} \sum_{j=1}^{J_s} \beta_{ij}^{t/t-1}}{I_s \cdot J_s}, \text{ где } \beta_{ij}^{t/t-1} = \frac{\beta_{ij}^t}{\beta_{ij}^{t-1}},$$

где β – локальный показатель эффективности (элемент матрицы); i – номер показателя результата; j – номер показателя ресурсов; t – номер года, $1 \leq s \leq 4$.

Например, величина I_1 показывает количество видов достигнутых внешних результатов (объем принятых у потребителей сточных вод, объем отпущенной потребителям питьевой воды), а J_1 – количество видов используемых внешних ресурсов (реализованная продукция в денежном выражении, заемные средства).

Интегрированный показатель приоритетности «точки роста» (ПТР) рассчитывается как среднее арифметическое четырех обобщающих коэффициентов эффективности (рис.). Максимальный потенциал «точки роста» соответствует максимальному значению показателя ПТР, однако последний показатель требует внимательного анализа вклада составляющих для правильного истолкования его значения.

Для классификации «точек роста» используются в качестве определяющих признаков такие понятия, как положительный и отрицательный рост, а также положительное и отрицательное развитие. Объемами технического водоснабжения предприятий ВКХ в данной работе пренебрегается, т. к. они в исследуемые периоды намного (на один-два порядка) уступают объемам питьевого водоснабжения.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ОБСУЖДЕНИЕ

На первом этапе анализа был произведен расчет интегрированного показателя приоритетности «точек роста» для предприятий ВКХ городов Екатеринбурга (МУП «Водоканал»), Казани (МУП «Водоканал»), Москвы (ОАО «Мосводоканал»), Новосибирска (МУП «Горводоканал»), Омска (ОАО «ОмскВодоканал») и Санкт-Петербурга (ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга») (табл. 3, 4). В соответствии с требованиями правообладателей в работе сделаны ссылки на источники первичных данных, где размещена отчетная документация о деятельности предприятий [12–17].

Из результатов расчетов по выложенным первичным данным следует, что наиболее динамично, намного опережая выбранные для анализа предприятия, в период с 1 января 2013 по 31 декабря 2014 гг., развивалось ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга» (значение показателя приоритетности «точек роста» 11,353). Можно предположить, что в этот период на предприятии происходило существенное изменение финансово-экономической политики. По темпам активности далее следуют МУП «Водоканал» г. Казань (1,156), МУП «Горводоканал» – Новосибирск (1,010), МУП «Водоканал» г. Екатеринбург (0,931), замыкают список ОАО «ОмскВодоканал» (0,775) и ОАО «Мосводоканал» (0,614).

Во второй период (с 1 января 2015 по 31 декабря 2016 гг.) несколько интенсифицировали свою деятельность по сравнению с первым (2013–2014 гг.) МУП «Горводоканал» г. Новосибирска (с 1,010 до 1,274), ОАО «Мосводо-

канал» (с 0,614 до 1,186) и ОАО «ОмскВодоканал» (с 0,775 до 0,898). Однако стоит заметить, что показатель приоритетности «точек роста» только у МУП «Горводоканал» г. Новосибирск а в оба рассматриваемых периода был больше 1, что свидетельствует о значительных резервах повышения эффективности деятельности у большинства рассматриваемых экономических субъектов. После «прорывного» первого периода показатель приоритетности «точек роста» ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга» в 2015–2016 гг. оказался меньше 1 (0,774) – важной задачей предприятия на последующие периоды остается стабилизация на новом качественном уровне развития.

Применение изложенного подхода позволяет делать содержательный временной срез весьма изменчивой картины для однопрофильных предприятий. Кроме того, можно сделать предположительный вывод о возможности интенсификации менеджмента практически на всех рассмотренных предприятиях ВКХ.

Более пристального внимания заслуживают коэффициенты мультипликативности и синергетичности «точек роста», которые характеризуют трансформацию внешних и внутренних ресурсов во внешние результаты. В первый рассматриваемый период (2013–2014 гг.) по первому показателю лидерами были МУП «Водоканал» г. Казани (1,610), и ОАО «ОмскВодоканал» (1,083). У остальных предприятий значения данного коэффициента – меньше 1. Во второй период (2015–2016 гг.) достичь высоких результатов по этому показателю удалось ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга» (1,074), МУП «Горводоканал» г. Новосибирск а (1,244), ОАО «Мосводоканал» (1,252).

Уменьшение значений показателя мультипликативности во второй период у МУП «Водоканал» г. Казани (0,949), ОАО «ОмскВодоканал» (0,929) и МУП «Водоканал» г. Екатеринбурга (0,922) свидетельствует о замедлении процессов отдачи во внешнюю среду за счет воспринятых ресурсов. Это объясняется, по-видимому, процессами структурной переориентации упомянутых предприятий, что требует существенных затрат. Забегая вперед, отметим, что у МУП «Водоканал» г. Екатеринбурга и ОАО «ОмскВодоканал» во второй период повысилось значение коэффициента синергетичности (у уральцев – с 0,915 до 1,231, у сибиряков – с 0,735 до 0,811), что свидетельствует об относительно высоком внутреннем потенциале обеспечения внешних результатов за счет собственных ресурсов.

По коэффициенту синергетичности впереди ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга» (3,436 в первый период и близок к единице 0,992 во второе двухлетие). Из остальных предприятий только у МУП «Водоканала» г. Екатеринбурга этот показатель обеспечения внешних результатов за счет собственных ресурсов больше единицы (1,231) и только в один из рассматриваемых периодов, с 2015 по 2016 гг.

В целом, судя по динамике сумм первых двух коэффициентов, наиболее значительное влияние на социально-экономическую среду в 2013–2016 гг. оказывало ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга» (интегральный показатель 6,457). Затем в порядке убывания расположились МУП «Водоканал» г. Екатеринбург а (4,039), МУП «Водоканал» г. Казани (3,847), МУП «Горводоканал» г. Новосибирск а (3,654), ОАО «ОмскВодоканал» (3,558) и ОАО «Мосводоканал» (3,479).

В отношении ОАО «Мосводоканал» необходимо отметить, что по величине абсолютных показателей (отпущенных потребителям объемов питьевой и технической воды, объемов принятых сточных вод) это предприятие – безусловный лидер среди рассмотренных предприятий, да и в целом по отрасли.

Следующий этап анализа предполагает идентификацию предприятий по классификации «точек роста» путем сопоставления коэффициентов. Как уже отмечалось, характеристики объекта будут скорее сочетать в себе несколько типов точек, чем представлять собой «чистый» тип. Поэтому предприятия проанализированы с точки зрения приближенности к тому или иному типу.

Параметрический анализ проведен для предприятий ВКХ в соответствии с классификацией точек.

Таблица 3. Расчет интегрированного показателя приоритетности «точки роста» по предприятиям.

Предприятие	Коэффициент мультипликативности «точки роста», K_1		Коэффициент синергетичности «точки роста», K_2		Коэффициент адаптивности «точки роста», K_3		Коэффициент интенсивности «точки роста», K_4		Показатель приоритетности «точки роста» (ПТР)	
	2014/2013	2016/2015	2014/2013	2016/2015	2014/2013	2016/2015	2014/2013	2016/2015	2014/2013	2016/2015
МУП «Водоканал» г. Екатеринбург	0,971	0,922	0,915	1,231	0,946	0,397	0,891	0,531	0,931	0,770
МУП «Водоканал» г. Казань	1,610	0,949	0,892	0,396	1,366	0,915	0,756	0,382	1,156	0,661
ОАО «Мосводоканал»	0,798	1,252	0,457	0,972	0,764	1,420	0,438	1,102	0,614	1,186
МУП «Горводоканал» г. Новосибирск	0,878	1,244	0,968	0,564	1,043	2,262	1,150	1,026	1,010	1,274
ОАО «ОмскВодоканал»	1,083	0,929	0,735	0,811	0,764	0,989	0,518	0,863	0,775	0,898
ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга»	0,955	1,074	3,436	0,992	8,918	0,474	32,101	0,438	11,353	0,744

Таблица 4. Параметрические характеристики приближенности предприятий к типам «точек роста»

№ п/п	Типы «точек роста»	МУП «Водо-канал», г. Екатеринбург		МУП «Водока-нал», г. Казань		ОАО «Мосводо-канал», г. Москва		МУП «Гор-водоканал», г. Новосибирск		ОАО «ОмскВодо-канал», г. Омск		ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга», г. Санкт-Петербург	
		2014/2013	2016/2015	2014/2013	2016/2015	2014/2013	2016/2015	2014/2013	2016/2015	2014/2013	2016/2015	2014/2013	2016/2015
1	ТР с внутренним источником	-0,158	-0,958	-1,598	-1,114	-0,706	-0,339	0,562	-0,991	-1,027	-0,138	82,995	-1,226
2	ТР с внешним источником	0,060	-1,491	0,839	1,017	0,599	0,933	0,133	3,951	-0,043	0,364	-9,739	-1,083
3	Отрицательная ТР с внутренним источником	0,158	0,958	1,598	1,114	0,706	0,339	-0,562	0,991	1,027	0,138	-82,995	1,226
4	Отрицательная ТР с внешним источником	-0,060	1,491	-0,839	-1,017	-0,599	-0,933	-0,133	-3,951	0,043	-0,364	9,739	1,083
5	ТР с внутренним источником	-0,063	1,843	-1,057	-1,057	-0,628	-0,858	-0,167	-2,839	-0,162	-0,348	-1,665	0,992
6	ТР с внешним источником	0,161	0,607	1,816	1,153	0,735	0,264	-0,528	-0,121	1,232	0,123	-41,592	1,317
7	ТР с отрицательным ростом	-0,785	0,209	0,450	0,238	-0,029	-1,156	-1,571	-2,383	0,467	-0,866	-50,510	0,843
8	Отрицательная ТР	-0,161	-0,607	-1,816	-1,153	-0,735	-0,264	0,528	0,121	-1,232	-0,123	41,592	-1,317
	Номер типа ТР для предприятия	6	5	6	6	6	2	1	2	6	2	1	6

Примечание: № 1 – «точка роста» с внутренним источником; № 2 – «точка роста» с внешним источником; № 3 – отрицательная «точка роста» с внутренним источником; № 4 – отрицательная «точка роста» с внешним источником; № 5 – «точка развития» с внутренним источником; № 6 – «точка развития» с внешним источником; № 7 – «точка развития» с отрицательным ростом; № 8 – отрицательная «точка развития».

Результаты анализа представлены в табл. 4. Большее значение приведенных в таблице значений показателя уровня идентификации точки (УИТ) соответствует большей приближенности к тому или иному типу по сравнению с другими. Здесь необходимо иметь в виду, что отрицательное значение показывает степень удаленности объекта от определенного типа, но не означает отрицательной динамики развития. Так, значение УИТ, равное (-0,158) по точке 1 для МУП «Водоканал» г. Екатеринбурга в первый период, свидетельствует о том, что данное предприятие не относилось к типу «точка роста» с внутренним источником, но не указывает на то, что оно было отрицательной «точкой роста» с внутренним источником. В табл. 4 отражено, что все исследованные предприятия ВКХ в период с 2013 до 2016 гг. относились к полезным типам «точек роста» (№1, 2, 5, 6).

МУП «Горводоканал» г. Новосибирска, судя по представленным данным, в исследованные периоды представляло «точку роста» с внутренним источником, что говорит о безусловно положительном, но начальном для потенциальных возможностей предприятия уровне влияния на окружающую социально-экономическую среду. Следует отметить, что в период с 2013 по 2016 гг. произошла переориентация МУП «Горводоканал» г. Новосибирска с внутренних ресурсов на внешние.

МУП «Водоканал» г. Екатеринбург испытал в исследованный период трансформацию, уже на следующем уровне сбалансированности и устойчивости с точки зрения окружения, как «точка развития». Но это предприятие изменило ориентацию по сравнению с новосибирцами: с внешних источников на внутренние. Для самого предприятия поддержание положения, в основном, за счет внутренних резервов, означает известное напряжение, которое делает особо актуальным поиск внешних источников.

МУП «Водоканал» г. Казани в оба периода позиционируется как «точка развития» с внешним источником. Это наилучший для предприятия вариант развития, но следует задуматься: насколько такая ситуация устраивает муниципальные власти. Не будут ли последние заинтересованы в большей интенсификации использования городским предприятием ВКХ своих внутренних ресурсов.

Качественные изменения в эти годы происходили с ОАО «Мосводоканал» и ОАО «ОмскВодоканал». Два предприятия ВКХ одной организационно-правовой формы развивались, в основном, за счет внешних источников: в первый период, как «точки развития», во второй – как «точки роста». Очевидно, процессы развития происходили с различными масштабами (Москва и Омск), при разных порядках объемов производства и ресурсов, но схожих тенденциях изменений.

ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга» в исследованный период повысил уровень развития, пройдя путь от «точки роста» с внутренним источ-

ником к «точке развития» с внешним источником. При этом «Водоканал Санкт-Петербурга» показал высшее среди шести предприятий значение показателя приближенности к данному типу «точки роста» (1,316) в период 2015–2016 гг. Параметрическая приближенность к типу «точка развития» с внешним источником позволяет определять объекты, наиболее перспективные для инвестирования. В то же время, «точки роста» и «точки развития» с внутренними источниками – наиболее результативны при использовании собственных ресурсов.

ВЫВОДЫ

Для предприятий водокоммунального хозяйства предложена и реализована методика мониторинга формирования «точек роста» на основе модельного описания:

- взаимосвязи и взаимообусловленности групп экономических показателей;
- эффективности использования внешних и внутренних ресурсов;
- определения приоритетности инвестирования путем оценки потенциала отдельных предприятий.

Новизна подхода к анализу деятельности предприятия ВКХ – в оценке причинно-следственной связи ресурсов и результатов. При этом обобщающие коэффициенты эффективности предприятия оказались весьма чувствительны к изменениям годовых производственно-финансовых показателей.

Использование данной методики для исследования характера развития шести предприятий ВКХ крупных городов России при одинаковой задаче оказания качественных услуг водоснабжения и водопотребления выявило совершенно разные тенденции при использовании внешних и внутренних ресурсов. Муниципальные власти, зачастую вынужденные предоставлять предприятию – естественному монополисту налоговые преференции, заинтересованы в интенсификации использования городским предприятием ВКХ своих внутренних ресурсов. С другой стороны, устойчивое развитие предприятия не может все время осуществляться только за счет собственных ресурсов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Eggimann S.* The optimal degree of centralisation for wastewater infrastructures. A model-based geospatial economic analysis. Diss.- eth 23915. University of Zurich, 2016. 209 p.
2. Cost-effective development of urban wastewater systems for water framework directive compliance // the cd4wc eu project / Benedetti L., Krebs P., Vanrolleghem P., 2004. Режим доступа: <https://www.researchgate.net/publication/229150180> (дата обращения 25.07.2018).

3. Municipal wastewater treatment in central and eastern europe: present situation and cost-effective development strategies // The international bank for reconstruction and development. USA: Washington / D.C. Somlyódy L., Shanahan P., 1998. 165 p.
4. Цхай А.А., Жоров В.А., Постнова И.С., Рыков Д.А., Кошелев К.Б., Кошелева Е.Д. Информационные технологии водного мониторинга чрезвычайных ситуаций // Водоочистка. Водоподготовка. Водоснабжение. 2008. № 8. С. 20–26.
5. *Perroux F. L'Europe sans rivages*. Grenoble: Presses universitaires de Grenoble, 1954. 859 p.
6. Указ Президента РФ от 16 января 2017 г. № 13 «Об утверждении основ государственной политики регионального развития Российской Федерации на период до 2025 г.». М., 2017.
7. Швецов И.В. Формирование территориальных «точек роста» как фактор развития региона: автореф. дисс. ... канд. экон. наук. М., 2005. 235 с.
8. Цхай А.А., Ананченко Ю.С. Модельный подход к оценке характера развития инновационного кластера и его составляющих // Актуальные проблемы экономики и права на современном этапе развития России: тр. междунар. конф. Барнаул, 2008. С. 94–97.
9. Vertakova Yu., Grechenyuk O., Grechenyuk A. Identification of clustered points of growth by analyzing the innovation development of industry // *Procedia Economics and Finance*. 2016. Vol. 39. P. 147–155.
10. Постановление Правительства Российской Федерации от 17.01.2013. № 6 «О стандартах раскрытия информации в сфере водоснабжения и водоотведения». М., 2013.
11. Методологические рекомендации по проведению анализа финансово-хозяйственной деятельности организаций / Федеральная служба государственной статистики. Москва: Госкомстат России, 2002.
12. МУП «Водоканал» г. Екатеринбург. Режим доступа: <https://водоканалекб.рф/> (дата обращения: 25.07.2018).
13. Республика Татарстан. Госкомитет по тарифам. Режим доступа: <http://kt.tatarstan.ru/rus/> (дата обращения: 25.07.2018).
14. ОАО «МосВодоканал». Режим доступа: <http://www.mosvodokanal.ru/> (дата обращения: 25.07.2018).
15. МУП г. Новосибирска «Горводоканал». Режим доступа: <https://gorvodokanal.com/info/?item=32> (дата обращения 25.07.2018).
16. ОАО «ОмскВодоканал». Режим доступа: <http://www.e-disclosure.ru/portal/files.aspx?id=21901&type=3> (дата обращения: 25.07.2018).
17. ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга». Режим доступа: <http://www.vodokanal.spb.ru/presscentr/> (дата обращения 25.07.2018).

Сведения об авторе:

Цхай Александр Андреевич, д-р техн. наук, профессор, главный научный сотрудник, ФГБУН «Институт водных и экологических проблем Сибирского отделения РАН», профессор, ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технического университета им. И.И. Ползунова», Россия, 656038, г. Барнаул, пр. Ленина, 46; e-mail: taa1956@mail.ru