

УДК 332.362: 556.3

Вега А.Ю., к.э.н. (Российский экономический университет
им. Г.В. Плеханова, г. Москва)

РЕГРЕССИОННО-КОРРЕЛЯЦИОННЫЙ АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ФАКТОРОВ НА ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В УПРАВЛЕНИИ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕМ¹

Аналізується вплив різних факторів на забруднення навколишнього середовища в управлінні природокористуванням. Показані результати застосування регресійно-кореляційного аналізу при управлінні ризиками забруднення навколишнього середовища в діяльності об'єктів житлового та комунального господарства на прикладі підприємства «Водоканал» у м. Ростов-на-Дону.

Анализируется влияние различных факторов на загрязнение окружающей среды в управлении природопользованием. Показаны результаты применения регрессионно-корреляционного анализа при управлении рисками загрязнения окружающей среды в деятельности объектов жилищно-коммунального хозяйства на примере предприятия «Водоканал» в г. Ростов-на-Дону.

Influence of various factors on environmental contamination in management of wildlife management is analyzed. Results of application of the regress-correlation analysis at management of risks of environmental contamination in activity of objects of home and communal economy, on an example, "Vodocanal" in Rostov-on-Don are shown.

Недостаточный учет экологических факторов в хозяйственном развитии может проявляться в возникновении нежелательных экологических и социальных последствий и проявляться, что в значительной мере может оказывать влияние на экологические и социальные параметры жизни населения [1]. Это проявляется, в частности, в возникновении экологического вреда. Как показывает анализ, существенной научной и практической задачей для Российской

¹ Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Российского гуманитарного научного фонда (РГНФ), проект №12-02-00178а, проект 12-32-01261а.

Федерации является в настоящее время разработка методов и механизмов оценки и компенсации ранее накопленного экологического вреда [2].

Как отмечается в Поручениях Президента Российской Федерации по итогам заседания президиума Государственного совета по вопросам совершенствования государственного регулирования в сфере охраны окружающей среды, который состоялся 27.05.2010 г., необходимо принять федеральные законы, направленные на разработку экономических механизмов по снижению негативного воздействия хозяйствующих субъектов на окружающую среду, в том числе – по ликвидации накопленного экологического ущерба, а также по созданию механизмов экономического стимулирования хозяйствующих субъектов и финансированию ликвидации накопленного экологического ущерба [3].

Следует отметить, что на уровень загрязнения окружающей среды влияют различные факторы, как производственного, так и непромышленного характера. В этих условиях важное значение имеет выявление и количественная оценка тех или иных параметров загрязнения окружающей среды для принятия обоснованных управленческих решений [4]. Сказанное в полной мере относится, например, к оценке экологических издержек производства в проектно-инвестиционном анализе [5].

По данным Государственного доклада «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2010 году» в двух видах экономической деятельности “сбор, очистка и распределение воды” и “удаление сточных вод, отходов и аналогичная деятельность” сосредоточены предприятия водопроводно-канализационного хозяйства, являющиеся крупнейшими источниками сброса загрязненных сточных вод в поверхностные водные объекты в стране (более 60%). При этом необходимо отметить, что канализационные сооружения городских “Водоканалов” принимают на свой баланс большие объемы сточных вод промышленных предприятий [6]. В 2011 г. на долю жилищно-коммунального хозяйства приходилось 62% от общего загрязнения водных объектов неочищенными сточными водами. До 44% суммарного по России объема загрязненных сточных вод сбрасывается на территории городов Москва (1,6 км³) и Санкт-Петербург (1,1 км³), Краснодарского края (0,82 км³), Свердловской (0,76 км³), Кемеровской (0,75 км³), Самарской (0,70 км³), Челябинской (0,69 км³) и Иркутской (0,65 км³) областей. В целом российские предприятия сбросили в водные объекты в течение 2011 года 16,5 млн. км³ вредных веществ, что на 300 тыс. км³ выше показателя 2010 года. Динамика сбросов в водные объекты загрязняющих веществ в Российской Федерации составила в 2011 году 16,5 млн. км³. В 2010 году объем сбросов составил 16,2 млн. км³, в 2009 году – 15,9 млн. км³. Между тем, до 2010 года объем сбросов неизменно снижался, начиная с 2000 года, когда он составил 20,3 млн. км³. При этом производство и распределение электроэнергии, газа и воды являются источником более половины вредных сбросов (55%), обрабатывающие производства вносят второй по значимости вклад (18%), предоставление коммунальных и социальных услуг отвечает за 12% опасных сбросов, добыча полезных ископаемых –

за 6%, сельское хозяйство – за 5%, прочие виды экономической деятельности – за 4% сбросов. По статистике Федеральной службы по надзору в сфере природопользования, наибольший объем сброса сточных вод происходит в Дальневосточном и Северо-Западном федеральных округах. В первом крупнейшими загрязнителями являются Хабаровский водоканал и Дальневосточная генерирующая компания. На северо-западе России – ОАО "Апатит" и ОАО "Группа Илим". Крупнейшими загрязнителями в Центральном федеральном округе стали Костромская ГРЭС и Курьяновские очистные сооружения Мосводоканала. На Урале наибольший вклад в загрязнение вод внесли Магнитогорский металлургический комбинат и водоканал Екатеринбурга. В Приволжском федеральном округе Росприроднадзор выделил ООО "Ремондис" в Нижегородской области, а также водоканал Казани. В Южном федеральном округе загрязнителями признаны муниципальное предприятие "Горжилкомхоз" в Краснодарском крае и Новочеркасская ГРЭС. На Северном Кавказе служба выделила Карачаево-Черкесский филиал ОАО "РусГидро", а также очистные сооружения Махачкалы и Каспийска.

Как показывает анализ, деятельность объектов жилищно-коммунального хозяйства сопровождается, в том числе – не только сбросом в водные объекты сточных вод, но и образованием твердого осадка сточных вод, который размещается на специальных иловых хранилищах и полигонах. Образование такого твердого осадка после очистки сточных вод представляет существенную проблему для его утилизации и сопровождается необходимостью внесения соответствующей платы за размещение отходов. Ввиду невозможности из-за несоответствия по санитарно-гигиеническим и бактериологическим требованиям непосредственной утилизации указанных отходов, например, для сельскохозяйственных нужд в виде удобрения, как правило они депонируются на специальных хранилищах или нейтрализуются в специальных термических установках. При этом у природоохранных органов зачастую возникают претензии к службам «Водоканала» к методам учета и оценки образования указанных отходов в целях экономического регулирования в сфере их образования и утилизации.

Одним из инструментов, который позволяет определить и оценить влияние отдельных факторов загрязнения на состояние окружающей среды, в частности, факторов, которые влияют на образование осадков сточных вод в результате функционирования очистных сооружений на объектах жилищно-коммунального хозяйства является применение регрессионно-корреляционного анализа. Такой подход был использован в ходе проведения экологического аудита деятельности ОАО «Производственное объединение «Водоканал» в г. Ростов-на-Дону в 2010 г. Данная экоаудиторская работа выполнялась ООО «Межрегиональный центр экологического аудита и консалтинга». Ее целью была проверка правильности учета образующегося осадка в процессе очистки сточных вод на очистных сооружениях канализации г. Ростова-на-Дону.

В ходе выполнения данной работы решались следующие задачи:

- анализ современной нормативно-правовой базы в сфере природопользования и охраны окружающей среды, которой следует руководствоваться предприятию в своей производственной и природоохранной деятельности.

- анализ соблюдения предприятием требований законодательства в сфере природопользования и охраны окружающей среды (по всем аспектам негативного воздействия на состояние окружающей среды).

- проведение комплексного экологического аудита предприятия, включая эколого-экономический анализ производственной деятельности предприятия, анализ системы управления на предприятии (анализ системы экологического управления на предприятии) в сфере природопользования и охраны окружающей среды, анализ состояния окружающей среды и природоохранной деятельности (охрана атмосферного воздуха; водопотребление и водоотведение; земельные ресурсы и др.

- выявление уровня влияния предприятия на состояние окружающей среды и на экологическую безопасность территории (населения) на основе имеющейся информации, включая оценку уровня и достаточности проводимых природоохранных мероприятий;

- эколого-экономический анализ воздействия предприятия на окружающую среду, включая оценку эколого-экономических рисков в результате производственно-хозяйственной деятельности предприятия (риски влияния на источники питьевого водоснабжения, риски заболеваемости населения в результате загрязнения атмосферного воздуха, риски потерь, убытков в связи с загрязнением окружающей среды (с акцентом на сферу обращения с отходами производства)).

В ходе выполнения данной работы ставилась также задача разработки научно-практических рекомендаций по оптимизации финансовых затрат предприятия на природоохранные цели, платежей за негативное воздействие на окружающую среду, платежей за природопользование предприятия с учетом экологических факторов, а также формулирование системы рекомендаций и корректирующих мер по предотвращению и минимизации эколого-экономических рисков на предприятии.

По желанию заказчика – ОАО «ПО Водоканал» г. Ростова-на-Дону в качестве одного из направлений исследования для оценки результирующих факторов влияния загрязнения на качество окружающей среды и образование отходов (сухого остатка ила после очистки на очистных сооружениях) использовался регрессионно-корреляционный анализ. При этом рассматривалась выборка статистической и фактической информации по объекту за 10 лет.

Следует отметить, что ОАО «ПО Водоканал г. Ростова-на-Дону» является одним из крупнейших коммунальных предприятий Юга России, обеспечивает водой свыше 1,2 млн. человек в Ростове, Аксае и Батайске. ОАО «ПО «Водо-

канал г. Ростова-на-Дону» является одним из крупнейших природопользователей Ростова-на-Дону. В функцию предприятия входит очистка природной речной воды для подачи ее потребителями, а также очистка сточных вод, поступающих от абонентов канализационной системы, в том числе предприятий города, сбрасывающих в систему канализации производственные стоки. Значительные средства вкладываются для того, чтобы снизить негативное влияние сточных вод на р. Дон и осадков очистных сооружений канализации [7]. В технологическом процессе очистки сточных вод образуются многотоннажные малоопасные отходы – осадки очистных сооружений канализации.

Образуемые и накапливаемые на территории иных сооружений канализации обезвоженные или подсушенные осадки по принятой в Российской Федерации системе отнесения отходов к классу опасности относятся к малоопасным отходам, которые в соответствии с ГОСТ Р 17.4.3.07.-2001 «Охрана природы. Почвы. Требования к свойствам осадков сточных вод при использовании их в качестве удобрений» и СанПиН 2.1.7.573- 96 «Гигиенические требования к использованию сточных вод и их осадков для орошения и удобрения» могут быть использованы в качестве органических удобрений в сельском хозяйстве, промышленном цветоводстве, зеленом строительстве, лесоразведении. Кроме того, в соответствии с п.6.8 СанПиН осадки сточных вод и компосты из них могут применяться для удобрения земель, отводимых под посадки древесно-кустарниковых насаждений, питомники, парки, под долголетние культурные сенокосно-пастбищные угодья, под зернофуражные, силосные, технические культуры, на паровые поля и при рекультивации земель. Запрещается внесение осадков в почвы в водоохраных и заповедных зонах, поверхностно в лесах, лесопарках, на сенокосах и пастбищах.

ОАО «ПО «Водоканал г. Ростова-на-Дону» использует осадки в соответствии с рекомендацией органа по сертификации ООО «БИФАР-Экология», г. Москва для технической рекультивации нарушенных земель на территории ОСК. Накопление их на территории предприятия (карты иловых площадок, места временного хранения после снятия с карт) оказывает негативное воздействие на окружающую среду. Иловые площадки являются экологической проблемой как настоящего, так и в долгосрочной перспективе. В силу того, что при ливневых осадках вода могут переливаться через край и загрязнять окружающую среду, либо же избыток воды и осадка возвращается на очистные станции, таким образом увеличивается нагрузка на очистные сооружения. В долгосрочной перспективе просачивание загрязненной воды в грунт приводит к загрязнению подземных вод и водотока.

Система обращения с осадками на Ростовской станции аэрации должна обеспечивать выполнение действующих требований и нормативов в области охраны окружающей среды и минимизировать общее неблагоприятное воздействие их на окружающую среду при допустимых затратах.

Запланированные инвестиционным проектом «Чистый Дон» в срок до

2013 г. мероприятия по сокращению объема образования осадков сточных вод и их обеззараживания на базе современной мировой технологии - в кипящем слое, позволит:

- обеспечить утилизацию ежедневно образующегося и ранее накопленного осадка и, как следствие, прекращение складирования крупнотоннажного отхода на картах иловых площадок и рекультивация площадей, занятых ими;

- снизить объем выбросов загрязняющих веществ в атмосферу, выделяющихся с поверхностей иловых карт в процессе открытой сушки и хранения осадка;

- уменьшить уровень загрязнения подземных вод;

- улучшить санитарно-гигиеническую обстановку в городе.

Преимуществами метода сжигания илового осадка являются:

- минимальные транспортные расходы: требуется только вывоз золы;

- образующаяся в процессе сжигания зола находит применение в дорожном строительстве и цементном производстве;

- возможность использования золы, содержащей фосфаты, как ценного минерального ресурса.

Для предотвращения загрязнения водных объектов на основе экологической модернизации производства предприятию целесообразно разработать и реализовать программу внедрения наилучших доступных технологий в своей деятельности в рамках целевой комплексной программы «Чистый Дон».

Одним из наиболее эффективных методов оценки влияния факторов на интересующий нас результирующий показатель является метод регрессионно-корреляционного анализа.

В качестве результирующего показателя (y) мы рассматривали **объем** образования осадка сточных **вод** (решетки + ил + песок) в тоннах.

На основе проведенного содержательного анализа, то есть на основе знаний о предмете исследования, было выдвинуто предположение, что на результирующий показатель y могут влиять следующие факторы:

x_1 – объем загрязняющих стоков, куб. м;

x_2 – объем взвешенных веществ, куб. м;

x_3 – содержание в сточных водах БПК₅;

x_4 – содержание азота аммонийного;

x_5 – содержание фосфора фосфатов;

x_6 – объем стоков, очищенных от взвешенных веществ;

x_7 – объем стоков, очищенных от БПК₅;

x_8 – объем стоков, очищенных от азота аммонийного;

x_9 – объем стоков, очищенных от фосфора фосфатов.

Факторы со 2-го по 9-й характеризуют качественный состав загрязнений, в т. ч. факторы с 6-го по 9-й – количество очищенных сточных вод. Последние определялись как произведения содержания загрязняющих веществ в сточных водах на эффективность очистки по этим веществам (в %).

Для анализа тесноты связи результирующего показателя y с перечисленными выше факторами, мы рассчитали коэффициенты парной корреляции **объема образования осадка сточных вод** и предположительно влияющих на него показателей, по формуле

$$r_{y,x_i} = \frac{\sum_{t=1}^T (y_t - \bar{y})(x_{ti} - \bar{x}_i) / (T-1)}{\sigma_y \sigma_{x_i}}, \quad -1 \leq r_{y,x_i} \leq 1,$$

где \bar{y} и \bar{x}_i – средние значения результирующего показателя y и фактора x_i ($i=1, \dots, 9$), а σ_y и σ_{x_i} – эмпирические среднеквадратические отклонения результирующего показателя и факторов.

Логика использования коэффициента парной корреляции при отборе значимых факторов состоит в следующем. Если значение $|r_{y,x_i}|$ достаточно велико, т. е. $|r_{y,x_i}| > \rho_1$, где ρ_1 – некоторый рубеж (на практике $\rho_1 \approx 0,3-0,4$), то можно говорить о наличии существенной линейной связи между переменными y и x_i (или о достаточно сильном влиянии x_i на y). Чем больше абсолютное значение r_{y,x_i} , тем сильнее это влияние (положительное или отрицательное в зависимости от знака r).

Проведенный анализ позволил установить, что наблюдается сильная положительная связь между объемом образования осадка и объемом загрязняющих стоков (теснота связи между этими показателями, оцененная с помощью коэффициента парной корреляции, составила 88,2%).

С использованием корреляционного анализа было также выяснено, что сильная отрицательная связь наблюдается между объемом образования осадка и количеством стоков, очищенных от БПК₅ и фосфора фосфатов (коэффициенты корреляции соответственно 88,17% и 97,79%).

Несколько ниже коэффициент корреляции результирующего показателя и объемом стоков, очищенных от азота аммонийного (он составляет 5,53%). Коэффициенты корреляции результирующего показателя с остальными факторами, идентифицированными в ходе содержательного анализа (т. е. x_2-x_6), сложно интерпретировать с точки зрения предмета нашего исследования.

Далее нами были построены линейные регрессионные модели, позволяющие оценить степень влияния всех перечисленных факторов, на объем образования осадка сточных вод.

Рассмотрим уравнение, описывающее влияние фактора объема загрязняющих стоков:

$$\hat{y}_t = 12147,03613 + 0,32535x_1.$$

Это уравнение показывает, что при прочих равных условия при увеличении объема загрязняющих стоков на 1 м³, оценка объема образования осадка сточных вод увеличивается на 0,325 тонны.

Для проверки качества построенного уравнения нами был рассчитан коэффициент детерминации (D) по следующей формуле

$$D = \frac{\left[\sum_{t=1}^T (y_t - \bar{y})(\hat{y}_t - \bar{y}) \right]^2}{\sum_{t=1}^T (y_t - \bar{y})^2 \sum_{t=1}^T (\hat{y}_t - \bar{y})^2},$$

где y_t и \hat{y}_t – соответственно фактическое и расчетное (полученное по модели) значения результирующего показателя для t -го наблюдения; \bar{y} – среднее арифметическое значение результирующего показателя.

Коэффициент детерминации может принимать значения от 0 до 1. Чем ближе он к единице, тем выше качество построенного уравнения. Граничным значением этого показателя на практике часто принимают 0,6. Коэффициент детерминации для нашего уравнения составляет 0,779, т. е. изменчивость объема образования осадка сточных вод на 77,9% определяется влиянием объема загрязняющих стоков и только на 22,1% влиянием прочих факторов, не включенных в модель. Для описания влияния объема взвешенных веществ на объем образования осадка нами было построено уравнение

$$\hat{y}_t = 23364,98032 + 3,3252x_2.$$

Интерпретировать его можно таким образом: при прочих равных условиях при увеличении объема взвешенных веществ в стоках на 1 ед, оценка объема образования осадка сточных вод увеличивается на 3,325 тонны. Однако, формальный статистический анализ этого уравнения с помощью коэффициента детерминации показывает, что оно описывает только 0,02% изменчивости результирующего показателя. Остальные построенные нами модели будут учитывать влияние объемов сточных вод, очищенных от отдельных видов загрязнений, на объем образования осадка.

Уравнение, описывающее влияние объема вод, очищенных от БПК₅, выглядит следующим образом:

$$\hat{y}_t = 49766,85 - 135,968x_7.$$

Модель показывает, что при прочих равных условиях при увеличении объема вод, очищенных от БПК₅, на 1 ед., оценка результирующего показателя уменьшается на 135,97 тонны. Следовательно, повышение эффективности очистки сточных вод от БПК₅ заметно снижает объем образования осадка. Коэф-

коэффициент детерминации для этого уравнения составляет 0,777. Можно сделать вывод, что дисперсия объема образования осадка на 77,7% определяется влиянием показателя очистки сточных вод от БПК₅ и на 22,3% влиянием прочих факторов. Аналогичное уравнение отражает влияние объема вод, очищенных от азота аммонийного, на объем образования осадка

$$\hat{y}_t = 36212,96 - 612,649x_8.$$

Модель свидетельствует, что при прочих равных условиях при увеличении объема вод, очищенных от азота аммонийного, на 1 ед., оценка результирующего показателя снижается на 612,649 тонны. Однако коэффициент детерминации этого уравнения сравнительно невысок (0,207), т. е. изменчивость объема образования осадка лишь на 20,7% определяется влиянием показателя очистки сточных вод от азота аммонийного и соответственно на 79,3% влиянием прочих факторов.

Несомненно, заслуживает внимания регрессионная модель, описывающая влияние объема вод, очищенных от фосфора фосфатов, на объем образования осадка

$$\hat{y}_t = 46448,11 - 46163,7x_9.$$

Модель показывает, что при прочих равных условиях при увеличении объема вод, очищенных от фосфора, на 1 ед., оценка результирующего показателя снижается на 46163,7 тонны. Заметим, что по этому показателю наблюдается крайне низкая эффективность очистки. Коэффициент детерминации последнего уравнения составляет (0,956), т. е. изменчивость объема образования осадка на 95,6% определяется влиянием показателя очистки сточных вод от фосфора фосфатов и соответственно только на 4,4% влиянием прочих факторов. Для подтверждения качества модели мы использовали еще два формальных статистических критерия (критерии Стьюдента и Фишера). Критерий Стьюдента (t_i) рассчитывается по формуле

$$t_i = \frac{|a_i|}{\sigma_{a_i}},$$

где $|a_i|$ – модуль оценки коэффициента a_i в уравнении; σ_{a_i} – среднеквадратическая ошибка оценки коэффициента.

С помощью критерия Стьюдента проверяется статистическая значимость отдельных коэффициентов уравнения. Другими словами, выясняется следующее: подтверждает ли статистика, что фактор оказывает существенное влияние на результирующий показатель. Для того чтобы сделать соответствующий вывод, расчетное значение критерия Стьюдента нужно сравнить с табличным.

В нашем случае расчетное значение составляет $t = \frac{-46163,7}{6972,858} = 6,62$. Поскольку расчетное значение превышает

табличное (4,3), критерий Стьюдента подтверждает, что коэффициент при факторе x_9 статистически надежно не нуль. Соответственно названный фактор оказывает статистически значимое влияние на результирующий показатель.

Критерий Фишера характеризует статистическую значимость уравнения в целом. Расчетное значение критерия (F) определяется по формуле

$$F = \frac{D}{1-D} \cdot \frac{T-n-1}{n},$$

где D – коэффициент детерминации, T – число наблюдений; n – число факторов в модели.

В нашем случае расчетное значение критерия Фишера составляет 43,83. Этот показатель значительно выше табличного значения 18,51. Следовательно, уравнение в целом статистически значимо, т. е. лучше описывает изменчивость результирующего показателя, чем его арифметическое среднее.

Таким образом, в целом по результатам проведенного экологического аудита предприятия и применения регрессионно-корреляционного анализе влияния различных факторов на образование иловых осадков можно сформулировать следующие выводы:

1. Установлена и наблюдается тесная положительная связь (свыше 88%) объема образования осадка сточных вод с объемом загрязняющих стоков.
2. Выявлена высокая отрицательная корреляция объема образования осадка сточных вод с показателями очистки сточных вод от загрязняющих веществ БПК₅ и фосфора фосфатов (соответственно 88 и 97%).
3. Построены регрессионные модели, позволяющие оценить степени влияния идентифицированных нами факторов (объема загрязняющих стоков; объема взвешенных веществ, объема стоков, очищенных от БПК₅; объема стоков, очищенных от азота аммонийного; объема стоков, очищенных от фосфора фосфатов) на объем образования осадка сточных вод.
4. предприятию целесообразно особое внимание обратить на сокращение объемов загрязнений и повышение эффективности очистки сточных вод от фосфора фосфатов.

С учетом проведенного регрессионно-корреляционного анализа, который установил тесную положительную связь (свыше 88%) объема образования осадка сточных вод с объемом загрязняющих стоков, а также выявил высокую отрицательную корреляцию объема образования осадка сточных вод с показателями очистки сточных вод от загрязняющих веществ БПК₅ и фосфора фосфатов (соответственно 88 и 97%) усилить контроль тех параметров и ингредиентов загрязнения, которые ведут к увеличению образования осадка сточных вод. К таким факторам следует отнести: степень очистки сточных вод, объема пос-

тупающих загрязненных стоков; объем взвешенных веществ, объем стоков, очищенных от БПК₅; объема стоков, очищенных от азота аммонийного; объем стоков, очищенных от фосфора фосфатов).

В ходе проведения данной работы были уточнены объемы образования осадков сточных вод для целей статистического наблюдения и экологического контроля, а также сформулированы рекомендации по оптимизации платежей за размещение отходов. Выполненное исследование показало необходимость дальнейшего развития и применения экономико-математических методов для управления природопользованием, в частности, для управления экологическими рисками, связанными с влиянием осадков сточных вод на экосистему р. Дон. Полученный в ходе исследования инструментарий и выявленные количественные зависимости влияния различных факторов и загрязняющих веществ на состояние окружающей среды носят универсальный характер и могут быть использованы в других регионах для эколого-экономических расчетов.

1. Потравный И. М. Переход на новые экологические стандарты в системе приоритетов и потребностей развития новой экономики // Стратегія підприємства: адаптація організацій до впливу світових суспільно-економічних процесів. Збірник матеріалів міжн. науково-практ. конф. – К. : КНЕУ, 2011. – С. 57-59. **2.** Лукьянчиков Н. Н., Потравный И. М. Экономика и организация природопользования. Учебник. – 4-е изд. – М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2010. – 687 с. **3.** Перечень поручений по итогам заседания президиума Государственного совета по вопросам совершенствования государственного регулирования в сфере охраны окружающей среды // На пути к устойчивому развитию. Бюллетень Центра экологической политики России. – 2010. – №54. – С. 7-11. **4.** Тихомиров Н. П., Потравный И. М., Тихомирова Т. М. Методы анализа и управления эколого-экономическими рисками. Учебное пособие для вузов. – М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2003. – 350 с. **5.** Вега А. Ю., Епифанов И. К. Экологическая оценка в проектно-инвестиционном анализе. – М. : Российский экономический университет, 2011. – 120 с. **6.** Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2010 году». – М. : АНО «Центр международных проектов», 2011. **7.** Акопов З. И., Персидский Б. П. Водоканал – наша судьба. – Ростов-на-Дону : Донской издательский дом, 2001.

Рецензент: к.е.н., профессор Кушнір Н.Б. (НУВГП)