К ВОПРОСУ ОЦЕНКИ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ БИЗНЕС-ПРОЕКТОВ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ДОМОСТРОЕНИЯ

Э.С. Цховребов, А.С. Шевченко*, Е.Г. Величко**

Научно-исследовательский институт «Центр экологической промышленной политики» (НИИ «ЦЭПП»),
141006, Московская обл., г. Мытищи, Олимпийский пр-т, д. 42;

*ЗАО «Национальная инжиниринговая компания»,
121596, г. Москва, ул. Горбунова, д. 2, стр. 204, офис А504, А506;

**Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет
(НИУ МГСУ), 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26

АННОТАЦИЯ. Рассмотрены вопросы экономической оценки инвестиционных проектов «зеленого» строительства с учетом комплексного учета экономических, социальных, экологических факторов в рамках требований «зеленых» стандартов к объектам экологического домостроения. Актуальность строительства автономных, энергоэффективных, ресурсосберегающих комплексов и объектов, не оказывающих негативного воздействия на окружающую среду, растет с каждым годом. Несмотря на то, что в настоящее время стоимость электроэнергии, получаемой от централизованной сети, ниже, чем стоимость ее выработки от автономных источников, мировая тенденция неуклонного роста цены на энергоресурсы и одновременно снижения приведенной годовой стоимости автономных миниэлектростанций на возобновляемом топливе заставляет по-новому смотреть на решение проблем энерго-, ресурсосбережения и энергоэффективности в промышленном и гражданском строительстве. На частном примере из Московского региона дана оценка показателей эффективности автономного объекта индивидуального жилищного строительства с применяемыми конструктивными решениями, технологиями и мероприятиями получения энергии из возобновляемых источников (солнечная и ветровая), экономии воды, утилизации и повторного применения образующихся отходов, минимизации негативного воздействия на окружающую среду.

Авторами статьи делается акцент на то, что, с учетом современного стратегического курса социально-экономического развития России на устойчивое развитие комплексная всесторонняя эколого-экономическая оценка инвестиционных проектов «зеленого» строительства призвана способствовать, стимулировать переориентацию субъективных целей строительного производства с достижения частной выгоды коммерческих структур и конкретных инвесторов, вкладывающих финансовые средства в максимально короткий экономический результат, на поиск оптимальных, наилучших доступных технологий, решений, мероприятий, обеспечивающих рост показателей социально-общественной, экологической эффективности, развитие региональной отраслевой инфраструктуры экологически безопасного, ресурсоемкого, энергоэффективного промышленного, гражданского и индивидуального жилищного строительства.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: экономическая эффективность, инвестиционный проект, экологическое домостроение, «зеленые» стандарты, «зеленое» строительство, охрана окружающей среды, ресурсосбережение, энергоэффективность, рациональное и экономное использование природных ресурсов

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ: Цховребов Э.С., Шевченко А.С., Величко Е.Г. К вопросу оценки экономической эффективности бизнес-проектов экологического домостроения // Вестник МГСУ. 2017. Т. 12. Вып. 4 (103). С. 405–414. DOI: 10.22227/1997-0935.2017.4.405-414

ON THE ISSUE OF ESTIMATING THE ECONOMIC EFFECTIVENESS OF BUSINESS PROJECTS OF ECOLOGICAL HOUSE CONSTRUCTION

E.S. Tskhovrebov, A.S. Shevchenko*, Eu.G. Velichko**

Research Institute "Center for Environmental Industrial Policy" (Research Institute "CEIP"),
42 Olimpiyskiy pr., Mytishchi, Moscow Region, Russian Federation, 141006;

*CJSC National Engineering Company Office A504, A506, 2 Gorbunova str., bldg. 204, Moscow, Russian Federation, 121596;

**Moscow State University of Civil Engineering (National Research University) (MGSU),
26 Yaroslavl'skoe shosse, Moscow, Russian Federation, 129337

ABSTRACT. Issues of economic evaluation of investment projects to green construction are considered in view of the complex accounting economic, social, environmental factors within Green Standard requirements to construction of ecological facilities. The urgency of constructing autonomous, energy-efficient, resource-saving complexes and facilities that do not have a negative impact on the environment is growing every year. Despite the fact that the current cost of electricity received from a centralized network is lower than the cost of its generation from autonomous sources, the world trend is of a steady increase of the energy price and at the same time reducing the annual cost of autonomous mini-electric power stations on renewable fuel. This makes it necessary to look at a new way of solving the issues of energy and resource saving and energy efficiency in industrial and civil construction. The facility from Moscow Region is chosen as a particular example

of estimating the performance indicators of an autonomous individual house construction facility with design solutions, technologies and activities applied for obtaining energy from renewable sources (solar and wind), saving water, recycling and reusing waste, minimizing the negative impact on the environment.

Taking into account the current strategic course of Russian socio-economic development to sustainable development, authors of the article emphasize that a comprehensive ecological and economic estimation of investment projects to green construction is designed to encourage and reorient the subjective goals of construction production from achieving private profit by business entities and specific investors investing funds in the shortest economic result to the search of optimal available technologies, solutions, measures ensuring the growth of indicators of social, public, ecological efficiency, development of regional industrial infrastructure of environmentally safe, resource-intensive, energy-efficient industrial, civil and individual house construction.

KEY WORDS: economic efficiency, investment project, ecological house construction, Green Standards, green construction, environmental protection, resource saving, energy efficiency, rational and saving use of natural resources

FOR CITATION: Tskhovrebov E.S., Shevchenko A.S., Velichko Eu.G. K voprosu otsenki ekonomicheskoy effektivnosti biznes-proyektov ekologicheskogo domostroyeniya [On the Issue of Estimating the Economic Effectiveness of Business Projects of Ecological House Construction]. Vestnik MGSU [Proceedings of Moscow State University of Civil Engineering]. 2017, vol. 12, issue 4 (103), pp. 405–414. (In Russian) DOI: 10.22227/1997-0935.2017.4.405-414

Оценка экономической эффективности инвестиционных проектов осуществляется в соответствии с рядом утвержденных методик и рекомендаций по их применению [1–5]. Однако при оценке экономической эффективности экологического домостроения появляется ряд особенностей, связанных с комплексным учетом всех статей затрат, определяющих законченный строительством объект как соответствующий «зеленым» стандартам¹, а также с системным подходом к анализу достигаемых экологического и экономического результатов.

В рамках требований стандартов и нормативов экологический результат (эффект) от внедрения объекта «зеленого» строительства заключается:

- в предотвращении воздействия на окружающую среду и ее компоненты — атмосферу, поверхностные и подземные воды, почву, биоресурсы (в частности, в уменьшении количеств захораниваемых отходов за счет их утилизации и повторного применения, использовании экологически безопасных удобрений собственного изготовления и пр.);
- в улучшении здоровья людей в результате создания благоприятной для проживания природной среды;
- в экономии природных ресурсов, в первую очередь питьевой воды;
- в экономии вырабатываемых или централизованно поставляемых потребителям энергетических ресурсов.

Взаимоувязанный с экологическим экономический результат от внедрения природоохранных, ресурсосберегающих, энергоэффективных мероприятий и технологий складывается из следующих составляющих [1, 6, 7]:

- предотвращенного эколого-экономического ущерба от загрязнения окружающей среды, т.е. вели-

чины возможных личных расходов населения, предотвращенных благодаря осуществлению природоохранного или ресурсосберегающего мероприятия;

- прироста стоимости природных ресурсов, сберегаемых при внедрении ресурсосберегающих мероприятий;
- экономии средств (с учетом ежегодного роста стоимости энергоносителей) на пользование централизованными сетями энерго, газо- и теплоснабжения, водоснабжения и водоотведения в результате получения энергии из возобновляемых источников, экономного расходования питьевой воды;
- экономии средств на приобретение, а также прироста стоимости повторно используемой продукции, топливных ресурсов (в денежном выражении), полученной благодаря утилизации, вторичному применению отходов.

По мнению авторов, для полноценной, объективной, всесторонней комплексной оценки экологического и экономического результатов при экономическом обосновании инвестиционных проектов «зеленого» строительства должны осуществляться:

- полный учет всех позитивных и негативных социально-экономических последствий реализации наилучших доступных технологий экологического домостроения, природоохранных, ресурсосберегающих мероприятий как в ближайшей, так и в отдаленной перспективе;
- всесторонняя, полная оценка затрат, связанных с осуществлением различных мероприятий и вариантов в процессе экологического домостроения;
- анализ применимости, значимости, оптимальности, целевого назначения природоохранных, ресурсосберегающих, энергоэффективных и средозащитных технологий для различных регионов, территорий, объектов;
- учет фактора времени при оценке затрат и результатов;
- оценка стоимости отдаленных во времени финансовых потоков.

В процессе экономического обоснования инвестиционного проекта экологического домостроения немаловажное значение имеет выбор и обоснова-

¹ СТО НОСТРОЙ 2.35.4-2011. «Зеленое строительство». Здания жилые и общественные. Рейтинговая система оценки устойчивости среды обитания.

СТО НОСТРОЙ 2.35.68-2012. «Зеленое строительство». Здания жилые и общественные. Учет региональных особенностей в рейтинговой системе оценки устойчивости среды обитания.

ние оптимального нормативного срока окупаемости проекта, ставки дисконтирования. В настоящее время отсутствуют единые директивно установленные нормативы эффективности инвестиций, расчета ставки дисконтирования для тех или иных бизнес-проектов. Кроме того, детальное прогнозирование всех факторов влияния различных рисков на инвестиционный проект практически невозможно [8–12]. Поэтому при оценке экономических показателей делается предположение о неизменности ставки дисконтирования в течение всего жизненного цикла проекта.

В каждом конкретном случае инвесторы вправе сами устанавливать нормативы эффективности капитальных вложений, ставки дисконта как достигаемые показатели эффективности бизнес-планирования, исходя из собственных возможностей по финансированию проекта, а также с учетом требований, сроков возврата финансовых средств бюджетного субсидирования, заемных средств банков, желаний соинвесторов. Так, установленный нормативный срок окупаемости проектов сельского хозяйства, на которые предоставляются средства государственной поддержки, составляет не более 5 лет [13]. На размер ставки дисконтирования существенное влияние оказывает уровень инфляции, причем ее российской особенностью является неоднородный рост цен на движимое и недвижимое имущество, различные виды продукции, оборудования, услуг, работ, тарифов, опережающий темп по сравнению с ростом оплаты труда и цен на реализацию инновационной строительной продукции. С позиции инвестора в проекты экологического домостроения ставка дисконтирования будет складываться из следующих составляющих: минимальной нормы прибыли; темпа инфляции и поправки, связанной с риском продвижения на рынок инновационной продукции. В случае использования заемных средств к ним добавляется ряд факторов риска [14]. С позиций юридических, физических лиц или предпринимателей при оценке сроков окупаемости, показателей эффективности, целесообразности, результативности строительства автономных, ресурсо- и энергосберегающих объектов по сравнению с традиционным строительством и в конечном счете, выборе оптимального варианта учет темпа инфляции, уровня роста цен на энергоносители, тарифы и услуги ЖКХ будут иметь первостепенное значение.

Исходя из опыта международного и российского инвестирования строительных проектов, можно отметить, что барьерный, или нормативный (планируемый к достижению в результате реализации бизнес-проекта), коэффициент экономической эффективности для инвестиционных проектов в градостроительные и строительные объекты чаще всего принимается на уровне $E_n = 0,15$, что соответствует сроку окупаемости $T_n = 6,67$ лет, явля-

ясь наиболее распространенным в международной практике расчетов по экономическому обоснованию оптимального варианта инвестирования в объект недвижимости. С учетом сопоставительного анализа методов оценки этого показателя темпов инфляции в России за последние 10 лет предельным сроком окупаемости проектов экодомостроения с использованием энергоэффективных, ресурсосберегающих технологий можно обозначить величину, колеблющуюся в интервале 6,6–7,3 лет.

Энергоэффективность объекта «зеленого» строительства достигается в результате проектирования его оптимальных размеров, размеров и ориентации по сторонам света, максимального использования естественной пассивной природной энергии и возобновляемых ресурсов, оптимизации энергопотребления с использованием энергосберегающих, ресурсоемких технологий, внедрения эффективных методов экономии и оптимизации накопления и использования тепловой и электрической энергии, воды.

При выборе на основе экономической оценки одного из двух вариантов: базового стандартного домостроя и инновационного «зеленого» строительства, делается ряд допущений:

- о приблизительном равенстве размеров инвестиций в земляные, общестроительные, отделочные работы при строительстве зданий, сооружений, благоустройстве территории;
- о примерном равенстве текущих годовых эксплуатационных расходов на техническое обслуживание энергетического оборудования (газовые колонки, счетчики, электроводонагреватели, поверки и пр.) базового стандартного варианта и инновационного — ресурсосберегающего энергоэффективного оборудования и установок получения энергии из возобновляемых источников (ветрогенератора, воздушных солнечных коллекторов и пр.). Указанные затраты и расходы в расчетах экономических показателей не присутствуют.

Расчет экономических показателей, их анализ и оценка осуществлялись в соответствии с принятыми научными положениями, рекомендациями, методиками, методами [1–5, 16]. Определение чистого экономического эффекта сооружения объекта «зеленого» строительства основывается на сопоставлении достигаемого при внедрении энерго-, ресурсосберегающих, природоохранных мероприятий экономического результата P с затратами на них $З$:

$$\Xi = P/Z. \quad (1)$$

Достижимая общая экономическая эффективность инвестиций Ξ_p при внедрении энерго-, ресурсосберегающих, природоохранных технологий экологического домостроения определяется экономией годовых текущих эксплуатационных затрат при инновационном варианте по сравнению с базовым ($C_{баз} - C_{инн}$) на 1 рубль дополнительно вложен-

ных инвестиций в инновационный вариант по сравнению с базовым вариантом ($K_{\text{инн}} - K_{\text{баз}}$), вызвавших данную экономию годовых текущих эксплуатационных затрат.

В случае выбора объекта «зеленого» строительства как экологически безопасного, ресурсосберегающего, энергоэффективного комплекса для конкретного жителя-инвестора показателем экономической эффективности, или целесообразности, становится ежегодная экономия, выраженная в отсутствии необходимости внесения платы за централизованно поставляемые природные ресурсы, энергоносители, услуги жилищно-коммунального хозяйства (водо-, газо- и электроснабжение, водоотведение, техническое обслуживание, вывоз мусора) на каждый рубль дополнительных инвестиций — единовременных затрат, вложенных в инновационный комплекс экологического домостроения по сравнению с аналогичными затратами, понесенными при базовом стандартном варианте хозяйствования с использованием централизованных сетей жизнеобеспечения и при отсутствии инновационных энерго- и ресурсосберегающих технологий.

Показатель сравнительной экономической эффективности используется для выбора наилучшего варианта домостроения (при условии эквивалентного действия разных вариантов: полноценное качественное жизнеобеспечение объекта строительства) и определяется по каждому варианту с учетом фактора времени — с применением нормы дисконтирования, коэффициента эффективности капитальных вложений E_n , принятого на уровне минимально допустимой экономии годовых текущих затрат по отношению к величине вложенных инвестиций, при которой данные инвестиции признаются целесообразными для реализации бизнес-проект.

В состав капитальных вложений в объект экологического домостроения, в соответствии с «зелеными» стандартами оборудованный технологиями, устройствами, установками для полного, бесперебойного и качественного жизнеобеспечения (электро- и теплоснабжение, освещение, инсоляция, вентиляция и кондиционирование, водоснабжение и водоотведение, ведение подсобного хозяйства: садоводство, огородничество), помимо пренебрегаемых в расчетах расходов на земляные, общестроительные и иные работы, связанные с возведением, отделкой дома, включаются единовременные затраты $K_{\text{инн}}$ на сооружение: артезианской скважины (глубиной до 30 м с глубинным насосом, регулятором давления, водоотводящими трубами) $K_{\text{арт}}$; автономной тепло-, энергетической системы на возобновляемых источниках энергии и миниэлектростанции $K_{\text{азс}}$; системы оборотного и повторного водоиспользования, сбора и накопления поверхностных стоков с крыш, твердых покрытий; емкостей расплавления снега с водоотводными трубами $K_{\text{повт}}$; компактных очистных сооружений хозяйственно-бытовых

стоков с оборотной системой $K_{\text{оч}}$; сооружений и установок утилизации отходов: участка компостирования, измельчителя древесных отходов $K_{\text{утил}}$; на модернизацию, замену оборудования — один раз в течение нормативного срока окупаемости проекта: полную замену аккумуляторных батарей $K_{\text{мод}}$.

Экономическим результатом P от внедрения технологий «зеленых» стандартов экологического домостроения является:

- экономия единовременных затрат, связанных с реализацией базового варианта $K_{\text{баз}}$: на подключение к электросетям $K_{\text{э}}$, сетям газоснабжения $K_{\text{г}}$ (с приобретением и установкой электро- и газового оборудования, установок приборов учета, трубопроводов, сетей, разработкой и согласованием проектной документации и пр.); оборотных средств на единовременную покупку и обеспечение с учетом оптимального объема поставки 5–7-летних запасов минеральных удобрений $K_{\text{об}}$ (навоз, торф приобретаются, как правило, в количестве одной-двух машин объемом 10 м³; порошковые агрохимикаты — в количестве 25...50 кг (про запас));

- экономия текущих годовых затрат, характерных для базового варианта $C_{\text{баз}}$: стоимости потребляемой электроэнергии $C_{\text{э}}$, газоснабжения $C_{\text{г}}$, водоснабжения $C_{\text{в}}$, водоотведения (канализования стоков) $C_{\text{к}}$, вывоза отходов $C_{\text{отх}}$.

По результатам проведенных исследований установлено, что при наличии на объекте экологического домостроения налаженной системы раздельного сбора и утилизации отходов жизнедеятельности до 95 % образующихся отходов могут повторно использоваться для хозяйственно-эксплуатационных нужд экоддома (в качестве вторичного сырья, топлива, вспомогательных изделий, материалов и устройств) или быть сданы в пункты сбора вторичного сырья. Поэтому в расчетах инновационного варианта применяется соответствующий коэффициент $0,05C_{\text{отх}}$ по сравнению с традиционным вариантом сбора всего мусора в поселковые контейнеры или полиэтиленовые мешки с последующим захоронением всей массы образующихся отходов на полигонах твердых коммунальных отходов или свалках.

При сравнительной экономической оценке вариантов (по системе анализа «результаты–затраты») выбора источников электро- и теплоснабжения экоддома для средней полосы России оптимальными по данному соотношению являются ветросолнечные системы, в которых основным источником энергии в период с октября по март служит ветрогенератор, с апреля по сентябрь — солнечные панели. Максимальные значения скорости ветра наблюдаются в осенне-зимний период, когда поступление солнечной энергии снижается до 8–10 раз. В поздний весенний, летний и начальный осенний период недостаток ветра компенсируется активным поступлением солнечной энергии, которую при оп-

тимальном количестве солнечных панелей можно использовать для комфортного проживания людей. Применение ветротурбин в комбинации с солнечными батареями дает возможность получать достаточное количество электроэнергии круглый год, обеспечивая полноценное жизнеобеспечение объектов «зеленого» строительства. При длительном отсутствии солнечной радиации, малой ветровой нагрузке недостаток тепловой энергии компенсируется оборудованием печей и каминов разжигания, горения, сжигания растительного топлива и практически неопасных отходов: картона, бумаги, чистой древесины, натуральной ткани, древесной стружки, сена, соломы, прессованных опилок, позволяющих отапливать значительные объемы помещений более суток без использования электрообогрева [15, 16].

Для оценки потребляемой электроэнергии использована разработанная ГипроНИИсельхозом и утвержденная Минсельхозом РФ методика определения потребности в средствах электроснабжения с учетом показателей установленной мощности электробытовых приборов, оборудования, максимальной нагрузки, времени работы электропотребителей в различные часы суток и сезоны года.

Данные по энергопотреблению принимались во внимание при анализе и выборе количества, модификации, производительности, технических параметров оборудования миниэлектростанции и теплоэнергетической системы экодома (ветрогенератор, солнечные панели, воздушный солнечный коллектор, аккумулятор и рекуператор тепла, вентиляторы, терморегуляторы, воздухопроводы, конвектор, контроллер заряда, инвертор, аккумуляторные батареи, источник бесперебойного питания, крепления, провода и фурнитура).

В соответствии с данной методикой анализировались пять вариантов моделей электропотребления. Первая, с суммарной мощностью потребителей 3 кВт·ч, предполагает минимальный, наиболее низкий уровень электрификации быта сельского населения (наличие внутреннего освещения: энергосберегающие лампы и 4–6 электробытовых приборов и устройств небольшой мощности: радиоприемник, компьютер, плазменный телевизор, кипятильник, однокомфорочная электроплитка) максимальной нагрузкой 1,2 кВт. Сюда отнесены одноэтажные постройки старого типа в деревнях с населением один-два человека. Данный вариант электропотребления не обеспечивает гигиенические и комфортные условия современной жизнедеятельности и в расчетах не рассматривается.

Сравнительные технико-эксплуатационные показатели (ТЭП) по другим рассматриваемым в методике вариантам моделей энергопотребления (проживание 3–4 человек) представлены в табл. 1.

При оценке стоимости автономной альтернативной системы тепло- и энергоснабжения для полной коттеджной модели электропотребления

принималось во внимание применение иной, более экономичной системы энерго- и теплоснабжения: отказ от электрообогревающих установок и проектирование систем отопления с использованием энергоэффективных воздушных и водяных солнечных коллекторов, тепловых насосов с рекуператорами тепла, конвекционного отопления с ежедневным расходом электроэнергии в отопительный сезон около 35 кВт·ч/сут; остальное время — до 15 кВт·ч/сут, т.е. ориентировочно 10 000 кВт·ч/год.

Сопоставимые данные получены авторами при разработке бизнес-плана строительства автономного энергоэффективного комплекса «Экодом» с инновационными водоочистными сооружениями и ресурсосберегающими технологиями эксплуатации в Подмоскowie (двухэтажный дом из оцилиндрованного бревна общей площадью 240 м² на трех-четыре жителей, баня-сауна — 96 м², гараж, беседки, очистные сооружения, резервуарно-насосная станция, пруд, уличное освещение, электрооборудование сельхозназначения и утилизации древесных остатков): при пиковой нагрузке 24 кВт·ч, суммарное количество электроэнергии из возобновляемых источников может вырабатываться до 18 кВт·ч/сут или 6570 кВт·ч/год (при применении энергосберегающих технологий фактически расходуется порядка 4800 кВт·ч /год (100 кВт·ч/чел. в месяц). Инвестиции в ветросолнечную автономную систему для обеспечения круглогодичного горячего водоснабжения, электро-, теплоснабжения с применением воздушных и водяных солнечных коллекторов, рекуператоров тепла, технологий утилизации отходов для комплекса «Экодом» запланированы в объеме 1100 тыс. руб.

Благодаря комплексным мероприятиям по экономии, рациональному использованию питьевой воды, оборотному, повторному водопользованию, ежедневное водопотребление на человека в экодоме может составлять порядка 70...80 л/сут; при отсутствии данных мероприятий примерный расход воды и объем канализования составляет до 200 л на человека в сутки.

Исходя из представленных в социальных сетях коммерческих предложений, значение $K_{арт} + K_{оч} + K_{повт} + K_{утилл}$ принимается в пределах 250 тыс. руб.; K_3 — 80 тыс. руб.; K_r — 200 тыс. руб.; $K_{об}$ — 15 тыс. руб.; нормативы расхода и платы за энергоресурсы на дом с четырьмя проживающими: $C_{отх}$ — 1,92 тыс. руб./год; C_r — 34,483 тыс. руб./год (100 м²); 63,267 тыс. руб./год (200 м²); C_b — 10,774 тыс. руб./год; C_k — 12,237 тыс. руб./год. Капиталовложения в замену аккумуляторных батарей (с учетом роста цен на товар около 5 % в год) $K_{мод}$ для экономного варианта — 100 тыс. руб.; для комфортного, высокого — 300 тыс. руб.; для полного — 750 тыс. руб. Годовые затраты за получаемую электроэнергию определены как произведение годового расхода (согласно методике) на стоимость

1 кВт·ч потребленной электроэнергии (в среднем 3,5 руб./кВт·ч).

При расчетах экономической эффективности учитывался фактор времени: при реализации двух-этапного инвестирования: основного первоначального — $K_{\text{азс}}$ и при модернизации с заменой оборудования — $K_{\text{мод}}$, а также с учетом существенного изменения годовых текущих издержек базового варианта в связи с инфляцией, ежегодным ростом цен на энергоносители и тарифы ЖКХ. Уровень роста цен на природные, энергетические ресурсы, тарифов на услуги ЖКХ и вывоз мусора прогнозируется в расчетах на уровне $i_1 = 7,5\%$ в год (умеренный вариант) и $i_2 = 10\%$ в год (инфляционный вариант) за период нормативного срока окупаемости. В обоих случаях соотношение показателей (C_3 ; C_r ; C_v ; C_k ; $C_{\text{отх}}$) в текущих ценах года начала реализации проекта C_1 и в ценах года t срока окупаемости проекта

C_t определялось с помощью коэффициента приведения или дисконтирования:

$$C_t = C_1(1 + i)^t. \quad (2)$$

Расчет экономических показателей по рассматриваемым вариантам приведен в табл. 2.

Показатель общей эффективности инвестиций сопоставляется с показателем нормативного коэффициента эффективности капиталовложений ($E_n = 0,15$) и, соответственно, полученный расчетный срок окупаемости T_p — с нормативным сроком окупаемости $T_n = 6,67$ лет. В случаях, когда $E_p \geq E_n$ и $T_p \leq T_n$, проект считается экономически эффективным. Как следует из проведенного анализа показателей, экономически целесообразными, со сроком окупаемости в пределах 3,5–4 лет, представляются инвестиционные проекты автономного экологического домостроения с ресурсосберегающими, энергоэффективными технологиями для комфортного

Табл. 1. ТЭП различных вариантов моделей энергопотребления

ТЭП различных вариантов	Экономный (дачный, сезонный)	Комфортный (сезонный)	Высокий (круглогодичный)	Полный коттеджный	Полный коттеджный
Наличие: электричества газа воды канализации	+ — — —	+ — — —	+ + — —	+ + + +	+ — — —
Система отопления	Электрическое + печное	Электрическое + печное	Газовое	Газовое	Электрообогрев
Водоснабжение	Колодец	Артскважина	Артскважина	Централизованное	Артскважина
Канализование	Выгребная яма, биотуалет	Выгребная яма, биотуалет	Установка водоочистки	Централизованное	Водоочистные сооружения
Сезонность проживания	120 дней: лето + выходные весна-осень	250 дней: апрель – октябрь + выходные зимой	Круглогодичное	Круглогодичное	Круглогодичное
Максимальная нагрузка, кВт	2,8	5,5	8,0	От 24,0	От 24,0
Мощность потребителей суммарная, кВт·ч	6,0	10,0	3,0	15,4	От 50
Состав электропотребителей	Освещение, плазменный TV, электроплитка, спутниковая антенна, утюг, б/п роутер, ноутбук, минихолодильник, электрический чайник, музыкальный центр, водонагреватель малой мощности	Экономный вариант + водонагреватель, холодильник средней мощности, стиральная машина, пылесос, двухкомфорочная электроплитка погружной насос, кухонный комбайн	Комфортный вариант + насосная станция водоочистки, морозильная камера, печь-каменка, электрокосилка, инструмент	Высокий вариант + мощные (от 2,5...3 кВт·ч) потребители: насосные станции бассейна, водоочистки, сауна, кондиционирование	Высокий + мощные (от 2,5...3 кВт·ч) потребители: насосные станции бассейна, водоочистки, сауна, электро-приборы отопления
Годовой расход электроэнергии, кВт	До 1000	Не более 3500	От 4335	От 5990	От 55 200 (45 000 — отопление)
Альтернативный вариант автономного энергоснабжения	Солнечные панели	Солнечные панели, воздушный коллектор + ветрогенератор			
Усредненные инвестиции на установку альтернативной энергосистемы $K_{\text{азс}}$, тыс. р.	330	700	1150	2200	2200

Табл. 2. Экономические показатели эффективности инвестиционных проектов экологического домостроения при различных вариантах проживания, энергопотребления, роста цен на энергоносители и тарифы (7,5/10 %).

Базовый вариант проживания с различными моделями энергопотребления	Расчетный срок окупаемости инновационного варианта T_p , лет	Показатель общей экономической эффективности инвестиций Θ_p
Экономный (дачный, сезонный)	7,79/7,32	0,13/0,14
Комфортный (сезонный)	9,31/8,74	0,10/0,11
Высокий (круглогодичный с газоснабжением)	3,76/3,53	0,27/0,28
Полный коттеджный (с газо-, и водоснабжением, канализованием)	3,69/3,46	0,27/0,29
Полный коттеджный (полная электрификация без газоснабжения: сверхэнергозатратный вариант)	2,0/1,85	0,5/0,54

круглогодичного проживания в частных домовладениях и коттеджах. При ежегодном увеличении стоимости сетевых энергоресурсов более чем на 5 %, показатели эффективности инвестиционных проектов «зеленого» строительства по сравнению с традиционным строительством будут иметь тенденцию роста. Приемлемые для жителей среднего достатка экономические показатели использования возобновляемых источников (солнечной энергии в летний период) и простейших технологий ресурсосбережения получены и в случае сезонного дачного проживания. Срок окупаемости капиталовложений в инновационные системы жизнедеятельности — немногим более семи лет (при инфляционном варианте роста цен на энергоносители) позволяет не только со временем экономить семейный бюджет, но и не зависеть от кризисных процессов в стране, сбоев сетевых поставок энергоресурсов в результате природных и техногенных аварийных ситуаций, различных «нововведений» чиновников, значительно ударяющих по бюджету населения.

Авторами статьи на базе Excel 2007 разработана и проходит апробацию программа оценки эффективности инвестиционных проектов экологического домостроения (система анализа «затраты–выгоды») с определением ЧДД (чистого дисконтированного дохода, т.е. накопленного дисконтированного эффекта за оцениваемый период), предотвращенного эколого-экономического ущерба, ресурсной эффективности, рентабельности инвестиций, внутренней нормы доходности, дисконтированного срока окупаемости проекта и ряда других показателей. Предварительные расчеты экономической оценки базового и инновационного вариантов по пяти рассматриваемым моделям с применением данной программы показали, что ЧДД, определенный на основании потока платежей (с учетом экологической составляющей денежного потока), дисконтированного к настоящему моменту как разность между текущей стоимостью денежных поступлений по проекту и текущей стоимостью денежных выплат на финансирование проекта, рассчитанной по фиксированной ставке дисконтирования, имеет

положительное значение, а показатель внутренней нормы доходности проекта IRR (internal rate of return) $> E_n$ (ставки дисконтирования $E_n = 0,15$, при которой дисконтированные доходы от проекта равны инвестиционным затратам) достигается в случаях инвестирования объектов экологического домостроения для вариантов энергопотребления (высокий комфортный и полный коттеджный).

Есть и другой немаловажный фактор в оценке необходимости и целесообразности перехода на энерго- и ресурсосберегающие, природоохранные и энергоэффективные технологии. Экономическая целесообразность, экономия личных и семейных финансов несомненно представляет собой, особенно в настоящее затянувшееся кризисное время, основополагающий аспект экономического мышления каждого конкретного жителя, каждой семьи в выборе того или иного метода, способа жизнедеятельности и формы хозяйствования. Однако постепенно приходящее понимание того, что водные, лесные, нефтяные и иные ресурсы не безграничны даже в такой богатой ими стране, как Россия, а огромные земельные площади свалок и полигонов отходов захораниваемых химических, токсичных, ядовитых и радиоактивных веществ, загрязненных акваторий с всевозрастающей критической нагрузкой на окружающую среду когда-нибудь разорвут сложившееся веками экологическое равновесие, обязано заставить всех нас оперировать не только критериями экономической выгоды. Переход на новый уровень экологического мышления, экологическую культуру жизнедеятельности неизбежен и в силу ответной реакции природы Земли на варварское истребительное природопользование: участвовавших катаклизмов, коллапсов, катастроф природного и техногенного характера, при которых человек может остаться один на один с природой без привычных комфортных условий (централизованное водо-, тепло-, электроснабжение, связь, интернет и т.п.), с необходимостью добывать возобновляемые ресурсы и обеспечивать проживание самостоятельно. Кто тогда выиграет в сложившейся ситуации?

Основная идея работы состоит и в том, что в процессе экономического обоснования и при оценке экономической эффективности инвестиционных проектов «зеленого» строительства все технико-экономические показатели должны анализироваться, определяться по единому комплексу экологического домостроения, созданному и эксплуатируемому в соответствии с «зелеными» стандартами строительства, санитарно-гигиеническими, экологическими, градостроительными, техническими нормативами, нормами и правилами, а не по конкретным объектам или технологиям в составе экоддома, например по установке ветрогенератора, солнечных воздушных коллекторов или оборудованию участка биокомпостирования. Только при использовании системного подхода можно осуществить всестороннюю, обоснованную, объективную финансово-экономическую оценку всего инвестиционного проекта комплекса автономного, ресурсосберегающего, энергоэффективного экологического домостроения, реализующего:

- внедрение энергоэффективных технологий экономии, оптимального распределения и расхода тепла, электричества;

- ресурсосбережение и утилизацию большинства образующихся отходов без ущерба окружающей среде с учетом повторного применения отходов для хозяйственно-эксплуатационных и сельскохозяйственных целей в качестве сырья для создания полезных изделий, получения тепловой энергии;

- использование возобновляемых источников энергии (солнца, ветра) для обеспечения тепло- и электроснабжения экоддома;

- экономию питьевой воды за счет ее многократного повторного использования для хозяйственно-бытовых нужд, максимально возможного сбора поверхностных сточных вод.

По нашему мнению, проведенные в ходе исследовательской работы анализ, расчеты и оценка эффективности экологического домостроения с учетом различных факторов могут быть реализованы в соответствующих методических рекомендациях.

С точки зрения формирования современной стратегии социально-экономического развития следует отметить, что только экологически ориентированный подход каждого гражданина России к природе и ее ресурсам дает шанс на дальнейшее устойчивое развитие нашей страны в будущем.

ЛИТЕРАТУРА

1. Временная типовая методика определения экономической эффективности осуществления природоохранных мероприятий и оценки экономического ущерба, причиняемого народному хозяйству загрязнением окружающей среды. М. : Экономика, 1986. 56 с.

2. Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов : утв. Минэкономики РФ, Минфин РФ, Госстроем РФ 21.06.1999 № ВК-477.

3. Методика расчета показателей и применения критериев эффективности инвестиционных проектов, претендующих на получение государственной поддержки за счет средств Инвестиционного фонда РФ : утв. приказом Минэкономразвития РФ и Минфина РФ от 23 мая 2006 г. № 139/82 н.

4. Методика оценки ставки дисконтирования для инвестиционных проектов : утв. распоряжением Правительства РФ от 22.11.1997 № 1470.

5. *Медведева О.Е.* Методические рекомендации по осуществлению эколого-экономической оценки эффективности проектов намечаемой хозяйственной деятельности // Методические рекомендации по оценке стоимости земли. М. : Торгово-промышленная палата РФ, АНО «Союзэкспертиза», 2004. 96 с.

6. *Цховребов Э.С., Садова С.В.* Экономические и правовые вопросы оценки экологического ущерба (вреда) // Вестник РАЕН. 2014. № 2. С. 57–59.

7. *Уварова С.С., Снурницын А.Н., Перов Р.В.* Систематизация критериев эффективности «Зеленого» строительства // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Экономика и предпринимательство. 2015. № 2 (13). С. 79–82.

8. *Загускин Н.Н.* «Зеленое» строительство — основное направление трансформационных изменений инвестиционно-строительной сферы // Проблемы современной экономики. 2013. № 4 (48). С. 315–319.

9. *Нужина И.П.* Оценка эффективности инвестиционного проекта как инструмент эколого-экономического регулирования инвестиционно-строительной деятельности в регионе // Региональная экономика: теория и практика. 2014. № 34. С. 67–70.

10. *Самсонова М.Л., Исаенко Л.Н.* Учет экологических факторов в бизнес-планировании как реализация оптимальной эколого-экономической стратегии фирмы // Вестник Южно-Российского государственного технического университета (Новочеркасского политехнического института). Серия: Социально-экономические науки. 2013. № 2. С. 162–165.

11. Green Buildings and the Finance Sector: An Overview of Financial Institution Involvement in Green Buildings in North America. North American Task Force, UNEP Finance Initiative, 2010.

12. Economic Analysis and Environmental Assessment // Environmental Assessment Sourcebook Update. International Bank for Reconstruction and Development. The World Bank, 1998. No. 2.

13. Положение о порядке размещения централизованных инвестиционных ресурсов и предоставления государственных гарантий на конкурсной основе за счет средств бюджета развития РФ для проектов сельскохозяйственного производства : письмо Минсельхозпрода РФ от 29.04.1999 № 3-5/1500.

14. Дасковский В.Б., Киселев В.Б. Оценка эффективности инвестиций в советской и рыночной экономике // Инвестиции в России. 2014. № 6. С. 3–15

15. Асаул А.Н. Возобновляемые источники энергии: состояние и перспективы // Научн. тр. Вольного экономического общества России. 2008. № 94. С. 173.

16. Гусельников С.М., Медведев Д.С., Огородников И.А. Организационно-экономические механизмы энергоэффективного индивидуального домостроения в Алтайском крае // Энергосбережение в системах теплоснабжения. Барнаул, 2000. 186 с.

Поступила в редакцию в январе 2017 г.

Принята в доработанном виде в феврале 2017 г.

Одобрена для публикации в марте 2017 г.

Об авторах: Цховребов Эдуард Станиславович — кандидат экономических наук, доцент, заместитель директора, Научно-исследовательский институт «Центр экологической промышленной политики» (НИИ «ЦЭПП»), 141006, Московская обл., г. Мытищи, Олимпийский пр-т, д. 42, rebrovstanislav@rambler.ru;

Шевченко Андрей Станиславович — ЗАО «Национальная инжиниринговая компания», 121596, г. Москва, ул. Горбунова, д. 2, стр. 204, офис А504, А506, sas@natec.ru;

Величко Евгений Григорьевич — доктор технических наук, профессор, профессор кафедры строительных материалов, Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ), 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26, pct44@yandex.ru.

REFERENCES

1. *Vremennaya tipovaya metodika opredeleniya ekonomicheskoy effektivnosti osushchestvleniya prirodoookhranykh meropriyatiy i otsenki ekonomicheskogo ushcherba, prichinyayemogo narodnomu khozyaystvu zagryazneniyem okruzhayushchey sredy* [Temporary Standard Methodology for Determining the Economic Efficiency of Implementing Environmental Measures and Estimating the Economic Damage Caused to the National Economy by Environmental Pollution]. Moscow, Ekonomika Publ., 1986, 56 p. (In Russian)

2. *Metodicheskiye rekomendatsii po otsenke effektivnosti investitsionnykh proyektov* : utv. Minekonomiki RF, Minfinom RF, Gosstroyem RF 21.06.1999 № VK-477 [Methodical Recommendations on the Estimating the Investment Project Effectiveness : Approved by Ministry of Economy of RF, Ministry of Finance of RF, Gosstroy of RF 21.06.99, No. VK-477]. (In Russian)

3. *Metodika rascheta pokazateley i primeneniya kriteriyev effektivnosti investitsionnykh proyektov, pretenduyushchikh na polucheniye gosudarstvennoy podderzhki za schet sredstv Investitsionnogo fonda RF* : utv. prikazom Minekonomrazvitiya RF i Minfina RF ot 23 maya 2006 g. № 139/82n [Methodology of Calculating Indicators and Applying the Effectiveness Criteria of Investment Projects that Claim to Receive the State Support at the Expense of the Investment Fund of the Russian Federation : Approved by Order of the Ministry of Economic Development of the Russian Federation and the Ministry of Finance of the Russian Federation at 23.05.2006, No. 139/82n]. (In Russian)

4. *Metodika otsenki stavki diskontirovaniya dlya investitsionnykh proyektov* : utv. rasporyazheniyem Pravitel'stva RF ot 22.11.97 № 1470 [Methodology of Estimating the Discount Rate of Investment Projects : Approved by Decree of the Government of the Russian Federation at 22.11.1997, No. 1470]. (In Russian)

5. Medvedeva O.Ye. Metodicheskiye rekomendatsii po osushchestvleniyu ekologo-ekonomicheskoy otsenki effektivnosti proyektov namechayemoy khozyaystvennoy deyatel'nosti [Methodological Recommendations for the Implementation of the Environmental and Economic Estima-

tion of the Effectiveness of the Proposed Economic Activity Projects]. *Metodicheskiye rekomendatsii po otsenke stoimosti zemli* [Methodological Recommendations for Estimating the Land Value]. Moscow, Torgovo-promyshlennaya palata RF, ANO "Soyuzekspertiza", 2004, 96 p. (In Russian)

6. Tskhovrebov E.S., Sadova S.V. Ekonomicheskiye i pravovyye voprosy otsenki ekologicheskogo ushcherba (vreda) [Economic and Legal Issues of Estimating the Environmental Damage (Harm)]. *Vestnik Rossiyskoy akademii yestestvennykh nauk* [Bulletin of the Russian Academy of Natural Sciences]. 2014, no. 2, pp. 57–59. (In Russian)

7. Uvarova S.S., Snurnitsyn A.N., Perov R.V. Sistematizatsiya kriteriyev effektivnosti «zelenogo» stroitel'stva [Systematization of the Green Construction Effectiveness Criteria]. *Nauchnyy vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Seriya: Ekonomika i predprinimatel'stvo* [Russian Journal of Building Construction and Architecture. Series: Economics and Entrepreneurship]. 2015, no. 2 (13), pp. 79–82. (In Russian)

8. Zaguskin N.N. «Zelenoye» stroitel'stvo — osnovnoye napravleniye transformatsionnykh izmeneniy investitsionno-stroitel'noy sfery [Green Construction is the Main Direction of Transformational Changes in the Investment and Construction Sphere]. *Problemy sovremennoy ekonomiki* [Problems of the Modern Economy]. 2013, no. 4 (48), pp. 315–319. (In Russian)

9. Nuzhina I.P. Otsenka effektivnosti investitsionnogo proyekta kak instrument ekologo-ekonomicheskogo regulirovaniya investitsionno-stroitel'noy deyatel'nosti v regione [Estimation of the Investment Project Effectiveness as an Instrument of Environmental and Economic Regulation of Investment and Construction Activities in the Region]. *Regional'naya ekonomika: teoriya i praktika* [Regional Economy: Theory and Practice]. 2014, no. 34, pp. 67–70. (In Russian)

10. Samsonova M.L., Isayenko L.N. Uchet ekologicheskikh faktorov v biznes-planirovaniy kak realizatsiya optimal'noy ekologo-ekonomicheskoy strategii firmy [Accounting for Environmental Factors in Business Planning

as the Implementation of the Company's Optimal Environmental and Economic Strategy]. *Vestnik Yuzhno-Rossiyskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta (Novocherkasskogo politekhnicheskogo instituta). Seriya: Sotsial'no-ekonomicheskiye nauki* [Vestnik of the South-Russian State Technical University (Novocherkassk Polytechnic Institute). Series: Socio-economic Sciences]. 2013, no. 2, pp. 162–165. (In Russian)

11. *Green Buildings and the Finance Sector: An Overview of Financial Institution Involvement in Green Buildings in North America*. North American Task Force, UNEP Finance Initiative, 2010.

12. *Economic Analysis and Environmental Assessment // Environmental Assessment Sourcebook Update*. International Bank for Reconstruction and Development. The World Bank, 1998. No. 2.

13. *Polozheniye o poryadke razmeshcheniya tsentralizovannykh investitsionnykh resursov i predstavleniya gosudarstvennykh garantiy na konkursnoy osnove za schet sredstv byudzheta razvitiya RF dlya proyektov sel'skokhozyaystvennogo proizvodstva : pis'mo Minsel'khozproda RF ot 29.04.1999 № 3-5/1500* [Regulation on the Procedure for Placing Centralized Investment

Resources and Granting State Guarantees on a Competitive Basis at the Expense of the RF Development Budget for Agricultural Production Projects: Letter No. 3–5/1500 of the Ministry of Agriculture and Food of the Russian Federation at 29.04.1999]. (In Russian)

14. Daskovskiy V.B., Kiselev V.B. Otsenka effektivnosti investitsiy v sovetskoy i rynochnoy ekonomike [Estimation of investment efficiency in the Soviet and market economy]. *Investitsii v Rossii* [Investments in Russia]. 2014, no. 6, pp. 3–15. (In Russian)

15. Asaul A.N. Vozobnovlyayemye istochniki energii: sostoyaniye i perspektivy [Renewable Energy Sources: State and Prospects]. *Nauchn. tr. Vol'nogo ekonomicheskogo obshchestva Rossii* [Research Works of Free Economic Society of Russia]. 2008, no. 94, pp. 173. (In Russian)

16. Gusel'nikov S.M., Medvedev D.S., Ogorodnikov I.A. Organizatsionno-ekonomicheskiye mekhanizmy energoeffektivnogo individual'nogo domostroyeniya v Altayskom kraye [Organizational and Economic Mechanisms of Energy Efficient Individual House Construction in the Altai Territory]. *Energoberezheniye v sistemakh teplosnabzheniya* [Energy Saving in Heat Supply Systems]. Barnaul, 2000, 186 p. (In Russian)

Received in January 2017.

Adopted in revised form in February 2017.

Approved for publication in March 2017.

About the authors: **Tskhovrebov Eduard Stanislavovich** — Candidate of Economics, Associate Professor, Deputy Director, **Research Institute “Center for Environmental Industrial Policy” (Research Institute “CEIP”)**, 42 Olimpiyskiy pr., Mytishchi, Moscow Region, Russian Federation, 141006, Rebrovstanislav@rambler.ru;

Shevchenko Andrey Stanislavovich — **CJSC National Engineering Company**, Office A506, 2 Gorbunova str., bldg. 204, Moscow, Russian Federation, 121596, sas@natec.ru;

Velichko Evgeny Grigorievich — Doctor of Technical Sciences, Professor, Department of Construction Materials, **Moscow State University of Civil Engineering (National Research University) (MGSU)**, 26 Yaroslavskoe shosse, Moscow, Russian Federation, 129337; pct44@yandex.ru.