ЭКОНОМИКА, УПРАВЛЕНИЕ И ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА

УДК 332.81:502.174

К.П. Грабовый, Е.А. Киселева

ФГБОУ ВПО «МГСУ»

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ ЖИЛИЩНОГО ФОНДА КАК ЭКОНОМИЧЕСКИЙ СТИМУЛ ПОВЫШЕНИЯ ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ КАЧЕСТВ ОБЪЕКТОВ НЕДВИЖИМОСТИ

Проанализировано влияние на экономическую ценность зданий и строений различных факторов, в частности, улучшения эксплуатационных качеств, в т.ч. повышения энергоэффективности жилищного фонда, что ведет к снижению цены эксплуатации жилья. Возможности значительного повышения энергоэффективности в экономическом смысле могут быть напрямую связаны с потребностями в масштабной реконструкции устаревшего здания. Экономическая целесообразность такого подхода в том, что отдельно взятые изменения: замена окон, ремонт фасадов, кровли и т.д. — должны привести к разумному улучшению энергетической эффективности. С другой стороны, это позволит сократить использование природных ресурсов на стадии эксплуатации зданий, понизить неблагоприятное влияние на окружающую среду.

Ключевые слова: энергоэффективность, энергосберегающие мероприятия, возобновляемые источники энергии, реконструкция, объекты недвижимости.

Экономическая целесообразность работ, связанных с повышением энергоэффективности зданий, наиболее очевидна в случае проведения масштабной реконструкции. К тому же, когда здание или группа зданий находятся в экономически привлекательных районах, это очевидно приведет к повышению их рыночной стоимости. В этих случаях затраты на реконструкцию будут компенсированы новой более высокой рыночной стоимостью недвижимости и возможностью продажи дополнительных площадей, если создание таковых предусмотрено проектом реконструкции.

Широкое использование энергоэффективных методов строительства также может увеличить цену в отремонтированных объектах недвижимости. А применение экологически чистых строительных материалов в реконструкции здания и на стадии его эксплуатации благоприятно повлияет на окружающую среду. Причем экологический эффект зависит не только от использованных материалов, но и от проектных решений реконструкции, внедрения мероприятий по повышению энергоэффективности, использования современных фасадных и кровельных материалов, а также от инновационных решений, применяемых в процессе строительства.

В наши дни рынок недвижимости претерпевает изменения, которые заключаются в повышении стоимости недвижимости за счет увеличения жизненного цикла объектов. Это достигается проведением реконструктивных работ с применением энергосберегающих мероприятий.

Европейская комиссия разработала методологическую основу калькуляции жизненного цикла (LCC — Life Cycle Cost) для зданий и других активов в масштабах ЕС, основываясь на соответствующих стандартах ISO (Международной организации по стандартизации) [1—5].

Применение методологии LCC основано на процессе систематического анализа, как это представлено на рис. 1. Анализ LCC может способствовать принятию решений в строительных инвестиционных проектах. LCC используется для оценки стоимости здания на протяжении всего жизненного цикла, в т.ч. приобретения, разработки, эксплуатации, управления, ремонта, утилизации и снятия с эксплуатации. Основное содержание анализа LCC строится на основе принципов экономики жизненного цикла и охватывает проектные варианты и альтернативы, инвестиционные возможности, переменные решения, неопределенность и риск.

Рис. 1. Применение методологии LCC

Прогностический характер метода калькуляции LCC в экономике жизненного цикла зачастую вызывает необходимость анализа чувствительности. Анализ чувствительности может быть основан на классификации, предусматривающей три возможности развития ситуации: оптимистичную, вероятную, пессимистическую.

Экономический анализ и принятие управленческих решений (рис. 2) могут быть составлены на ранних стадиях проектирования зданий, если имеется информация по расходам его жизненного цикла [6—9].

Экономический анализ, как правило, представлен в виде чистой приведенной стоимости (Net Present Value, NPV). В нем учитываются финансовые затраты, не используется учетная ставка, норма прибыли рассчитывается с учетом дополнительных расходов и экономии затрат.

Экономический анализ обновления устойчивости и повышения потребительских качеств объектов недвижимости непосредственно интегрирован в процессы обновления, как требования для экономического выбора действий и увеличения бюджета (рис. 3). Объекты анализа могут быть разделены на уровни:

строительные детали или системы (например, ремонт или замена фасадов, окон или вентиляции);
здание (обширная реконструкция);
жилищный фонд (например, масштабная реконструкция жилых домов 1960—1970 гг. постройки).

Рис. 2. Принятие управленческих решений на каждом этапе жизненного цикла объекта недвижимости

Рис. 3. Основные принципы приращения стоимости

Большой опыт ремонтных работ показывает, что технически и экономически возможно отремонтировать довольно старые здания настолько основательно, что они могут быть описаны даже как пассивные дома после реконструкции [10—14]. Тогда ключевыми стратегиями масштабной реконструкции являются:

- четкое планирование и строительство;
- качественная изоляция и герметичность ограждающих конструкций здания;
- современные энергоэффективные окна, препятствующие теплообмену;
- механическая система вентиляции с эффективной регенерацией тепла;
- смена электрического или масляного нагревателя на централизованное теплоснабжение или использование возобновляемых источников энергии.

Масштабное обновление устойчивости — это, как правило, результат многолетней подготовки, направленный на повышение потребительских качеств объектов недвижимости за счет использования современных энергоэффективных решений. Тогда приемлемость общих расходов сравнивается с арендным потенциалом, стоимостью объекта и возможной экономией в затратах энергии и углеродного следа. Чем старше здание, тем более это важно [15—18]. Важно определить эстетику здания и использовать аналогичные, первоначально примененные на объекте, подлежащем реконструкции, отделочные материалы.

- Концепции обновления могут включать следующие мероприятия:
- обновление вентиляции с эффективной регенерацией тепла;
- замену фасадов, окон и дополнительной теплоизоляции базовых и верхних этажей;
- обновление солнечных коллекторов покрытия и вентиляции;
- создание дополнительных ярусов — увеличение общей площади здания.

Фазы и проблемы принятия решений в случае крупного обновления, направленного на повышение потребительских качеств объектов недвижимости, приведены на рис. 4.

Увеличение стоимости в результате работ по повышению энергетической эффективности здания варьируется от 10 до 50 % (табл. 1) к затратам на обычный ремонт, в соответствии с содержанием ремонтных решений, потребностями в дополнительном планировании, местными условиями и потребностями в дополнительных работах [16, 19—22].

Результаты показывают, что экономически оправданное улучшение энергетического сбережения всегда связано с внедрением инновационных решений в случае крупного обновления или реконструкции объектов недвижимости (табл. 2).

Возможности повышения энергоэффективности напрямую связаны с масштабами реконструкции устаревшего здания. В табл. 3 представлены примеры оценок концепций обновления, выраженные в процентах затрат на проведение ремонтных и реконструктивных работ в соответствии с тремя позициями: 1, 2, 3. Но и отдельные улучшения, такие, как замена окон, ремонт фасадов и т.д., приводят к разумному совершенствованию энергетической эффективности. Экономика энергосбережения концепций обновления старых зданий показана в табл. 4.

Рис. 4. Фазы и проблемы принятия решений в случае крупной реконструкции и обновления объектов недвижимости

Табл. 1. Затраты на обеспечение энергоэффективности здания

Фактор стоимости работ по повышению энергоэффективности	Описание мероприятий	Суммарная стоимость приобретения	Расчетная разница в стоимости энергоэффективности
Ремонт фасадов	Необходимая очистка, заделка и покрытие в соответствии с техническим состоянием	70 евро/м ²	—
Термоштукатурка фасадов дополнительным слоем минеральной ваты в 100 мм	Ведется по старой структуре	95 евро/м ²	плюс 25 евро/м ²

Окончание табл. 1

Фактор стоимости работ по повышению энергоэффективности	Описание мероприятий	Суммарная стоимость приобретения	Расчетная разница в стоимости энергоэффективности
Замена фасада новой структурой с дополнительной изоляцией в 300 мм минеральной ваты	Снос старого фасада, сглаживание и покрытие основания. Дополнительная изоляция в 300 мм	300 евро/м ²	+ 230 евро/м ²
Замена окон	Выбор энергосберегающих окон в ситуации необходимой замены старых	500 евро/м ²	+ 250 евро/м ²
Ремонт и дополнительная изоляция верхних стен	Ремонт верхних стен, связанный с самостоятельным осмотром и ремонтом фасада	130 евро/м ²	+ 25 евро/м ²
Установка вентиляции в связи с трубными работами	Установка в механической вентиляции регулируемого воздушного потока и высокой производительности	150/200 евро/м ²	+ 75/100 евро/м ²
Солнечное отопление	—	—	+ 3 евро/кВт/ч
Косвенные расходы	Дополнительные затраты планирования, контроля и главных работ	—	10 % по сравнению со стоимостью приобретения
Инвестиционная поддержка	—	—	19 % от дополнительной инвестиционной стоимости
Финансовые расходы	Финансовая стоимость вызвана инвестированием в энергоэффективность	—	около 25 % в отношении к капитальной стоимости
Ликвидационная стоимость	Стоимость частей строительства к концу жизненного цикла	—	около 25 % в отношении к общей стоимости, вызванной добавочной термоизоляцией
Работы с трубопроводом	Работы с трубопроводом все вместе	400 евро/м ²	—
Энергорасходы	Основной расход на тепло-энергию	55 евро/МВт/ч	—
	Цены на отопительную энергию в среднем за 20 лет	103 евро/МВт/ч	—
	Основная цена на электро-энергию	80 евро/МВт/ч	—
	Цена на электроэнергию в среднем за 20 лет	150 евро/МВт/ч	—

В качестве примера, наглядно иллюстрирующего экономическую составляющую любого энергосберегающего проекта, можно рассмотреть три варианта реконструкции апартаментов: 2 этажа + подвал, общая площадь $13 \times 26 \text{ м} = 338 \text{ м}^2$, общая площадь дома 900 м^2 , площадь наружных стен 785 м^2 , площадь окон 64 м^2 , объем 3000 м^3 , включая следующие необходимые работы (рис. 5):

концепция А: трубопроводные работы;

концепция В: трубопроводные работы; возобновляемые источники энергии на отопление — солнечная, тепловые насосы, дерево, гидроэнергетики;

замена окон; внешняя дополнительная изоляция; вентиляция, повышение эффективности теплообмена, скорости изменения воздуха;

концепция С: трубопроводные работы; возобновляемые источники энергии на отопление — солнечная, тепловые насосы, дерево, гидроэнергетики; замена окон; внешняя дополнительная изоляция; вентиляция, повышение эффективности теплообмена, скорости изменения воздуха; лифты; дополнительный этаж из стальных конструкций.

Табл. 2. Экономический анализ энергетической реконструкции многоэтажного дома (общая площадь помещений 4120 м²)

Энергосберегающие мероприятия	Необходимые расходы + энергосбережение	Необходимые расходы
1. Стоимость владения, евро		
Изменение потребления энергии при отоплении	–125	—
Ремонт фасадов	155000	114000
Ремонт окон	20000	60000
Замена окон	176000	—
Косвенные расходы	35000	17000
Итого, евро	386000	191000
Итого, евро/м ²	94	47
2. Стоимость жизненного цикла (20 лет), евро		
Стоимость владения	195000	—
Стоимость продажи	–10000	—
Финансовые затраты	49000	—
Стоимость отопления	–129000	—
Итого, евро	105000	—
3. Срок окупаемости, лет	26	—

Табл. 3. Примеры оценок концепций обновления

	Концепция 1	Концепция 2	Концепция 3
Действие	Замена окон и системы вентиляции, установка эффективной системы восполнения тепла и улучшения герметичности	Улучшение герметичности, замена окон, систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха	Улучшение герметичности, жизненный цикл оптимизирован для обновления систем ОВиК воздуха
Улучшение герметичности и изоляции	–5 %	–15 %	–25 %
Замена дверей и окон	–10 %	–10 %	–15 %
Замена систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха	–10 %	–25 %	–35 %
Итого	–25 %	–50 %	–75 %

Табл. 4. Экономика энергосбережения концепций обновления

Обновление старых зданий	Концепция 1	Концепция 2	Концепция 3
Ценовой диапазон			
Расчет жизненного цикла			
Начальная цена отопления			
Начальная цена электричества			
Реальное повышение цены на энергию			
Экоэффективность			
Отопление	150	100	50
Электроэнергия	12	9	6
Класс внутреннего климата	S2	S2	S2
Класс энергии	D	B	A
CO ₂	1,7	1,2	0,7
Экономия за жизненный цикл (приведенная стоимость) В			
Разница в строительных ценах	+80	+145	+190
Улучшение герметичности	0	+40	+70
Замена окон и дверей	+30	+45	+60
Улучшение изоляции	+15	+40	+50
Система вентиляции	+35	+35	+40
Система отопления		-15	-30
Разница в стоимости обслуживания М	+10	+25	+20
Разница в стоимости отопления Н	-195	-390	-585
Разница в стоимости электроэнергии Е	+10	-15	-20
Разница в стоимости жизненного цикла В+М+Н+Е	-95	-235	-395
Величина кредитных денег	+30	+65	+85
Инвестиционная поддержка	-50	-50	-50
Разница в стоимости жизненного цикла	-115	-220	-360
Срок окупаемости	21	20	18
Разница в стоимости при перепродаже	+3...+5	+5...+10	+10...+15

Концепция А

Концепция В

Концепция С

Рис. 5. Варианты реконструкций апартментов

Использование экологически чистых материалов в строительстве во время ремонта здания и на стадии эксплуатации влияет на окружающую среду. Величина воздействия зависит не только от изоляции, но и от выбо-

ра варианта ремонта, энергоэффективности, фасадных и кровельных материалов, а также от использования инновационных решений в процессе строительства. Концепция С, которая включает расширение в виде дополнительного этажа, оказывается очень конкурентоспособной даже с точки зрения оценки LCA.

Данные табл. 4 сопоставимы с затратами на реконструкцию концепций А, В и С с 50-летним жизненным циклом. Концепция С с дополнительным этажом может финансировать большую часть мероприятий по энергосбережению, а также строительство нового лифта. В сочетании с экономически выгодным местоположением объекта недвижимости использование данной концепции позволит инвестору повысить рыночную стоимость всего здания в целом.

Возможности для значительного повышения энергоэффективности в экономическом смысле напрямую связаны с потребностями в масштабной реконструкции устаревшего здания. Тем не менее, отдельно взятые изменения окон, ремонт фасадов и т.д. должны привести к разумному улучшению энергетической эффективности, например как в случае, когда мы сравниваем концепции А и В.

Разработка и использование концепций обновления означает прогрессирующий план при управлении обновлением объекта недвижимости. Экономические воздействия концепции можно резюмировать следующим образом:

- повышение потребительских качеств объекта недвижимости в целом;
- значительное сокращение энергозатрат;
- разумное повышение инвестиционной стоимости;
- разумная экономия затрат на жизненный цикл;
- увеличение стоимости при перепродаже.

Приведенные в статье факторы позволяют утверждать, что внедрение энергосберегающих мероприятий при ремонте или реконструкции объекта недвижимости будет влиять на ее потребительские свойства и, как следствие, на рыночную стоимость жилищного фонда.

Библиографический список

1. Чужилова Ю.Ю., Семенова Э.Е. Актуальность проблемы энергосбережения и пути ее решения // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Высокие технологии. Экология. 2014. № 1. С. 138—141.
2. Михайлов С.А., Балябина А.А. Региональные аспекты проблемы энергосбережения // Современные энергетические системы и комплексы и управление ими : мат. VIII Междунар. науч.-практ. конф. Новочеркасск : ЮРГТУ (НПИ), 2010. С. 49—52.
3. Fuerst F., McAllister P. The impact of Energy Performance Certificates on the rental and capital values of commercial property assets // Energy Policy. 2011. Vol. 39. No. 10. Pp. 6608—6614.
4. Qian Q.K., Chan E.H.W., Choy L.H.T. Real estate developers' concerns about uncertainty in building energy efficiency (BEE) investment — A transaction costs (TCs) perspective // Journal of Green Building. 2013. Vol. 7. No. 4. Pp. 116—129.

5. Kok N., Jennen M. The impact of energy labels and accessibility on office rents // *Energy Policy*. 2012. Vol. 46. Pp. 489—497.
6. Шлычков В.В. Энергетическая безопасность как фактор устойчивого экономического развития // *Энергетика Татарстана*. 2008. № 3. С. 62—69.
7. Николихина Ю.А. Повышение эффективности эксплуатации объектов жилой недвижимости // *Научное обозрение*. 2013. № 9. С. 650—653.
8. Fang C.-Y., Hu J.-L., Lou T.-K. Environment-adjusted total-factor energy efficiency of Taiwan's service sectors // *Energy Policy*. 2013. Vol. 63. Pp. 1160—1168.
9. Gelman V. Reversible thyristor-controlled rectifiers, *IEEE Vehicular Technology Magazine*. 2009. Vol. 4. No. 3. Pp. 82—89.
10. Кочетков А.С., Кудров Ю.В., Сиротенко Я.А. Разработка организационно-административных и технологических мероприятий по повышению энергоэффективности зданий и сооружений // *Сервис в России и за рубежом*. 2014. Т. 8. № 1 (48). С. 183—192.
11. Hurst N. Energy efficiency rating systems for housing: An Australian perspective // *International Journal of Housing Markets and Analysis*. 2012. Vol. 5. No. 4. Pp. 361—376.
12. Viguié V., Hallegatte S., Rozenberg J. Downscaling long term socio-economic scenarios at city scale: A case study on Paris // *Technological Forecasting and Social Change*. 2014. Pp. 305—324.
13. Beusker E., Stoy C., Pollalis S.N. Estimation model and benchmarks for heating energy consumption of schools and sport facilities in Germany // *Building and Environment*. 2012. Vol. 49. No. 1. Pp. 324—335.
14. Jakob M. Marginal costs and co-benefits of energy efficiency investments. The case of the Swiss residential sector // *Energy Policy*. 2006. Vol. 34 (2 Spec. iss.). Pp. 172—187.
15. Быкова С.А. Аспекты энергосбережения и энергоэффективность при проведении капитального ремонта объектов недвижимости на Дальнем Востоке // *Российское предпринимательство*. 2011. № 5—2. С. 197—202.
16. Эбзеев М.Б. Анализ современной концепции эксплуатации объектов недвижимости // *Молодой ученый*. 2011. № 12. Т. 1. С. 64—67.
17. Балябина А.А. Региональные аспекты проблемы энергосбережения // *Радиоэлектроника, электротехника и энергетика : тез. докл. XV Междунар. науч.-техн. конф. студентов и аспирантов, г. Москва, 2009 : в 3 т. М. : МЭИ, 2010. Т. 2. С. 405—406.*
18. Assefa G., Glaumann M., Malmqvist T., Eriksson O. Quality versus impact: Comparing the environmental efficiency of building properties using the EcoEffect tool // *Building and Environment*. 2010. No. 45 (5). Pp. 1095—1103.
19. Кобелева С.А. Методические подходы проектирования ресурсо- и энергоэффективных зданий // *Строительство и реконструкция*. 2011. № 5. С. 18—20.
20. Маракушин М.В., Томилов А.Л. Информационная система управления жилищным фондом // *Системы управления и информационные технологии*. 2007. Т. 27. № 1.1. С. 176—180.
21. Cox M., Brown M.A., Sun X. Energy benchmarking of commercial buildings: A low-cost pathway toward urban sustainability // *Environmental Research Letters*. 2013. Vol. 8. No. 3. 12 p. Режим доступа: http://iopscience.iop.org/1748-9326/8/3/035018/pdf/1748-9326_8_3_035018.pdf. Дата обращения: 15.01.2015.
22. Yao J., Zhu N. Enhanced supervision strategies for effective reduction of building energy consumption — A case study of Ningbo // *Energy and Buildings*. 2011. Vol. 43. No. 9. Pp. 2197—2202.

Поступила в редакцию в январе 2015 г.

Об авторах: **Грабовый Кирилл Петрович** — доктор экономических наук, профессор, профессор кафедры организации строительства и управления в недвижимости, **Московский государственный строительный университет (ФГБОУ ВПО «МГСУ»)**, 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26, 8 (495) 781-80-07, osun_kaf@mgsu.ru;

Киселева Екатерина Александровна — аспирант кафедры организации строительства и управления в недвижимости, **Московский государственный строительный университет (ФГБОУ ВПО «МГСУ»)**, 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26, 8 (495) 781-80-07, osun_kaf@mgsu.ru.

Для цитирования: *Грабовый К.П., Киселева Е.А. Энергоэффективность жилищного фонда как экономический стимул повышения потребительских качеств объектов недвижимости // Вестник МГСУ. 2015. № 3. С. 79—91.*

K.P. Grabovyy, E.A. Kiseleva

ENERGY EFFICIENCY OF HOUSING STOCK AS AN ECONOMIC INCENTIVE TO INCREASE THE PERFORMANCE OF REAL ESTATE OBJECTS

The most possible increase of market value after large-scale reconstruction can be reached when a building or a group of buildings are situated in rather economically attractive areas, while the most part of the area is already repaired. In these cases the costs of repairs can be compensated by means of increase in the market value and sale of additional floors. The wide use of more effective methods of construction can also increase the price in the repaired real estate objects. The influence on the economic value of houses and buildings can be considerable also due to the improvement of operational qualities and because of an esthetic component. The opportunities for substantial increase of energy efficiency in economic sense are directly connected with the needs for large-scale reconstruction of the outdated building. Nevertheless, the changes of just windows, repair of facades, etc. lead to reasonable improvement of power efficiency, and respectively and building costs in general. The use of natural resources in construction during repairs of the building and at the stage of operation influences the environment. The influence degree depends not only on isolation, but also on the choice of the type of repair, energy efficiency, front and roofing materials, and also on the use of energy raw materials, necessary for construction process.

Key words: energy efficiency, energy-efficiency measures, renewables, reconstruction, real estate objects.

References

1. Chuzhinova Yu.Yu., Semenova E.E. Aktual'nost' problemy energosberezheniya i puti ee resheniya [Current Problem of Energy Efficiency and Methods of Its Solution]. *Nauchnyy vestnik Voronezhskogo GASU. Seriya: Vysokie tekhnologii. Ekologiya* [Scientific Herald of the Voronezh State University of Architecture and Construction. Series: High Technologies. Ecology]. 2014, no. 1, pp. 138—141. (In Russian)
2. Mikhaylov S.A., Balyabina A.A. Regional'nye aspekty problemy energosberezheniya [Regional Aspects of the Problem of Energy Saving]. *Sovremennyye energeticheskie sistemy i komplekсы i upravlenie imi : materialy VIII Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Modern Power Systems and Complexes and Management: Materials of the 8th International Science and Practice Conference]. Novocherkassk, YuRGU (NPI) Publ., 2010, pp. 49—52. (In Russian)
3. Fuerst F., McAllister P. The Impact of Energy Performance Certificates on the Rental and Capital Values of Commercial Property Assets. *Energy Policy*. 2011, vol. 39, no. 10, pp. 6608—6614. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.enpol.2011.08.005>.
4. Qian Q.K., Chan E.H.W., Choy L.H.T. Real Estate Developers' Concerns about Uncertainty In Building Energy Efficiency (BEE) Investment — A Transaction Costs (TCs) Perspective. *Journal of Green Building*. 2013, vol. 7, no. 4, pp. 116—129. DOI: <http://dx.doi.org/10.3992/jgb.7.4.116>.

5. Kok N., Jennen M. The Impact of Energy Labels and Accessibility on Office Rents. *Energy Policy*. 2012, vol. 46, pp. 489—497.
6. Shlychkov V.V. Energeticheskaya bezopasnost' kak faktor ustoychivogo ekonomicheskogo razvitiya [Energy Security as a Factor of Sustainable Economic Development]. *Energetika Tatarstana* [Energy of Tatarstan]. 2008, no. 3, pp. 62—69. (In Russian)
7. Nikolikhina Yu.A. Povyshenie effektivnosti ekspluatatsii ob"ektov zhiloy nedvizhimosti [Improving the Operational Efficiency of Residential Real Estate Objects]. *Nauchnoe obozrenie* [Scientific Review]. 2013, no. 9, pp. 650—653. (In Russian)
8. Fang C.-Y., Hu J.-L., Lou T.-K. Environment-Adjusted Total-Factor Energy Efficiency Of Taiwan's Service Sectors. *Energy Policy*. 2013, vol. 63, pp. 1160—1168. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.enpol.2013.07.124>.
9. Gelman V. Reversible Thyristor-Controlled Rectifiers. *IEEE Vehicular Technology Magazine*. 2009, vol. 4, no. 3, pp. 82—89.
10. Kochetkov A.S., Kudrov Yu.V., Sirotenko Ya.A. Razrabotka organizatsionno-administrativnykh i tekhnologicheskikh meropriyatiy po povysheniyu energoeffektivnosti zdaniy i sooruzheniy [Development of Organizational-Administrative And Technological Measures To Improve The Energy Efficiency Of Buildings And Structures]. *Servis v Rossii i za rubezhom* [Service in Russia and Abroad]. 2014, vol. 8, no. 1 (48), pp. 183—192.
11. Hurst N. Energy Efficiency Rating Systems for Housing: an Australian Perspective. *International Journal of Housing Markets and Analysis*. 2012, vol. 5, no. 4, pp. 361—376.
12. Vigié V., Hallegatte S., Rozenberg J. Downscaling Long Term Socio-Economic Scenarios at City Scale: A Case Study on Paris. *Technological Forecasting and Social Change*. 2014, pp. 305—324. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.techfore.2013.12.028>.
13. Beusker E., Stoy C., Pollalis S.N. Estimation Model and Benchmarks for Heating Energy Consumption of Schools and Sport Facilities in Germany. *Building and Environment*. 2012, vol. 49, no. 1, pp. 324—335. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.buildenv.2011.08.006>.
14. Jakob M. Marginal Costs and Co-Benefits of Energy Efficiency Investments. The Case of the Swiss Residential Sector. *Energy Policy*. 2006, vol. 34 (2 Spec. iss.), pp. 172—187.
15. Bykova S.A. Aspekty energosberezheniya i energoeffektivnost' pri provedenii kapital'nogo remonta ob"ektov nedvizhimosti na Dal'nem Vostoke [Aspects of Energy Saving and Energy Efficiency When Conducting Capital Repairs of Real Estate Objects in the Far East]. *Rossiyskoe predprinimatel'stvo* [Russian Journal of Entrepreneurship]. 2011, no. 5—2, pp. 197—202. (In Russian)
16. Ebzeev M.B. Analiz sovremennoy kontseptsii ekspluatatsii ob"ektov nedvizhimosti [Analysis of the Modern Concept of Real Estate Objects Operation]. *Molodoy uchenyy* [Young Scientist]. 2011, no. 12, vol. 1, pp. 64—67. (In Russian)
17. Balyabina A.A. Regional'nye aspekty problemy energosberezheniya [Regional Aspects Of Energy Conservation Problem]. *Radio-elektronika, elektrotehnika i energetika: teziy dokladov XV Mezhdunarodnoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii studentov i aspirantov, g. Moskva, 2009 : v 3-kh tomakh* [Radio Electronics, Electrical and Power Engineering: Proceedings of the 15th International Scientific Technological Conference of Students And Postgraduate Students]. Moscow, MEI Publ., 2010, vol. 2, pp. 405—406. (In Russian)
18. Assefa G., Glaumann M., Malmqvist T., Eriksson O. Quality versus impact: Comparing the environmental efficiency of building properties using the EcoEffect tool. *Building and Environment*. 45 (5), 2010, pp. 1095—1103. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.buildenv.2009.10.001>.
19. Kobeleva S.A. Metodicheskie podkhody proektirovaniya resurso- i energoeffektivnykh zdaniy [Methodological Approaches to the Design of Resource and Energy Efficient Buildings]. *Stroitel'stvo i rekonstruktsiya* [Construction and Reconstruction]. 2011, no. 5, pp. 18—20. (In Russian)
20. Marakushin M.V., Tomilov A.L. Informatsionnaya sistema upravleniya zhilishchnym fondom [Information Management System of Housing Stock]. *Sistemy upravleniya i informatsionnye tekhnologii* [Control Systems and Information Technologies]. 2007, no. 1.1(27), pp. 176—180. (In Russian)
21. Cox M., Brown M.A., Sun X. Energy Benchmarking of Commercial Buildings: a Low-Cost Pathway Toward Urban Sustainability. *Environmental Research Letters*. 2013,

vol. 8, no. 3, 12 p. Available at: http://iopscience.iop.org/1748-9326/8/3/035018/pdf/1748-9326_8_3_035018.pdf. Date of access: 15.01.2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.1088/1748-9326/8/3/035018>.

22. Yao J., Zhu N. Enhanced Supervision Strategies for Effective Reduction of Building Energy Consumption — a Case Study of Ningbo. *Energy and Buildings*. 2011, vol. 43, no. 9, pp. 2197—2202. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.enbuild.2011.04.027>.

About the authors: **Grabovyy Kirill Petrovich** — Doctor of Economical Sciences, Professor, Department of Construction Organization and Real Estate Management, **Moscow State University of Civil Engineering (MGSU)**, 26 Yaroslavskoe shosse, Moscow, 129337, Russian Federation; +7 (495) 781-80-07; osun_kaf@mgsu.ru;

Kiseleva Ekaterina Aleksandrovna — postgraduate student, Department of Construction Organization and Real Estate Management, **Moscow State University of Civil Engineering (MGSU)**, 26 Yaroslavskoe shosse, Moscow, 129337, Russian Federation; +7 (495) 781-80-07; osun_kaf@mgsu.ru.

For citation: Grabovyy K.P., Kiseleva E.A. Energoeffektivnost' zhilishchnogo fonda kak ekonomicheskiy stimul povysheniya potrebitel'skikh kachestv ob"ektov nedvizhimosti [Energy Efficiency of Housing Stock as an Economic Incentive to Increase the Performance of Real Estate Objects]. *Vestnik MGUSU* [Proceedings of Moscow State University of Civil Engineering]. 2015, no. 3, pp. 79—91. (In Russian)