

УДК 697.1

*Н. В. Лобикова, О. М. Лобикова, С. Д. Галюжин*

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАЗЛИЧНЫХ СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ЖИЛЫХ ДОМОВ С УЧЕТОМ ЭКОЛОГИЧНОСТИ ПРОЕКТОВ

UDC 697.1

*N. V. Lobikava, O. M. Lobikava, S. D. Galyuzhin*

## EFFECTIVENESS OF DIFFERENT HEATING SYSTEMS FOR INDIVIDUAL HOUSES WITH REGARD TO ENVIRONMENTAL FRIENDLINESS OF PROJECTS

### Аннотация

Авторами проведена оценка проектов систем отопления индивидуального жилого дома в Беларуси на основе различных видов топлива с учетом остаточной стоимости оборудования и экологических последствий их реализации в долгосрочном периоде. Учтены риски реализации проектов отопления. Показана перспективность применения тепловых насосов для отопления индивидуального жилого дома. Установлено, что применение нетрадиционных систем отопления на основе теплового насоса будет способствовать выполнению задачи по обеспечению всеобщего доступа к современным источникам энергии. Разработанная методика позволяет выбрать проект системы отопления с минимальными совокупными затратами, уменьшить нагрузку на окружающую среду и снизить риски.

### Ключевые слова:

системы отопления, выбросы загрязняющих веществ, экологический ущерб, теплогенератор, энергосбережение, риски.

### Abstract

The authors evaluated the projects of heating systems for individual houses in Belarus based on different types of fuel and taking into account the residual cost of equipment and the long-term environmental consequences of project implementation. The risks of implementing heating projects were taken into consideration. The prospects of using heat pumps for heating a dwelling house are shown. It was established that the use of unconventional heating systems on the basis of a heat pump would help accomplish the task of ensuring general access to modern energy sources. The developed method allows choosing the design of a heating system with minimal total costs, reduced burden on the environment and decreased risks.

### Keywords:

heating systems, emissions of pollutants, ecological damage, heat generator, energy savings, risks.

### Введение

Природные условия в Беларуси отличаются умеренно континентальным климатом, что проявляется в большом количестве холодных дней в течение года, неустойчивой погодой весной и осенью, морозной зимой. Общая продолжи-

тельность периода года с температурой наружного воздуха ниже плюс 5 °С составляет от 157 до 181 сут. В среднем с 15 октября по 15 апреля в жилых помещениях на территории Беларуси присутствует острая необходимость применения надежных систем отопления. Поэтому для создания комфортных условий



жизнедеятельности в жилых помещениях необходимо обеспечить соответствующие температурные параметры. В соответствии с санитарными нормами и правилами во время отопительного периода внутренняя температура воздуха в жилых помещениях должна поддерживаться на уровне плюс 18...плюс 24 °С [1]. Именно поэтому наличие и вид системы отопления для Беларуси служат определяющими факторами жилого дома. Сегодня применяются различные схемы при проектировании систем теплоснабжения жилых домов. Принципиальное отличие проектов происходит в зависимости от вида потребляемого топлива [2]. Исторически формировался механизм получения тепла, приспособленный к доступным потребителю твердым видам топлива (уголь, дрова, торф и т. п.). Тепловую энергию получали, сжигая топливо в костре, печи, камине. Позднее, с развитием техники, произошел переход к сжиганию топлива в котельных для нужд теплоснабжения нескольких домов. Затем в городской местности начала развиваться система центрального отопления с помощью ТЭЦ. Продолжается и эволюция в применяемых видах топлива – появляется жидкое, а также газообразное топливо, электричество. Последним этапом стало применение в системах отопления возобновляемых источников энергии, таких как энергия солнца, ветра и внутреннее тепло Земли [3].

Традиционные системы отопления популярны среди населения Беларуси благодаря их доступности, четко проработанным и апробированным множеством пользователей техническим решениям, наличию на рынке различных модификаций теплогенераторов и предложений услуг по их установке, а также, на первый взгляд, экономичности [4–7]. Последнее утверждение, по мнению авторов, является весьма спорным и подлежит пересмотру. Возможности применения нетрадиционных альтернатив-

ных источников энергии для отопления жилья расширяются.

В статье рассмотрены возможности выбора конкретного проекта отопления индивидуального жилого дома с учетом многокритериального подхода. Инвесторы зачастую учитывают исключительно первоначальную величину затрат в проект отопления, не принимая во внимание длительный период эксплуатации оборудования, наличие остаточной стоимости после окончания срока службы теплогенератора, а также сопутствующие реализации проекта социальные и экологические эффекты и возникающие при реализации проекта риски [8]. Такой ограниченный подход к проблеме на современном этапе является недостаточно эффективным.

### **Основная часть**

Выбор проекта системы отопления индивидуального жилого дома, использующей различные виды топлива, целесообразно проводить на основе методологии, включающей четыре этапа.

На первом этапе исследования выявлены имеющиеся традиционные и потенциально возможные для применения инновационные технологии теплоснабжения жилого дома с учетом технических, организационно-правовых, финансово-экономических, экологических, социальных факторов [7]. Для сравнения приняты завоевавшие популярность и используемые для отопления индивидуального жилого дома отопляемой площадью 200 м<sup>2</sup> теплогенераторы: электродкотел WESPE HEIZUNG, газовый котел Ariston, котел на твердом топливе Космос-10, тепловой насос типа «грунт–вода» NIBE VO/W45, а также вариант применения городской теплосети. При использовании твердотопливного котла рассматривалась возможность отопления дома популярными среди населения видами топлива (каменный уголь, антрацит, торфобрикеты и дрова).



На втором этапе произведены качественные и количественные оценки факторов. Для качественной оценки влияния каждой группы факторов применяли экспертный метод. Все предложенные системы отопления запроектированы под одни условия эксплуатации, т. е. для отопления жилой площади 200 м<sup>2</sup> с потреблением 43200 кВт·ч тепловой энергии за отопительный сезон [7]. Они сопоставимы по времени реализации и запроектированным техническим характеристикам.

Количественная оценка определялась как сумма совокупной экономии потребных ресурсов на всех этапах реализации проекта, а также экологического и социального эффектов. В [7] проведены расчеты капитальных вложений при использовании различных видов топлива в Беларуси в краткосрочном периоде и определен размер экологического ущерба на основе ставки экологического налога за 2017 г., сделан вывод о необходимости его учета при выборе систем отопления.

При расчетах использованы цены, обеспечивающие полное возмещение экономически обоснованных затрат. В качестве технических характеристик теплогенераторов взяты данные, заявленные производителем. Удельная теплота сгорания топлива и цены выбраны из [9–15].

Авторами проведена оценка проектов систем отопления в жилом доме с учетом наличия остаточной стоимости оборудования и экологических последствий их внедрения в долгосрочном периоде. При определении эффекта от внедрения инновационной системы отопления выбран расчетный период 10 лет (в соответствии со средней величиной эффективного срока использования теплогенератора) и оценены все денежные потоки за данный промежуток времени. При этом осуществлялось дисконтирование денежных потоков.

Установленная в мировой практике методология определения эффективности инвестиций предполагает сопоставление полученного чистого дохода от реализации проекта за принятый горизонт расчета с вложенными в него инвестициями. Основой метода является определение чистого денежного потока, рассчитываемого как разность между достигнутыми к концу года доходами и расходами, рассматриваемыми в динамике за расчетный период.

Для приведения разновременных стоимостных значений расходов  $Z_T$  и доходов  $P_T$  к их ценности на момент старта проекта применили метод дисконтирования денежных потоков [16]. Определение нормы дисконтирования произведено с учетом рекомендаций [16] в размере 15 % из расчета средней фактической ставки процента по долгосрочным кредитам с применением надбавки за риск [17, 18].

Стоимостная оценка результатов использования систем отопления  $P_T$  за 10 лет представлена как величина дисконтированного денежного потока от реализации проекта [16]:

$$P_T = P_0 + P_1 \cdot K_1 + P_2 \cdot K_2 + \dots + P_{10} \cdot K_{10}, \quad (1)$$

где  $P_0, \dots, P_{10}$  – поступления средств от результатов использования проекта отопления за каждый год расчетного периода (10 лет);  $K_1, \dots, K_{10}$  – коэффициенты дисконтирования.

Аналогично выполнен расчет дисконтированных расходов [11]:

$$Z_T = I_0 + I_1 \cdot K_1 + I_2 \cdot K_2 + \dots + I_{10} \cdot K_{10}, \quad (2)$$

где  $I_0, \dots, I_{10}$  – издержки за каждый год расчетного периода (10 лет).

В рассматриваемой ситуации отсутствует коммерческое использование

результатов проекта; полученное благо (поддержание нормального температурного режима в индивидуальном жилом доме, соответствующее государственным социальным стандартам и обеспечивающее здоровое и комфортное проживание жильцов) в стоимостном выражении представить затруднительно, и поэтому в расчетах его стоимость не учтена. Соответственно, утверждение в [16] о том, что проект нельзя рассматривать как эффективный, если чистый поток наличности имеет отрицательное значение, к рассматриваемой ситуации не применимо. Выбор варианта инвестиций в данном случае целесообразно производить по максимальному значению положительной величины дисконтированного денежного потока или минимальному значению дисконтированных расходов, уменьшенных на сумму поступлений.

Денежные потоки (поступления и расходы при реализации проекта за расчетный период) учтены в белорусских рублях. Остаточная стоимость оборудования (в белорусских рублях) определена на основе экспертной оценки по видам систем отопления и учитывается как поступление денежных средств по окончании расчетного периода.

Описание денежных потоков по проектам отопления жилого дома без учета фактора времени и дисконтированных денежных потоков за расчетный период представлено в табл. 1 и 2.

При изучении результатов двух методов оценки (с учетом и без учета фактора времени) наибольшую привлекательность имеют проекты отопления на твердотопливном котле с использованием в качестве топлива каменного угля и торфобрикета. Применение теплового насоса при оценке по чистому денежному потоку без учета фактора времени, но с учетом стоимости оборудования, пригодного к дальнейшему

применению по истечении 10 лет, сопоставимо по стоимости и может конкурировать с популярной среди населения Беларуси системой отопления на природном газе и дешевле, чем центральное отопление. При оценке по чистой текущей стоимости (чистому дисконтированному денежному потоку с учетом фактора времени) тепловой насос в 2,1 раза дороже системы отопления на природном газе. По сравнению с вариантом проекта отопления жилого дома электродотопление тепловым насосом обойдется в 1,5 раза дешевле. Однако тепловой насос проигрывает системам отопления твердотопливным котлом и центральному отоплению.

Определение экологического ущерба в стоимостном выражении проводили в соответствии с [19–23]. В 2018 г. ставка экологического налога за выбросы 1 т загрязняющих веществ в атмосферный воздух для веществ второго класса опасности составила 826,95 белорус. р., третьего класса опасности – 273,38 белорус. р., четвертого класса опасности – 135,84 белорус. р. [22]. Указанные суммы с учетом объемов выбросов различных систем отопления в атмосферный воздух дают величину ущерба для общества.

Расчет сумм экологического ущерба по состоянию на 2018 г. представлен в табл. 3.

Максимальные суммы экологического ущерба от выбросов загрязняющих веществ (ЗВ) в атмосферный воздух получаем при отоплении жилого дома с использованием твердотопливного котла на каменном угле, несколько меньшие суммы ущерба – при отоплении торфобрикетом и дровами.

Проведем оценку систем отопления с учетом экологического ущерба за расчетный период 10 лет (табл. 4).



Табл. 1. Сравнение результатов оценки эффективности проектов отопления

Фаза расчетного периода		Инвестиционная фаза	Эксплуатационная фаза $t_1 - t_{10}$									
Год расчетного периода		$t_0$	$t_1$	$t_2$	$t_3$	$t_4$	$t_5$	$t_6$	$t_7$	$t_8$	$t_9$	$t_{10}$
Денежные потоки по проекту (без учета фактора времени)												
Расчетные денежные потоки, р., по видам топлива (энергии)	Электрическая энергия	1800	8029,1	8029,1	8029,1	8029,1	8029,1	8029,1	8029,1	8029,1	8029,1	8029,1
	Природный газ	3400	2058,5	2058,5	2058,5	2058,5	2058,5	2058,5	2058,5	2058,5	2058,5	2058,5
	Каменный уголь	1642	1326,6	1326,6	1326,6	1326,6	1326,6	1326,6	1326,6	1326,6	1326,6	1326,6
	Антрацит	1642	2184,8	2184,8	2184,8	2184,8	2184,8	2184,8	2184,8	2184,8	2184,8	2184,8
	Торфобрикет	1642	1450,1	1450,1	1450,1	1450,1	1450,1	1450,1	1450,1	1450,1	1450,1	1450,1
	Дрова березовые (20 % влажности)	1642	1695,6	1695,6	1695,6	1695,6	1695,6	1695,6	1695,6	1695,6	1695,6	1695,6
	Тепловая энергия (городская теплосеть)	2400	3044,5	3044,5	3044,5	3044,5	3044,5	3044,5	3044,5	3044,5	3044,5	3044,5
	Тепловой насос	21400	2340,1	2340,1	2340,1	2340,1	2340,1	2340,1	2340,1	2340,1	2340,1	2340,1
Дисконтированные денежные потоки по проекту (с учетом фактора времени)												
Коэффициенты дисконтирования		1	0,870	0,756	0,658	0,572	0,497	0,432	0,376	0,327	0,284	0,247
Расчетные денежные потоки, р., по видам топлива (энергии)	Электрическая энергия	1800	6985,3	6070,0	5283,1	4592,6	3990,5	3468,6	3018,9	2625,5	2280,3	1983,2
	Природный газ	3400	1790,9	1556,2	1354,5	1177,5	1023,1	889,3	774,0	673,1	584,6	508,4
	Каменный уголь	1642	1154,1	1002,9	872,9	758,8	659,3	573,1	498,8	433,8	376,8	327,7
	Антрацит	1642	1900,8	1651,7	1437,6	1249,7	1085,8	943,8	821,5	714,4	620,5	539,6
	Торфобрикет	1642	1261,6	1096,3	954,2	829,5	720,7	626,4	545,2	474,2	411,8	358,2
	Дрова березовые (20 % влажности)	1642	1475,2	1281,9	1115,7	969,9	842,7	732,5	637,5	554,5	481,5	418,8
	Тепловая энергия (городская теплосеть)	2400	2648,7	2301,6	2003,3	1741,5	1513,1	1315,2	1144,7	995,6	864,6	752,0
	Тепловой насос	21400	2035,9	1769,1	1539,8	1338,5	1163,0	1010,9	879,9	765,2	664,6	578,0

Табл. 2. Оценка эффективности систем отопления

Вид топлива (энергия)	Фактические расходы, р./расчетный период	Фактические поступления средств (остаточная стоимость оборудования), р.	Суммарный денежный поток, р.
Оценка по чистому денежному потоку (без учета фактора времени)			
Электрическая энергия	-82091	210	-81881
Природный газ	-23985	2200	-21785
Каменный уголь	-14908	960	-13948
Антрацит	-23490	960	-22530
Торфобрикет	-16143	960	-15183
Дрова березовые (20 % влажности)	-18598	960	-17638
Тепловая энергия (городская теплосеть)	-32845	2200	-30645
Тепловой насос	-44801	20900	-23901
Оценка по чистому дисконтированному денежному потоку (с учетом фактора времени)			
Электрическая энергия	-42098	51,9	-42046,1
Природный газ	-13731,6	543,4	-13188,2
Каменный уголь	-8300,2	237,1	-8063,1
Антрацит	-12607,4	237,1	-12370,3
Торфобрикет	-8920,1	237,1	-8683
Дрова березовые (20 % влажности)	-10151,9	237,1	-9914,8
Тепловая энергия (городская теплосеть)	-17680,3	543,4	-17136,9
Тепловой насос	-33144,9	5162,3	-27982,6

Как видно из расчетов, при учете сопутствующего внедрению проекта экологического ущерба и остаточной стоимости оборудования по истечении 10 лет эксплуатации по совокупному чистому денежному потоку без учета фактора времени показатели проектов отопления на твердом топливе, природном газе и тепловым насосом имеют близкие значения. То есть проект отопления жилого дома тепловым насосом конкурентоспособен по сравнению с традиционными системами отопления при учете сопутствующих результатов реализации проекта. Суммарные затраты на внедрение проекта отопления тепловым насосом с учетом фактов наличия остаточной стоимости оборудования через 10 лет эксплуатации и отсутствия

выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух также соизмеримы с суммарными затратами на проект отопления жилого дома с использованием тепловой энергии городской теплосети и в 3,4 раза ниже затрат на реализацию проекта отопления на основе электрокотла без учета дисконтирования или в 1,5 раза с учетом дисконтирования.

Четвертый этап исследования включал оценку рисков применения систем отопления в индивидуальных жилых домах, соответствующих всем этапам жизненного цикла проекта, и разработку перечня антирисковых мероприятий. В [8] проведены идентификация, количественная и качественная оценка рисков при эксплуатации систем отопления.



Табл. 3. Расчет сумм экологического ущерба от выбросов различных систем отопления в атмосферный воздух по состоянию на 2018 г.

Вид топлива, загрязняющего вещества	Ставка экологического налога за выбросы i-го загрязняющего вещества в атмосферный воздух, р./т	Масса выбросов загрязняющего вещества в атмосферу, т/год	Сумма экологического ущерба, р./год
Электрическая энергия	–	–	Не определяется
Природный газ:			67,99
оксид углерода (CO)	135,84	0,0920	12,50
диоксид азота (NO <sub>2</sub> )	826,95	0,0577	47,72
оксид азота (NO)	826,95	0,0094	7,77
Каменный уголь:			515,45
оксид углерода (CO)	135,84	0,1790	24,32
диоксид азота (NO <sub>2</sub> )	826,95	0,0520	43,00
оксид азота (NO)	826,95	0,0084	6,95
оксид серы (SO <sub>2</sub> )	273,38	0,0023	0,63
твердые частицы (суммарно)	273,38	1,6115	440,55
Антрацит:			340,62
оксид углерода (CO)	135,84	0,1790	24,32
диоксид азота (NO <sub>2</sub> )	826,95	0,0607	50,20
оксид азота (NO)	826,95	0,0099	8,19
оксид серы (SO <sub>2</sub> )	273,38	0,0008	0,22
твердые частицы (суммарно)	273,38	0,9426	257,69
Торфобрикет:			120,78
оксид углерода (CO)	135,84	0,1790	24,32
диоксид азота (NO <sub>2</sub> )	826,95	0,0309	25,55
оксид азота (NO)	826,95	0,0050	4,13
оксид серы (SO <sub>2</sub> )	273,38	0,0003	0,08
твердые частицы (суммарно)	273,38	0,2440	66,70
Дрова березовые (20 % влажности):			72,94
оксид углерода (CO)	135,84	0,1380	18,75
диоксид азота (NO <sub>2</sub> )	826,95	0,0387	32,00
оксид азота (NO)	826,95	0,0063	5,21
оксид серы (SO <sub>2</sub> )	273,38	0,0076	2,08
твердые частицы (суммарно)	273,38	0,0545	14,90
Тепловая энергия (городская теплосеть)	–	–	Не определяется
Тепловой насос	–	–	Не определяется



Табл. 4. Оценка систем отопления с учетом экологического ущерба

Вид топлива (энергии)	Фактические расходы, р.	Фактические поступления средств, р.	Чистый денежный поток и чистый дисконтированный денежный поток (без учета экологического ущерба), р.	Экологический ущерб в стоимостном выражении за расчетный период, р.	Чистый денежный поток и чистый дисконтированный денежный поток (с учетом экологического ущерба от выбросов ЗВ в атмосферу), р.
Оценка по совокупному чистому денежному потоку (без учета фактора времени)					
Электрическая энергия	-82091	210	-81881	-	-81881,0
Природный газ	-23985	2200	-21785	-679,9	-22464,9
Каменный уголь	-14908	960	-13948	-5154,5	-19102,5
Антрацит	-23490	960	-22530	-3406,2	-25936,2
Торфобрикет	-16143	960	-15183	-1207,8	-16390,8
Дрова березовые (20 % влажности)	-18598	960	-17638	-729,4	-18367,4
Тепловая энергия (городская теплосеть)	-32845	2200	-30645	Не определяется	-30645
Тепловой насос	-44801	20900	-23901	Не определяется	-23901
Оценка по совокупному чистому дисконтированному денежному потоку (с учетом фактора времени)					
Электрическая энергия	-42098	51,9	-42046,1	-	-42046,1
Природный газ	-13731,6	543,4	-13188,2	-341,19	-13529,39
Каменный уголь	-8300,2	237,1	-8063,1	-2586,61	-10652,71
Антрацит	-12607,4	237,1	-12370,3	-1709,29	-14079,59
Торфобрикет	-8920,1	237,1	-8683	-606,09	-9289,09
Дрова березовые (20 % влажности)	-10151,9	237,1	-9914,8	-366,02	-10280,82
Тепловая энергия (городская теплосеть)	-17680,3	543,4	-17136,9	Не определяется	-17136,9
Тепловой насос	-33144,9	5162,3	-27982,6	Не определяется	-27982,6

Существующие риски аварий с тяжелыми последствиями для жизни, здоровья людей, сохранности имущества при нарушении правил эксплуатации отопительного оборудования, его износе характерны в большей степени для традиционных систем отопления природным газом и твердым топливом. Применение же таких альтернативных систем отопления, как тепловой насос, ветряные установки, солнечные батареи, существенно безопаснее даже при

длительной эксплуатации. При использовании традиционных систем отопления на основе электрической энергии, природного газа, твердого топлива необходимо принимать в расчет также вероятность повышения цен на энергоносители, высокие текущие расходы пользователя, а также высокий уровень опасности оборудования. При применении системы отопления на основе теплового насоса риски связаны в значительной степени с недостаточной



апробацией таких систем отопления в Беларуси [8].

Перечень антирисковых мероприятий, дающих гарантию безопасной и эффективной эксплуатации систем отопления, включает изучение текущей ситуации и возможностей возникновения аварийных ситуаций; выбор рациональных конструктивных решений, гарантирующих надежность работы системы; постоянный систематичный контроль состояния инженерных коммуникаций; выполнение комплекса антитеррористических организационных мероприятий; разработку комплекса мероприятий, обеспечивающих своевременную и безопасную эвакуацию людей при возникновении аварийных ситуаций; своевременное устранение последствий и причин возникновения аварий вместе с минимизацией ущерба; выбор современных конструктивных решений, обеспечивающих экологическую эффективность проекта реконструкции жилого дома; внедрение системы управления проектами в подрядных организациях; переход на проектно-ориентированное управление в эксплуатирующих организациях; привлечение частных и институциональных инвесторов; привлечение научных кадров для проведения работ по повышению эффективности антирисковых мероприятий; разработку и внедрение эффективных энерго-сберегающих технологий, экологических решений (таких как тепловой насос) при строительстве и реконструкции жилых домов; страхование рисков путем заключения со страховым акционерным обществом полисов страхования [8].

При снижении рисков по реализации проектов и, соответственно, снижении ставки дисконтирования до уровня безрисковой ставки система отопления на основе теплового насоса по стоимости реализации в долгосрочном периоде станет эффективнее проектов на традиционных видах топлива.

## Выводы

Наличие эффективной системы отопления в жилом доме в условиях продолжительного холодного периода в Беларуси является неременным требованием для обеспечения нормального процесса жизнедеятельности. Необходимо рассматривать проекты систем отопления в жилом доме всесторонне в долгосрочной перспективе с учетом всех доходов и расходов. В условиях постоянного повышения цен на энергоресурсы и перехода на полное возмещение затрат за отопление решающим фактором оценки становится величина текущих расходов. Нельзя пренебрегать вопросами экологичности, безопасности проектов, т. к. здесь цена ошибки очень велика. Внедрение в сознание граждан ответственности за состояние окружающей среды и необходимость заботы о своем благополучии и благополучии будущих поколений диктуется современными требованиями. Седьмая цель устойчивого развития на период до 2030 г., определенная на Саммите ООН 2015 г. в Нью-Йорке, гласит: «Обеспечение всеобщего доступа к недорогим, надежным, устойчивым и современным источникам энергии для всех предполагает развитие применения возобновляемых источников энергии, в частности в жилищном строительстве» [24]. Применение нетрадиционных систем отопления на основе теплового насоса способствует выполнению данной цели. Мировые тенденции в повышении энергетической эффективности систем теплоснабжения направлены на использование природных возобновляемых источников энергии, сбросных вторичных энергоресурсов, децентрализацию поставки тепла [25, 26].

Разработанная методика позволяет оценить и выбрать проект отопления с учетом совокупных расходов и доходов на протяжении жизненного цикла проекта, уменьшить нагрузку на окружающую среду и снизить риски.



## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Санитарные нормы, правила и гигиенические нормативы «Требования к устройству, оборудованию и содержанию жилых домов» [Электронный ресурс] : утв. постановлением М-ва здравоохранения Респ. Беларусь, 20 авг. 2015 г., № 95, с изм., утв. постановлением М-ва здравоохранения Респ. Беларусь от 11 апр. 2017 г. № 29. – Режим доступа: <http://minzdrav.gov.by/ru/dlya-spetsialistov/normativno-pravovaya-baza/tehnicheskie-normativnye-pravovye-akty/teksty/>. – Дата доступа: 23.09.2018.
2. **Лобикова, О. М.** Тренд развития стратегического менеджмента в компаниях при строительстве жилья – курс на энергосбережение / О. М. Лобикова, Н. В. Лобикова // Инновационная экономика, стратегический менеджмент и антикризисное управление в субъектах бизнеса : сб. ст. I Междунар. науч.-практ. конф. – Орел : Орлов. ГАУ, 2018. – С. 229–232.
3. **Галюжин, С. Д.** Энергетическая проблема цивилизации / С. Д. Галюжин, Д. С. Галюжин, О. М. Лобикова // Вестн. Брян. гос. техн. ун-та. – 2005. – № 3. – С. 85.
4. **Лобикова, О. М.** Тепловые насосы: экономические проблемы использования / О. М. Лобикова, С. Д. Галюжин // Материалы, оборудование и ресурсосберегающие технологии : материалы Междунар. науч.-техн. конф. – Могилев : Белорус.-Рос. ун-т, 2015. – С. 370–371.
5. **Лобикова, О. М.** Использование тепловых насосов в индивидуальных домах / О. М. Лобикова, С. Д. Галюжин // Образование, наука и производство в XXI веке : современные тенденции развития : материалы Юбилейной междунар. конф. – Могилев : Белорус.-Рос. ун-т, 2016. – С. 185–186.
6. **Лобикова, О. М.** Инвестиционная привлекательность нетрадиционных систем отопления для населения как составляющая энергетической безопасности страны / О. М. Лобикова, Н. В. Лобикова // Информационное обеспечение устойчивого развития экономики : материалы Междунар. науч. конф. молодых ученых и преподавателей вузов, Краснодар, 17–18 мая 2018 г. – Краснодар : КубГАУ, 2018. – С. 235–242.
7. Экологическая целесообразность применения тепловых насосов для отопления индивидуальных жилых домов в Беларуси / Н. В. Лобикова, А. С. Галюжин, О. М. Лобикова, С. Д. Галюжин // Вестн. Белорус.-Рос. ун-та. – 2018. – № 2 (59). – С. 33–44.
8. **Лобикова, Н. В.** Управление рисками при реконструкции жилых домов с учетом современных требований энергоэффективности: проблемы и практика решения / Н. В. Лобикова, О. М. Лобикова // Общество. Экономика. Культура: актуальные проблемы, практика решения : сб. науч. ст. VIII Междунар. науч.-практ. конф., Барнаул, 11 апр. 2018 г. – Барнаул : С.-Петерб. ун-т технологий управления и экономики, 2018. – С. 160–165.
9. Электрические котлы WESPE HEIZUNG (Германия) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://rubikont.by/elektricheskiye-kotly?yclid>. – Дата доступа: 14.02.2018.
10. Физико-химические свойства природного газа. Добыча и применение природного газа [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://fb.ru/article/199563/fiziko-himicheskie-svoystva-prirodnogo-gaza-dobyicha-i-primenenie-prirodnogo-gaza>. – Дата доступа: 15.02.2018.
11. Уголь каменный: свойства, происхождение, добыча, цена [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://fb.ru/article/166986/ugol-kamennyiy-svoystva-kamennyiy-ugol-proishojdenie-dobyicha-tsena>. – Дата доступа: 15.02.2018.
12. Котлы для отопления дома на угле [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://climanova.ru/kotly-otopleniya-dlya-doma-na-ugle.html>. – Дата доступа: 16.02.2018.
13. Теплотворность древесины – таблица теплоты сгорания дров [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://kotlobzorg.ru/teplotadrov>. – Дата доступа: 16.02.2018.
14. Теплотворная способность различных видов топлива: дрова, уголь, пеллеты, брикеты [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://pechnoedelo.com/toplivo/teplotvornaya-sposobnost-topliva.html>. – Дата доступа: 16.02.2018.
15. Тепловые насосы – вид оборудования, созданный для комфорта [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://obogreem.by/catalog/teplovye-nasosy>. – Дата доступа: 16.02.2018.
16. Правила по разработке бизнес-планов инвестиционных проектов (в ред. постановлений Минэкономики от 10.05.2018 № 15) [Электронный ресурс] : утв. постановлением М-ва экономики Респ. Беларусь, 31.08.2005 г., № 158. – Режим доступа: <http://pravo.by/document/?guid=3871&p0=W20513184/>. – Дата доступа: 23.09.2018.
17. Динамика ставок кредитно-депозитного рынка [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.nbrb.by/statistics/CreditDepositMarketRates/>. – Дата доступа: 28.09.2018.
18. **Соколовская, Е. А.** Расчет и обоснование ставки дисконтирования методом WACC [Электронный ресурс] // Планово-экономический отдел. – 2016. – № 12 (162) / Е. А. Соколовская. – Режим до-

*Охрана труда. Охрана окружающей среды.  
Геозология*



ступа: [https://peomag.by/number/2016/12/Raschet\\_i\\_obosnovanie\\_stavki\\_diskontirovaniya\\_metodom\\_WACC/](https://peomag.by/number/2016/12/Raschet_i_obosnovanie_stavki_diskontirovaniya_metodom_WACC/). – Дата доступа: 23.09.2018.

19. **ТКП 17.08.01-2006 (02120)**. Охрана окружающей среды и природопользование. Атмосфера. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух. Порядок определения выбросов при сжигании топлива в котлах теплопроизводительностью до 25 МВт. – Минск : Минприроды, 2009. – 47 с.

20. Санитарные нормы и правила «Требования к обращению с отходами производства и потребления» [Электронный ресурс] : утв. постановлением Минздрава Респ. Беларусь, 30 дек. 2016 г., № 143. – Режим доступа: <http://minzdrav.gov.by/ru/dlya-spetsialistov/normativno-pravovaya-baza/tekhnicheskie-normativnye-pravovye-akty/teksty/>. – Дата доступа: 23.09.2018.

21. Налоговый кодекс Республики Беларусь (особенная часть) [Электронный ресурс] : в ред. Закона Респ. Беларусь, 9 янв. 2017 г., № 15-З. – Режим доступа: <http://etalonline.by/?type=text&regnum=Nk0900071/>. – Дата доступа: 23.09.2018.

22. О налогообложении [Электронный ресурс] : Указ Президента Респ. Беларусь, 25 янв. 2018 г., № 29. – Режим доступа: <http://president.gov.by/uploads/documents/2018/29uk.pdf/>. – Дата доступа: 23.09.2018.

23. Об утверждении классификатора отходов, образующихся в Республике Беларусь [Электронный ресурс] : постановление М-ва природных ресурсов и охраны окружающей среды Респ. Беларусь, 8 нояб. 2007 г., № 85, в ред. постановления М-ва природных ресурсов и охраны окружающей среды Респ. Беларусь от 7 марта 2012 г. № 8. – Режим доступа: <https://otxody.by/klassifikator-otxodov-dlya-belarusi/>. – Дата доступа: 24.09.2018.

24. ООН : Цели в области устойчивого развития [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.un.org/sustainabledevelopment/ru/issues/people/energy/>. – Дата доступа: 23.09.2018.

25. **Лобикова, О. М.** Энергосбережение в сельском хозяйстве: экологический аспект / О. М. Лобикова, Н. В. Лобикова // Приоритетные векторы развития промышленности и сельского хозяйства : материалы I Междунар. науч.-практ. конф. – Макеевка : Донбас. аграрная акад., 2018. – С. 127–131.

26. **Щур, А. В.** Направления снижения зависимости от традиционных источников теплоснабжения в Республике Беларусь / А. В. Щур, Н. В. Лобикова, О. М. Лобикова // Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных агротехнологий : материалы Междунар. науч.-практ. конф., Рязань, 22–23 марта 2018 г. – Рязань : Рязан. гос. агротехнол. ун-т, 2018. – Ч. 2. – С. 446–452.

*Статья сдана в редакцию 25 сентября 2018 года*

**Ольга Михайловна Лобикова**, ст. преподаватель, Белорусско-Российский университет.

**Надежда Васильевна Лобикова**, студент, Белорусско-Российский университет.

**Сергей Данилович Галюжин**, канд. техн. наук, доц., Белорусско-Российский университет.

**Olga Mikhailovna Lobikova**, senior lecturer, Belarusian-Russian University.

**Nadezhda Vasilyevna Lobikova**, student, Belarusian-Russian University.

**Sergey Danilovich Haliuzhyn**, PhD (Engineering), Associate Prof., Belarusian-Russian University.

