

## REFERENCES

1. Bataykina, T.N. Enterprise strategy - the basis of its life and success // Business and education: vector of development. Proceedings of the X International Scientific and Practical Conference. Almaty, 2015. - p. 96-99.
2. Bragin, L.A. Trade: economics and organization: study guide / L.A. Bragin. - Moscow: INFRA-M, 2014. - 320 p.
3. Holubava, V.S. Construction economics: an electronic training complex/ V.S. Holubava, L.K. Korban, S.V. Valitsky - Minsk: BNTU, 2012. - 349 p.

УДК 330.322.212

ББК 65.263

### ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ УСТАНОВКИ ТВЕРДОТОПЛИВНОГО КОТЛА В УЧЕБНОМ КОРПУСЕ №6 БНТУ

А. А. БАГЛАЙ<sup>1</sup>, Н. А. ГРИГОРЬЕВА<sup>2</sup>

<sup>1</sup>студент, <sup>2</sup>магистр экономических наук, ассистент кафедры

«Экономика строительства»

Белорусский национальный технический университет

г. Минск, Республика Беларусь

*Одним из способов повышения энергоэффективности здания является переход от централизованного отопления к отоплению с использованием котлов, работающих на местном виде топлива. В данной работе проведено исследование экономической эффективности установки твердотопливного котла TIS Hard Plus 120 в учебном корпусе БНТУ № 6. Исследование показало экономическую эффективность инвестиционного проекта по ряду показателей. Проведена оценка устойчивости инвестиционного проекта в зависимости от изменения тарифов на тепловую и электроэнергию, ставки рефинансирования и цены на топливо.*

Ключевые слова: инвестиционный проект, повышение энергоэффективности, твердотопливный котел, экономическая эффективность, оценка устойчивости проекта, местные виды топлива.

# EFFECTIVENESS EVALUATION OF INSTALLATION OF A SOLID HEATING BOILER IN THE 6TH ACADEMIC BUILDING OF BNTU

A. A. BAGLAY<sup>1</sup>, N. A. GRIGORYEVA<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Student, <sup>2</sup>MS in Economics, Assistant Professor Department  
«Economics in Civil Engineering»  
Belarus National Technical University  
Minsk, Republic of Belarus

*One of the ways to improve the energy efficiency of a building is the transition from centralized heating to heating using local fuel boilers. A study on economic efficiency of installation of a boiler TIS Hard Plus 120 in the 6th academic building of BNTU was conducted. The study showed the economic efficiency of the investment project for a number of indicators. An assessment of the sustainability of the investment project, depending on changes in tariffs for heat and electricity, refinancing rates and fuel prices were made.*

Keywords: investment project, energy efficiency improvement, solid fuel boiler, economic efficiency, project sustainability assessment, local fuels.

## ВВЕДЕНИЕ

Энергоэффективность зданий и сооружений является актуальным направлением в социально-экономической и энергетической стратегии развития Республики Беларусь. В условиях ограниченных средств на импорт топливно-энергетических ресурсов повышается значимость местных видов топлива для отопления зданий и сооружений как часть государственной политики по укреплению энергетической безопасности страны [1]. Одним из основных принципов государственного управления в сфере энергосбережения является повышение уровня самообеспечения республики местными топливно-энергетическими ресурсами [2]. Проблемы энергосбережения, энергоэффективности, энергонезависимости способствуют активному развитию альтернативных источников энергии [3].

Учебный корпус № 6 Белорусского национального технического университета ежегодно потребляет 398,5 МВт тепловой энергии. На централизованное отопление этого здания расходуются денежные средства, значительная часть которых могла бы быть сэкономлена за счет использования твердотопливного котла. Целью данной работы является технико-экономическое обоснование инвестиционного проекта по установке и эксплуатации твердотопливного котла в учебном корпусе № 6 БНТУ. В процессе работы были проведены такие операции, как выбор модели котла, определение необходимого объема инвестиций на установку и эксплуатацию котла, расчет экономии от применения автономного отопления, анализ экономической эффективности реализации инвестиционного проекта.

В результате исследования на основе ряда показателей эффективности проекта получен вывод об эффективности замены централизованного отопления данного здания на автономное с применением такого оборудования, как твердотопливный котел.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Наибольшие затраты тепловой энергии на отопление учебного корпуса №6 БНТУ по итогу 2017 года приходится на февраль и составляют 79,2 кВт в месяц. Таким образом, необходимо, чтобы котел вырабатывал до 80 МВт тепловой энергии в месяц или  $80 \cdot 103 \text{ кВт} / (31 \text{ день} \cdot 24 \text{ ч}) = 107,5 \text{ кВт}$  в час. Эта величина является минимальной требуемой мощностью котла. В работе был проведен анализ рынка твердотопливных котлов с учетом этого условия [4]. Так как твердотопливные котлы могут работать на различных видах топлива, в работе также сделан анализ рынков таких видов топлива, как уголь, дрова и древесные пеллеты [5]. Сравнение различных моделей котлов приведено в таблице 1.

Таблица 1

### Критерии выбора оборудования

№	Критерий выбора	Elektromet EKO-KWRW 150	GTM MAX SE 120	TIS HARD Plus 120	TIS Hard Pellet 150	TIS Hard Duo Pellet 150	KOS Max 120	Drew-met Biotec 112
	Поставщик	Elektromet	GTM	ООО «Бел-Комин»	ООО «Бел-Комин»	ООО «Бел-Комин»	KOS	Drew-met
	Топливо	уголь	дрова, уголь, брикет	уголь, торф, древесный брикет	древесные, торфяные, льняные пеллеты	древесные, торфяные, льняные пеллеты	дрова, торфяной брикет, уголь	пеллеты
1	Страна производства	Польша	Польша	РБ	РБ	РБ	Украина	Польша
2	Цена за партию в год, руб.	15524	32679	15108	30496	30559	32526	31375
2.1	Цена по прайсу, руб.	16083,48	13579,20	7761,00	15770,00	17040,00	10515,20	33369,04
2.2	Цена доставки, руб.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2.3	Цена обслуживания в год, руб.	14720	32000	14720	29757	29757	32000	29757
2.4	Цена обслуживания за срок эксплуатации, руб.	294400	640000	294400	594140	594140	640000	594140
2.5	Необходимое количество	1	1	1	1	1	1	1
2.6	Цена за партию	310483,48	653579,20	302161	609910	611180	650515,2	627509,04

2.7	Срок эксплуатации, лет	20	20	20	20	20	20	20
3	Обязательства по экономии	80% (150 кВт)	85% (150 кВт)	82% (120 кВт)	93% (150 кВт)	92% (150 кВт)	81% (120 кВт)	90% (112 кВт)
4	Аналоги в РБ	нет	есть	есть	есть	есть	нет	есть
5	Сроки поставки	2 мес.	1 мес.	1 мес.	1 мес.	1 мес.	2 мес.	1 мес.
6	Гарантийное обслуживание	есть	есть	есть	есть	есть	есть	есть
7	Качество товара	среднее	высокое	низкое	среднее	высокое	низкое	высокое
8	Возможность рассрочки платежа	нет	есть	нет	нет	нет	есть	есть
9	Финансовое состояние поставщика	хорошее	среднее	среднее	среднее	среднее	среднее	хорошее

По итогу сравнения вариантов твердотопливных котлов по вышеперечисленным критериям выбор сделан в пользу котла TIS Hard Plus 120 в случае его работы на угле [6].

Расчет стоимости установки, эксплуатации данного оборудования, затрат на электроэнергию, потребляемую котлом, налоговых отчислений, затрат на непредвиденные расходы, прочих затрат выявил, что общая стоимость эксплуатации котла за весь период его эксплуатации (20 лет) составит 395114,06 руб. (в ценах по состоянию на 01.10.2018 г.). Структуру инвестиций наглядно представляет рисунок 1.

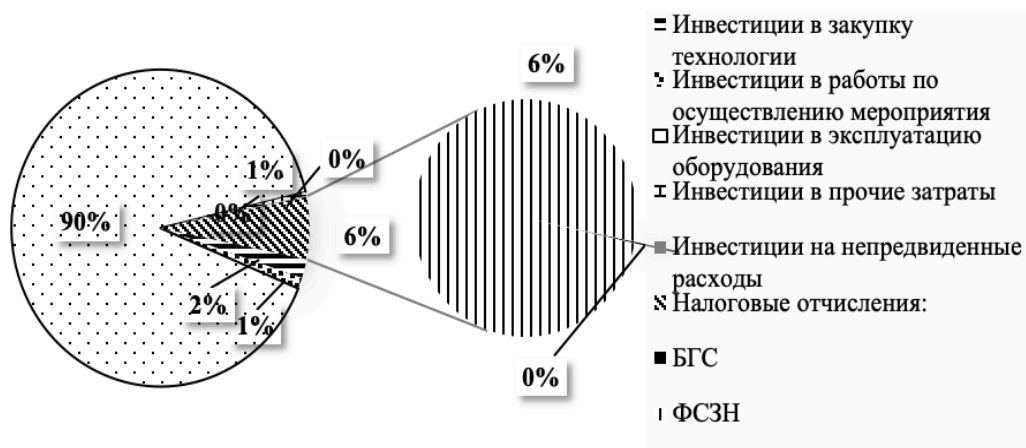


Рис. 1. Структура инвестиций в основной капитал

В данной работе рассмотрен такой вариант финансирования, как кредит «Кредит на приобретение основных фондов и пополнения оборотных средств» банка ОАО «Белгазпромбанк» сроком на 5 лет под 11,5% годовых с ежемесячным погашением кредита [7]. Этот вариант обеспечивает

финансирование инвестиционного проекта (в части закупки оборудования на сумму 7761,00 руб.) с общей суммой выплат 10079,86 руб., причем в погашение процентов будет затрачено 2279,87 руб.

Общая сумма инвестиционных затрат составит 372456,10 руб.

Экономия на затратах на тепловую энергию в год составит 27894,49 руб. (по существующим, то есть экономически обоснованным тарифам) или 109563,48 руб. (по среднеевропейским тарифам). В таблице 2 представлен график освоения денежных средств.

Таблица 2

График освоения инвестиций, руб

№ п/п	Показатели	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024-2038 ежегодно	2039	Итого, руб.
1	Инвестиции в закупку технологии	7761,00								7761,00
2	Инвестиции в работы по осуществлению мероприятия		4368,30							4358,30
3	Инвестиции в эксплуатацию оборудования		17366,70	17805,75	17805,75	17805,75	17805,75	17805,75	439,05	356115,00
4	Инвестиции в прочие затраты	1098,57	449,42							1547,99
5	Инвестиции на непредвиденные расходы	210,00	8,97	9,20	9,20	9,20	9,20	9,20	0,22	393,94
6	Переплата за пользование заемными средствами	74,75	799,82	620,42	441,03	261,62	82,23			2279,87

Итого инвестиционных затрат за весь срок реализации проекта 372456,10 руб.

При использовании новой технологии отопления не требуются затраты на тепловую энергию, т.к. котел ее вырабатывает. Таким образом достигается экономия 342,6 Гкал тепловой энергии в год. Однако потребление зданием электроэнергии увеличится на 1360,8 кВт\*ч в год по экономически обоснованным и среднеевропейским тарифам [8], что учтено в составе затрат на эксплуатацию оборудования. В денежном выражении экономия на тепловой энергии составит следующую сумму 27894,49 руб.

Итоговые показатели эффективности инвестиционного проекта представлены в таблице 3. Простой срок окупаемости составил 1 год 5 месяцев.

Таблица 3

## Итоговые показатели эффективности инвестиционного проекта

Наименование показателя	Значения по существующим (экономически обоснованным) тарифам	Значения по среднеевропейским тарифам
ЧДД	866147,19	10327158,00
ВНД	0,73	6,66
Индекс рентабельности инвестиций	1,19	3,17
Дисконтированный срок окупаемости, лет	1,57 года (1 год 7 мес.)	0,17 года (2 мес.)

Оценка устойчивости инвестиционного проекта позволяет выявить как изменится дисконтированный срок окупаемости и внутренняя норма доходности проекта при изменении таких факторов, как тарифов на электроэнергию, на тепловую энергию, ставки рефинансирования, цен на уголь. Результаты расчетов представлены на рисунках 2-5. По оси абсцисс расположены значения изменений данных факторов в процентах, 100% - существующее значение.

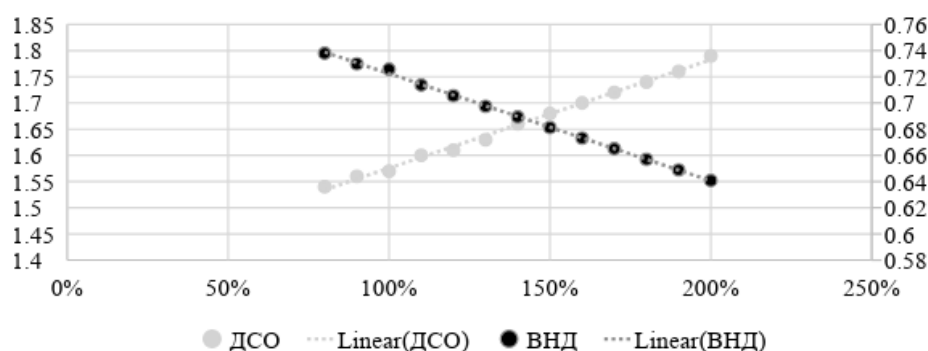


Рис.2. Устойчивость проекта при изменении тарифов на электроэнергию

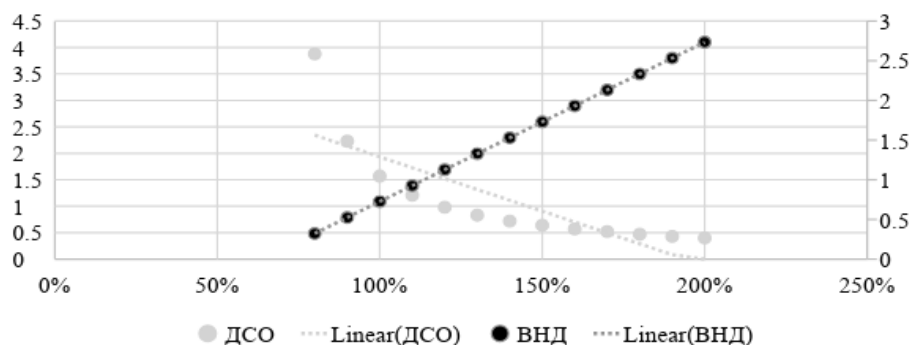


Рис. 3. Устойчивость проекта при изменении тарифов на тепловую энергию

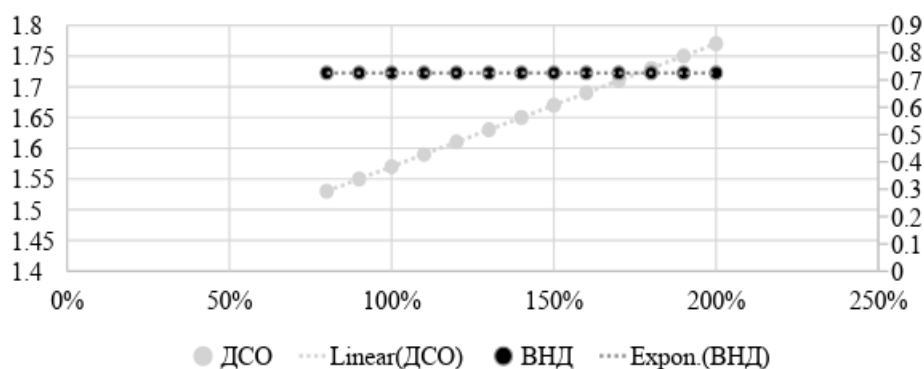


Рис. 4. Устойчивость проекта при изменении ставки рефинансирования

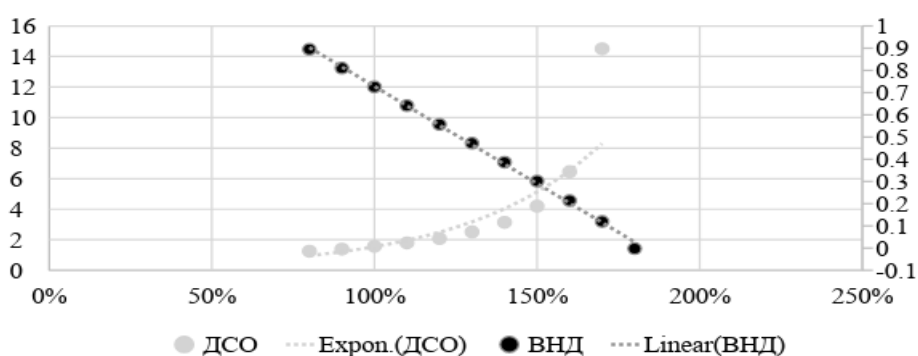


Рис. 5. Устойчивость проекта при изменении цен на уголь

Можно сделать вывод, что внутренняя норма доходности совершенно нечувствительна к изменению ставки рефинансирования и наиболее чувствительна к изменению тарифов на тепловую энергию (при увеличении этого тарифа в 2 раза ВНД увеличивается в 3,8 раза). Графики показывают, что динамический срок окупаемости чувствителен к изменению всех рассмотренных параметров. Так, при увеличении тарифа на электроэнергию в 2 раза ДСО увеличится на 16 %, тарифа на тепловую энергию – уменьшится на 75%, ставки рефинансирования – увеличится на 13%. Следует отметить, что есть риск не достижения окупаемости проекта в случае, если цена на уголь будет повышена на 80% и более. На всех приведенных графиках приведены уравнения, по которым могут определяться ВНД и ДСО при любых значениях исследуемых параметров.

Исходя из уравнений можно заключить, что для данного инвестиционного проекта более благоприятными будут являться ситуации снижения тарифа на электроэнергию (т.к. ее стоимость входит в расходную часть), увеличение тарифа на тепловую энергию (т.к. ее стоимость является доходной частью), снижение ставки рефинансирования и снижение цен на топливо.

## ВЫВОДЫ

В работе изложен обзор рынка твердотопливных котельных установок с учетом стоимости топлива и как результат выбрана модель котла с учетом веса значимых критериев сравнения. Также определен необходимый объем инвестиций в размере 395114,06 руб. для строительно-монтажных работ по установке системы, стоимости эксплуатации котла на весь срок эксплуатации, учтены прочие расходы и заложены непредвиденные расходы, налоговые отчисления.

В качестве источника финансирования был рассмотрен кредит на сумму приобретения оборудования, процентная ставка по которому равна 11,5% годовых. По итогам расчета платежей по кредиту выявлен объем переплат за пользование заемными средствами в размере 2279,87 руб.

График реализации проекта показал, что весь срок реализации мероприятия составляет 20 лет, 5 месяцев и 9 дней или 20,44 года, из которых 20 лет – срок эксплуатации оборудования. За это время (к январю 2039 года) будет освоено инвестиций на сумму 372456,10 руб., из которых наибольшую долю занимают затраты по эксплуатации оборудования, составляющие 356115,00 руб.

По расчетам, при реализации рассматриваемого мероприятия экономия на тепловой энергии составит 27894,49 руб. (по существующему, экономически обоснованному тарифу на тепловую энергию). Исходя из расчетов показателей эффективности инвестиционного проекта, в существующих условиях данный проект приведет к достижению окупаемости за 1 год и 7 месяцев, что при сроке эксплуатации оборудования 20 лет является хорошим результатом. Эффективность инвестиционного проекта подтверждается индексом рентабельности, равным 1,19, а также внутренней нормой доходности, равной 0,73.

Такой же расчет проведен на основании среднеевропейских тарифов на электроэнергию и тепловую энергию. Он показал, что в этом случае проект окупится в течении 2 месяцев, индекс рентабельности составит 3,17, а внутренняя норма доходности – 6,66. Такое увеличение эффективности инвестиционного проекта на основе расчетов по среднеевропейским тарифам по сравнению с эффективностью проекта при расчете по существующим (экономически обоснованным) тарифам обусловлено в первую очередь изменением доходной части инвестиционного проекта. А именно увеличением доходной части за счет того, что среднеевропейский тариф на тепловую энергию значительно превышает существующий тариф. Оценка эффективности данного мероприятия показала, что инвестиционный проект эффективен как при существующих (экономически обоснованных), так и при среднеевропейских тарифах на электроэнергию и тепловую энергию.

В данной работе произведена оценка устойчивости инвестиционного проекта при возможном изменении таких факторов, как тариф на электроэнергию, тариф на тепловую энергию, тариф на водоснабжение, ставка



рефинансирования, а также цена на уголь. Анализ показал, что инвестиционный проект не столь чувствителен к изменению первых четырех факторов, как к изменению цен на уголь: при увеличении первых четырех факторов на 100% (в 2 раза) проект остается эффективным, но при таком увеличении цен на уголь проект не окупается (а именно при увеличении цен на уголь на 80%). По итогам исследования можно заключить, что в данных условиях реализация инвестиционного проекта по установке и эксплуатации твердотопливного котла TIS Hard Plus 120 (при его работе на угле) в учебном корпусе № 6 БНТУ является экономически эффективной. Данный проект может быть использован на практике в случае его рассмотрения и утверждения службой главного инженера БНТУ.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Григорьева, Н. А. Концепция оценки экономической эффективности мероприятий повышения энергоэффективности жилых зданий // Экономическая наука сегодня. – 2017. – №. 6. – с. 199-208.
2. Закон Республики Беларусь от 08.11.2015 №239-З «Об энергосбережении»
3. Голубова, О. С. Проблемы повышения энергоэффективности жилищного фонда Республики Беларусь // Наука – образованию, производству, экономике: Материалы 15-й научно-практической конференции. – 2017. – Т. 2 – с. 306.
4. Котлы твердотопливные. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://100kotlov.by/kotly-tverdotoplivnye> - Дата доступа: 27.09.2018
5. Фасованный уголь. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://minsk.flagma.by/fasovanny-ugol-so1402321-1.html> - Дата доступа: 28.09.2018
6. Твердотопливный котел TIS HARD PLUS 120. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://kotlov.by/kotly/tverdotoplivnye/tverdotoplivnyj-kotle-tis-hard-plus-120> - Дата доступа: 28.09.2018
7. Кредит «Кредиты на приобретение основных фондов и пополнения оборотных средств». [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://myfin.by/bank/belgazprombank/kredity/940-kredity-na-priobretenie-osnovnyh-fondov-i-popolneniya-oborotnyh-sredstv> - Дата доступа: 28.09.2018
8. Голубова, Н. А. Тарифы на электроэнергию для населения: зарубежный опыт (Португалия) / Н. А. Голубова // Экономическая наука сегодня: сборник научных статей / пред. редкол. С.Ю. Солодовников. - Минск : БНТУ, 2017. - Вып. 5. - С. 145-154.

## REFERENCES

1. Grigoryeva N. A. Estimation of economic efficiency concept of energy efficiency measures for residential buildings // Economic Science Today. - 2017. - n. 6. - p. 199-208.
2. The Law of the Republic of Belarus of 08.11.2015 No. 239-Z "On Energy Saving"
3. Golubova, O. S. Problems of improving the energy efficiency of the housing stock of the Republic of Belarus // Science - education, production, economics: Materials of the 15th scientific-practical conference. - 2017. - V. 2 - p. 306.
4. Solid fuel boilers. [Electronic resource]. - Access mode: <https://100kotlov.by/kotly-tverdoplivnye> - Access date: 09/27/2018
5. Packed coal. [Electronic resource]. - Access mode: <https://minsk.flagma.by/fasovanny-ugol-so1402321-1.html> - Access date: 09/28/2018
6. Solid fuel boiler TIS HARD PLUS 120. [Electronic resource]. - Access mode: <https://kotlov.by/kotly/tverdoplivnye/tverdoplivnyj-kotle-tis-hard-plus-120> - Access date: 09/28/2018
7. Loan "Loans for the acquisition of fixed assets and replenishment of working capital". [Electronic resource]. - Access mode: <https://myfin.by/bank/belgazprombank/kredity/940-kredity-na-priobretenie-osnovnyh-fondov-i-popolneniya-oborotnyh-sredstv> - Access date: 09/28/2018
8. Golubova, N. A. Electricity tariffs for the population: international experience (Portugal) / N. A. Golubova // Economics today: a collection of scientific articles / prev. redcol. S.Y. Solodovnikov. - Minsk: BNTU, 2017. - Vol. 5. - p. 145-154.

УДК 338

ББК 65.31

### АНАЛИЗ СТРУКТУРЫ СТОИМОСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА ЖИЛЫХ ДОМОВ

А. А. БАРАНОВСКАЯ<sup>1</sup>, О. С. ГОЛУБОВА<sup>2</sup>,

<sup>1</sup>студентка 4 курса, группа 11203115, <sup>2</sup>канд. экон. наук, доцент,  
заведующий кафедрой «Экономика строительства»  
Белорусский национальный технический университет  
г. Минск, Республика Беларусь

*В данной работе был проведён анализ стоимости строительства жилых домов и ее структуры. Анализ стоимости строительства жилых домов показал, что стоимость строительства отличится в зависимости от этажности и конструктивной схем строительства, но вместе с тем структура стоимости строительства имеет много общего.*