

УДК 711.553.4

*Н. И. Борисова, В. В. Христенко, Т. В. Благородова*

*Волгоградский государственный технический университет*

## **ФОРМИРОВАНИЕ И РЕАЛИЗАЦИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ ДЛЯ ОБЪЕКТОВ СТРОИТЕЛЬНОЙ ИНДУСТРИИ**

Энергосбережение и энергоэффективность после вступления в силу Федерального закона «Об энергосбережении и повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» от 23.11.2009 № 261-ФЗ наконец-то стали важными государственными задачами. Большинство мер, принимаемых сегодня, носят поверхностный, фрагментарный характер и не влекут за собой каких-либо существенных изменений с точки зрения энергосбережения.

В современных реалиях, при постоянно растущей глобализации и шатком положении национальной экономики, повышение энергосбережения объектов строительной отрасли формируется за счет адекватной программы формирования и реализации экологического потенциала как основы стратегии развития потенциала строительной отрасли при одновременном повышении эффективности деятельности и обеспечивается непосредственно за счет внедрения инновационных технологий и установки энергосберегающего оборудования.

Актуальность исследования, представленного в данной статье, обусловлена необходимостью поиска наиболее перспективных направлений для решения проблемы формирования и реализации экологического потенциала энергосбережения объектов строительной отрасли.

**К л ю ч е в ы е с л о в а:** экологический потенциал, энергосбережение, природные ресурсы, энергопотребление, энергоресурсы, строительная отрасль.

**1. Актуальность исследования.** Актуальность исследования обусловлена тем, что, согласно различной имеющейся информации и данным, около 43 % всей тепловой энергии, производимой в России, расходуется на содержание жилых и общественных зданий и помещений, что, в свою очередь, непосредственно приводит к сопутствующему количеству выбросов, загрязняющих атмосферу всей планеты. Кроме того, в крупных промышленных городах с высокой степенью природной и антропогенной загруженности более выражены проблемы модификации элементов под элементы природной среды, из-за чего происходит ряд негативных природных процессов. В настоящее время оценка экологичности зданий по всему миру является ведущей тенденцией в архитектуре и чрезвычайно важной тенденцией во всем мире и в Российской Федерации в частности. В тот момент, когда архитектор начинает оценивать свой объект, он продумывает не только архитектурно-планировочные решения и красоту экстерьера и внешнего вида здания, но и его экологичность, энергоэффективность и экономичность. В зависимости от природно-климатических и производственных условий, особенностей застройки и озеленения в городах складывается определенная экологическая ситуация. Необходимо проводить ее регулярное изучение, особенно в крупных городах, где происходят наиболее значительные изменения в состоянии техногенных систем [1].

Несомненно, формирование жилой среды с учетом экономного использования энергетических, материальных и территориальных ресурсов воплощает в себе развитие современного города.

Высокая актуальность данной темы обсуждения обусловлена также сохранением ситуации в Волгоградской области, поскольку прогресс взаимосвязи между социально-экономической средой и реализацией планов по их модернизации радикально изменил условия проектной и строительной деятельности. Требования рыночной экономики к зданиям, технологиям их возведения и условиям эксплуатации ужесточились. Наиболее перспективным является экономное потребление ресурсов для жизни. Учитывая все вышесказанное, изучение и решение проблемы экологического потенциала энергосбережения объектов строительной отрасли имеет большое научное и практическое значение.

Целью данного исследования является поиск перспективных направлений для решения проблемы формирования и реализации экологического потенциала энергосбережения на объектах строительной отрасли.

Для решения поставленной цели сформированы следующие задачи:

1. Выявлена актуальность проблемы формирования и реализации экологического потенциала энергосбережения объектов строительной отрасли.
2. Проведено исследование направлений решения проблем формирования и реализации экологического потенциала энергосбережения объектов строительной отрасли.
3. Проведена разработка и применение программы формирования и реализации экологического потенциала энергосбережения объектов строительной отрасли.

**2. Исследование направлений решения проблем формирования и реализации экологического потенциала энергосбережения объектов строительной индустрии.** Проблемы формирования и реализации экологического потенциала энергосбережения объектов строительной отрасли в широком спектре национальной экономики изучаются такими отечественными учеными, как В. Л. Глазычев, М. А. Исаев, Н. А. Угарова, А. С. Чешев, Д. Ю. Кузьмина, С. И. Голина и др. Кроме того, изучению проблем экономической и технологической отрасли в области формирования и реализации экологического потенциала энергосбережения объектов строительной отрасли посвящены работы таких ученых, как М. В. Бондаренко, С. В. Смирнова, А. Н. Фомичева, О. А. Баулина и многих других. Проблемы формирования и реализации экологического потенциала энергосбережения объектов строительной отрасли, определения экономического содержания этого процесса отражены в работах таких авторов, как В. И. Богословский, С. А. Писарева, А. П. Тряпицына, В. В. Лаптев [2, 3].

Проанализируем ключевые направления решения проблем формирования и реализации экологического потенциала энергосбережения объектов строительной отрасли.

В настоящее время наибольшая часть затрат на электроэнергию для основной части предприятий строительной отрасли Российской Федерации и ее регионов приходится на сферу теплоснабжения.

Изучив научную и практическую литературу по этому вопросу, мы выявили следующие проблемы:

- средний возраст основных источников тепла превышает 30 лет;
- тепловые сети изношены, более 70 % от общего количества нуждается в замене;

- теплопотери из окон составляют до 70 % от общих теплопотерь зданий;
- индивидуальные и центральные пункты обогрева не оборудованы автоматикой для отопления и горячего водоснабжения;
- огромное количество систем теплоснабжения нерегулируемо, и теплоснабжение тесно связано с огромным перерасходом топлива и электроэнергии.

Таким образом, улучшение систем теплоснабжения и теплопотребления может быть достигнуто за счет перемещения центра производства и распределения горячей воды ближе к непосредственному потребителю. Этот прием помогает снизить потери тепла, расход электроэнергии на его циркуляцию и перекачку, а также повышает эффективность регулирования отопления. При рассмотрении существующей системы можно сформировать способы экономии тепла путем автоматической корректировки графиков теплоснабжения для отопления в зависимости от изменений внешних температур.

Для экономии энергоресурсов многие предприятия строительной отрасли и организации используют тепловые насосы, которые представляют собой компактные отопительные установки, предназначенные для автономного отопления и горячего водоснабжения жилых и производственных помещений и зданий в целом. Они экологичны, так как работают без сжигания топлива и не выделяют вредных выбросов в атмосферу, а также экономичны, поскольку при подключении к тепловому насосу способны вырабатывать до 4 кВт тепловой энергии [4, 5].

В целях экономии тепловой энергии для использования системами отопления и горячего водоснабжения в классе энергосберегающих технологий была сформирована новая группа продуктов — термомайзеры. Эти устройства используются для автоматического регулирования температуры горячей воды с целью снижения стоимости первичных теплоносителей, что, в свою очередь, снижает денежные затраты. Их экономическая эффективность обусловлена сохранением высокой температуры за счет прохождения системы отопления по теплоносителю, а также за счет термомайзера, устанавливающего нужную температуру теплоносителя даже тогда, когда помещение не используется. В результате можно наблюдать снижение потребления тепловой энергии и ее экономию.

Современную стратегию теплоснабжения необходимо основывать на тех энергоносителях, при использовании которых, на уровне с современными технологиями, экологически чисто перерабатывались в электроэнергию, которая в последующем передавалась бы на объекты, где по потребностям помещений перерабатывалась и становилась комфортной, надежной и недорогой тепловой энергией. Это необходимо для того, чтобы сами владельцы данного оборудования могли самостоятельно управлять количеством и качеством, своевременностью подачи тепловой энергии, а также извлекать экономическую выгоду.

Стоит отметить, что большинство специалистов считают нужным переходить с централизованного отопления на индивидуальное. Тепло необходимо вырабатывать по месту его конкретной потребительской необходимости. Улучшение теплоизоляционных характеристик зданий и применение энергосберегающих, энергоэффективных технологий приведет к максимальному

экономическому эффекту и снижению расходов бюджета на теплоснабжение области в целом [6].

Итоги многочисленных исследований, нацеленных на изучение вопросов энергосбережения, демонстрируют, что наибольшие объемы энергии расходуются на горячее водоснабжение, охлаждение воздуха в системах кондиционирования, отопление, покрытие расходов при транспортировке энергии, а также на искусственное освещение. Поэтому с выходом в свет серии нормативно-технических актов, в которых изложены главные теплотехнические условия, предъявляемые ко всем строящимся и реконструируемым объектам, силы проектировщиков были направлены на поиск более оптимальных решений, обеспечивающих увеличение уровня тепловой защиты зданий и уменьшение затрат на их эксплуатацию.

Следующим приоритетным направлением сбережения энергоресурсов считается регулирование подачи тепла. На сегодняшний день обязательным считается установка термостатов перед любыми отопительными устройствами. Данное решение объединено со значительными расходами (один термостат сравним по цене с конвектором, перед которым он устанавливается), оно дает возможность увеличить комфорт и уменьшить потребление отопительной энергии за счет учета поступлений тепла от солнечной энергии и от бытовых выделений тепла [4, 7].

Говоря непосредственно об энергосбережении в системах теплоснабжения, можно выделить ряд мероприятий по сохранению и рациональному использованию энергетических ресурсов, а также выделить их основные источники экономии (табл. 1).

Т а б л и ц а 1

*Основные энергосберегающие мероприятия*

Мероприятие	Источник экономии
1. Внедрение вихревой технологии деаэрирования	– Экономия топлива; – экономия электрической энергии (на привод сетевых насосов); – снижение затрат на ремонтные работы
2. Замена устаревших электродвигателей на современные энергоэффективные	– Экономия электрической энергии; – снижение эксплуатационных затрат; – повышение качества и надежности электроснабжения
3. Замена (постепенная) ЦТП на ИТП в блок-модульном исполнении	– Экономия тепловой энергии; – улучшение качества и надежности теплоснабжения
4. Использование теплообменных аппаратов ТТАИ	– Уменьшение капитальных затрат на строительство ТП; – повышение надежности теплоснабжения
5. Нанесение антикоррозионных покрытий в конструкции теплопроводов с ППУ-изоляцией	– Экономия тепловой энергии; – улучшение качества и надежности теплоснабжения
6. Организация своевременного ремонта коммуникаций систем теплоснабжения	– Снижение потерь тепловой энергии и теплоносителя; – снижение объемов подпиточной воды; – повышение надежности и долговечности тепловых сетей

Мероприятие	Источник экономии
7. Применение асбестоцементных труб	– Снижение затрат на трубопроводную арматуру; – повышение надежности и качества теплоснабжения
8. Применение осевых сильфонных компенсаторов в тепловых сетях	– Экономия тепловой энергии и холодной воды; – снижение затрат на техобслуживание и ремонт
9. Своевременное устранение повреждений изоляции паропроводов и конденсатопроводов с помощью современных технологий и материалов	– Сокращение потерь тепловой энергии

### **3. Разработка и применение программы по формированию и реализации экологического потенциала энергосбережения объектов строительства предприятия**

Для решения проблем экологического потенциала энергосбережения объектов строительной отрасли разработана и предложена к внедрению на предприятиях Волгоградской области программа формирования и реализации экологического потенциала энергосбережения объектов строительной отрасли. Подробная схема программы формирования и реализации экологического потенциала энергосбережения для объектов строительной отрасли представлена на схеме (рис.).

Этапы реализации представленной программы:

1. Анализ состава, структуры и движения оборудования и основных средств предприятия. Задачей этого этапа является расчет показателей технического состояния основных средств; оценка размера, динамики и структуры капитальных вложений в основные средства, а также выявление первичных функциональных особенностей производственной деятельности<sup>1</sup> [8].

2. Анализ эффективности использования основных средств. Задачей этого этапа является расчет экономии основных средств, анализ возрастного состава оборудования, а также оценка технического состояния машин и оборудования<sup>2</sup>.

3. Анализ технологических процессов. Задачей этого этапа является анализ используемого оборудования, его технических характеристик, срока службы, эффективности работы, а также изучение оборудования и технологий на предприятии.

4. Энергетическое обследование строительных объектов компании. Задачей данного этапа является определение мер по повышению энергоэффективности, включая сбор документальной информации, инструментальную экспертизу, анализ информации и разработку рекомендаций по энергосбережению, и возможностей их реализации, а также анализ структуры потребления электроэнергии, структуры водоснабжения, водопотребления, газоснабжения и потребления газа, потребления топлива и тепла [8—10].

<sup>1</sup> Горбачев А. И. Организационно-экономические методы управления теплоснабжением в устойчивом развитии территорий : дис. ... канд. экон. наук. М., 2019.

<sup>2</sup> Там же.



Программа по формированию и реализации экологического потенциала энергосбережения для объектов строительной индустрии

5. Разработка программы формирования и реализации экологического потенциала энергосбережения строительных объектов предприятия. Задачей этого этапа является оценка текущего состояния строительных объектов, их эффективности, выявление существующих проблем и путей их решения с помощью предлагаемых мер, а также предложение конкретных мер и их расчет, разработка мер по энергосбережению и повышению энергоэффективности и определение основных мер по энергосбережению [11, 12].

6. Проведение сравнительного анализа эффекта от реализации программы энергосбережения. Задачей данного этапа является определение на основе

разработанной программы положительного эффекта предлагаемых инноваций и снижение годового энергопотребления и их стоимости, прогноз динамики на прогнозируемый период и анализ экономического и экологического эффекта предлагаемых мер [2, 13].

Из предлагаемой программы можно выделить такой момент, как недостаточно эффективное использование основных фондов предприятия, для оптимизации которого необходимо разработать программу мероприятий, позволяющих объективно оценить их техническое состояние и эффективность использования, а также их энергетическое обследование, на основе которого можно определить экономический и экологический эффект предлагаемых инноваций и спрогнозировать динамику на ближайшие годы, что позволит повысить эффективность работы предприятия строительной отрасли<sup>3</sup> [3].

Данная программа была применена на одном из предприятий Волгоградской области, что позволило снизить теплопотери и энергопотребление. Таким образом, на предприятии были разработаны следующие мероприятия по энергосбережению и повышению энергетической эффективности:

Мероприятие 1. Модернизация оборудования, замена устаревшего кожухотрубного теплообменника на разборную плиту «Альфа Лаваль».

Мероприятие 2. Замена ветхой изоляции наружных тепловых сетей с использованием современных пенополиуретановых оболочек, которые улучшают качество обеспечения потребителей тепловой энергией и повышают надежность трубопроводов.

Мероприятие 3. Внедрение преобразователей частоты 0,4 кВ. Когда они будут установлены, экономия энергии составит около 50 %.

Мероприятие 4. Замена электродвигателей мощностью 200 и 90 кВт на TNC-1 и TNC-2, что поможет значительно снизить затраты на электроэнергию (примерно на 25 %).

На основании разработанных мероприятий по повышению эффективности энергосбережения предприятие сможет достичь снижения расходов на тепловую и электрическую энергию. Для наглядности проведенной программы в сфере энергосбережения и последующей экономии энергоресурсов представим данные в табличной форме (табл. 2). Потенциал энергосбережения составит:

$$P_3 = 30,8391 \text{ т у. т./год.}$$

Потенциал энергосбережения в стоимостном выражении, тыс. руб.:

$$P_3 = 536\,981 \text{ тыс. руб./год.}$$

После проведения мероприятий следует показать эффект от энергосбережения на предприятии (табл. 3).

Также следует отметить, что энергосбережение повлекло за собой не только снижение издержек и повышение конкурентоспособности продукции, но и повышение устойчивости ТЭЖ и улучшение экологической ситуации, снижение затрат на введение дополнительных мощностей, а также снятие барьеров экономического развития за счет снижения технологических ограничений.

<sup>3</sup> Contracts in Norwegian Tunnelling. Norwegian Tunnelling Society NFF, 2022.

IEEE Guide for Control of Hydroelectric Power Plants. IEEE Power Engineering Society, 2021.

Т а б л и ц а 2

*Мероприятия по энергосбережению на предприятии в рамках реализации программы*

Мероприятие	Затраты, тыс. руб.	Экономический эффект, тыс. руб./год	Экологический эффект, тыс. руб./год	Экономия ресурсов в год	Сроки окупаемости
1. Замена кожухотрубного теплообменника на разборный пластинчатый фирмы Alfa Laval	25 000	25 068	17 280	14 856 Гкал (2,0804 т у. т.)	1 год
2. Замена изоляции наружных тепловых сетей	105 026	75 019	16 632	44 458 Гкал (6,5384 т у. т.)	1,4 года
3. Внедрение преобразователей частоты на 0,4 кВ	139 896	174 870	18 360	43 500 кВт·ч (14,9858 т у.т.)	0,8 лет
4. Замена электродвигателей на 200 и 90 кВт	154 922	262 024	15 768	21 500 кВт·ч (7,2345 т у. т.)	0,6 лет
<i>Итого</i>	424 844	536 981	68 040	30,8391 т у. т.	4 года

Т а б л и ц а 3

*Сравнительный анализ эффекта от внедрения программы по энергосбережению*

Наименование	До внедрения мероприятий	После внедрения мероприятий	Эффект от реализации
<i>Годовое потребление энергоресурсов</i>			
Тепловая энергия, Гкал	441 467	382 153	59 314
Электроэнергия, тыс. кВт/ч	8554	8489	65
<i>Стоимость энергоресурсов</i>			
Тепловая энергия, тыс. руб./год	467 481	333 482	133 999
Электроэнергия, тыс. руб./год	40 558	40 086	472

Таким образом, улучшение теплоизоляционных характеристик зданий и использование энергосберегающих, энергоэффективных технологий приведет к максимальному экономическому эффекту и снижению бюджетных расходов на теплоснабжение региона в целом [14, 15].

Нами была разработана и предложена к реализации программа формирования и реализации экологического потенциала энергосбережения объектов строительной отрасли, в рамках которой предусматривается разработка мероприятий, реализующих обеспечение топливно-энергетической экономии, снижение затрат на их оплату и улучшение экологической обстановки.

Также необходимо сказать о том, что использование энергосберегающих технологий и внедрение инноваций в области охраны окружающей среды на предприятиях строительной отрасли в будущем положительно скажется на их финансовой деятельности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Громов Н. К. Городские теплофикационные системы. М. : Энергия, 2018. 253 с.
2. Борисова Н. И., Борисов А. В. К вопросу об энергоресурсосбережении и энергоаудите ЖКХ регионов России в новых экономических условиях // Актуальные проблемы экономики и менеджмента. 2017. № 3(03). С. 11—17.



3. *Hoek E.* Geotechnical considerations in tunnel design and contract preparation, 1982. URL: <https://www.rocsience.com/assets/resources/learning/hoek/1982-Geotechnical-considerations-in-tunnel-design-and-contract-preparation.pdf>.
4. *Борисова Н. И., Борисов А. В.* Проблемы повышения энергоэффективности российских городов в новых инновационных экономических условиях // Актуальные проблемы внедрения энергоэффективных технологий в строительство и инженерные системы городского хозяйства : материалы II Междунар. науч.-практ. конф. Кызыл, 2017. С. 13—18.
5. *Борисова Н. И., Борисов А. В., Таранова А. В.* К вопросу об эколого-экономической эффективности природоохранной деятельности в городских районах в новых экономических условиях // Russian Journal of Management. 2018. Т. 4. Вып. 2(20). С. 162—168. DOI: 10.12737/19815.
6. *Чебанова С. А., Азаров А. В., Беккер М. Е.* Особенности и проблемы организационно-технологических решений строительства в стесненных условиях // Вестн. Волгогр. гос. архитектур.-строит. ун-та. Сер. : Стр-во и архитектура. 2019. Вып. 4(77). С. 146—152.
7. *Ковылин А. В., Карпузова Н. Ю., Еришова В. О., Рязова А. С.* Экспериментальное определение теплофизических свойств ограждающих конструкций зданий по тепловым измерениям на поверхностях // Вестн. Волгогр. гос. архитектур.-строит. ун-та. Сер. : Стр-во и архитектура. 2019. Вып. 3(76). С. 102—109.
8. *Горбачев А. И.* Организационно-экономические методы управления теплоснабжением в устойчивом развитии территорий : дис. ... канд. экон. наук. М., 2019.
9. Современное состояние теплоснабжения России / А. С. Некрасов, Ю. В. Синяк и др. // Проблемы прогнозирования. 2021. № 1.
10. *Phillips D.* Lighting Modern Buildings. CRC Press, 2013. 248 p.
11. *Сеннова Е. В.* Надежность систем энергетики и их оборудования. Т. 4. Надежность систем теплоснабжения. Новосибирск : Наука, 2020. 351 с.
12. *Громов Н. К.* Городские теплофикационные системы. М. : Энергия, 2018. 253 с.
13. *Кореннов Б. Е., Светлов К. С., Смирнов И. А.* Прогноз динамики теплотребления и структуры его покрытия от ТЭЦ и других источников тепла в России на период до 2025 г. // Теплоэнергетика. 2018. № 9.
14. *Хрилев Л. С., Смирнов И. А.* Оптимизация систем теплофикации и централизованного теплоснабжения / Под ред. Е. Я. Соколова. М. : Энергия, 2018. 264 с.
15. *Levy S. M.* Construction Calculations Manual. Elsevier Science, 2012.
16. *William W.* Recommended contract practices for underground construction. Edgerton, 2018.

© *Борисова Н. И., Христенко В. В., Благородова Т. В., 2023*

*Поступила в редакцию  
в декабре 2022 г.*

*Ссылка для цитирования:*

*Борисова Н. И., Христенко В. В., Благородова Т. В.* Формирование и реализация экологического потенциала энергосбережения для объектов строительной индустрии // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2023. Вып. 1(90). С. 361—370.

*Об авторах:*

**Борисова Наталья Ивановна** — канд. экон. наук, доц., доц. каф. городского строительства, экономики и управления проектами, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1; [borisovani06@mail.ru](mailto:borisovani06@mail.ru)

**Христенко Валерия Вячеславовна** — магистрант, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1; [lerok98khristenko@mail.ru](mailto:lerok98khristenko@mail.ru)

**Благородова Татьяна Владимировна** — студентка, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1; [blagorodovat@bk.ru](mailto:blagorodovat@bk.ru)

---

**Natalia I. Borisova, Valeria V. Khristenko, Tatyana V. Blagorodova**

**Volgograd State Technical University**

## **FORMATION AND REALIZATION OF ECOLOGICAL POTENTIAL OF ENERGY SAVING FOR OBJECTS OF THE CONSTRUCTION INDUSTRY**

Energy saving and energy efficiency after the entry into force of Federal Law “On Energy Saving and Energy Efficiency Improvement and on Amendments to Certain Legislative Acts of the Russian Federation” No. 261-FZ of 11/23/2009 have finally become important state tasks. Most of the measures taken today are superficial, fragmentary and do not entail any significant changes in terms of energy conservation.

In modern conditions, accelerating globalization and unstable national economy, the increase in energy saving of construction facilities is provided by an adequate program for the formation and realization of environmental potential as the basis of the company’s development strategy, while increasing the efficiency of activities is provided by the introduction of innovative technologies and the installation of energy-saving equipment.

The relevance of the research presented in this article is due to the need to search for promising directions to solve the problem of formation and realization of the environmental potential of energy saving of construction facilities.

**Key words:** environmental potential, energy conservation, natural resources, energy consumption, energy resources, construction industry.

*For citation:*

Borisova N. I., Khristenko V. V., Blagorodova T. V. [Formation and realization of ecological potential of energy saving for objects of the construction industry]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Seriya: Stroitel'stvo i arhitektura* [Bulletin of Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering. Series: Civil Engineering and Architecture], 2023, iss. 1, pp. 361—370.

*About authors:*

**Natalia I. Borisova** — Candidate of Economics, Docent, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya st., Volgograd, 400074, Russian Federation; borisovani06@mail.ru

**Valeria V. Khristenko** — Master's Degree student, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya st., Volgograd, 400074, Russian Federation; lerok98khristenko@mail.ru

**Tatyana V. Blagorodova** — Student, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya st., Volgograd, 400074, Russian Federation; blagorodovat@bk.ru