

Nadezhda Psareva

д.э.н. профессор, профессор департамента Менеджмента
Финансового университета при Правительстве РФ

Anton Gorbaczow

Аспирант кафедры экономики и менеджмента
Образовательного учреждения профсоюзов высшего образования
«Академия труда и социальных отношений»

ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ НА ОСНОВЕ ЛОКАЛЬНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ КАК ФАКТОР УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ТЕРРИТОРИЙ

HEAT SUPPLY ON THE BASIS OF LOCAL SOURCES OF ENERGY AS A FACTOR OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF TERRITORIES

ZASILANIE CIEPŁA NA PODSTAWIE LOKALNYCH ŹRÓDEŁ ENERGII JAKO CZYNNIK ZRÓWNOWAŻONEGO ROZWOJU TERYTORIÓW

Введение

Понятие «устойчивое развитие» («sustainable development») впервые сформулировано в 1987 г. в рамках доклада Международной комиссии по окружающей среде и развитию «Наше общее будущее» («Our common Future») как развитие, которое удовлетворяет потребности настоящего времени, но не ставит под угрозу способность будущих поколений удовлетворять свои собственные потребности [1, с. 15].

Возникновение концепции устойчивого развития связано с анализом экологических проблем в мире во взаимосвязи с социально-экономическим состоянием общества и поиском путей развития, учитывающих экологические

факторы в социально-экономическом развитии человечества, согласования человеческой деятельности с окружающей средой.

В докладе Римскому клубу «Пределы роста» 1972 года, отмечается ограниченность возможного роста в замкнутой системе, достижение устойчивого развития отождествляется с прекращением экспоненциального роста населения и выпуска промышленной продукции в мировом масштабе [2, с. 173]. Одним из условий устойчивого развития определяется стремление к достижению равновесного состояния численности населения и размера капитала и равномерного их распределения в масштабах планеты. Основным драйвером устойчивого развития является развитие технологий, позволяющих повысить качество жизни человечества без валового расширения материального и энергетического потребления.

В исследовании, проведенном под эгидой Римского клуба «Пределы роста. 30 лет спустя», отмечается, что человечество уже вышло за пределы устойчивого развития с возрастающей нагрузкой на окружающую среду [3, с. 21]. Пределы человеческой деятельности пройдены в связи с расходом ресурсов и выбросов в окружающую среду со скоростью, не соответствующей потенциальной емкости окружающей среды.

Обеспечение устойчивого энергоснабжения территорий является одной из 17 целей в рамках международной программы устойчивого развития до 2030 года, принятой на Саммите Организации Объединенных Наций 25 - 27 сентября 2015 года в Нью-Йорке [4, с. 17].

Устойчивое развитие территорий предполагает переход к модели «зеленой» экономики на принципах снижения потребления невозобновляемых энергетических и иных ресурсов, сокращения образования отходов и выбросов загрязняющих веществ в окружающую среду. Реализация «зеленой» экономической модели осуществляется посредством разработки и реализации экономических стратегий с использованием инструментария социальной и экологической политики, внедрения инновационных технологий, повышения энергетической эффективности, снижения уровней загрязнения, применения стандартов экологического менеджмента.

Социальные аспекты включают в себя личностное развитие, институциональные изменения с целью справедливого распределения благ, необходимость соблюдения баланса интересов, обеспечение качества жизни будущих поколений. Устойчивое развитие территорий находится в прямой зависимости с уровнем развития гражданского общества, осознания необходимости гармонизации отношений человека и окружающей среды. Развитие общественных институтов обеспечивает консолидацию усилий и вовлечение гражданского общества в обеспечение реализации целей и задач устойчивого развития. Механизмом вовлечения общества является адаптация целей и задач устойчивого развития с учетом интересов различных общественных структур на местном и региональном уровнях.

Экологические аспекты связаны с сохранением окружающей среды, целостностью природных систем, экологической безопасностью, определяющей качество жизни человека [5, с. 4].

Инструментами снижения негативного воздействия на окружающую среду являются ограничительные меры (система норм и штрафов) и стимулирующие меры (система торговли квотами на выбросы, энергосервисные контракты). На отдельных территориях используется комбинация инструментов с целью соблюдения баланса между целями снижения выбросов и поддержки производственного сектора экономики.

Развитие энергосистем территорий в рамках концепции устойчивого развития заключается в увеличении доли потребления первичной энергии из возобновляемых источников, обеспечения надежности энергоснабжения, повышения энергетической эффективности, обеспечения всеобщего доступа к недорогим, надежным, устойчивым и современным источникам энергии и к экологически чистым энергетическим услугам.

В рамках концепции устойчивого развития использование энергетических ресурсов оценивается показателями скорости восстановления возобновляемых ресурсов, скорости замещения невозобновляемых ресурсов возобновляемыми, скорости разложения и переработки окружающей средой продуктов энергетической деятельности.

В отношении невозобновляемых энергетических ресурсов ключевым фактором устойчивого использования является возможность окружающей среды по переработке негативного воздействия. Переход к устойчивому энергетическому использованию представляется как повышение эффективности энергетического производства/потребления и использование возобновляемых источников энергии.

Помимо основных признаков неустойчивого энергетического развития — истощения запасов ресурсов и увеличения уровней загрязнения, также определены следующие:

- дополнительные ресурсы привлекаются для обслуживания окружающей среды (обработка сточных вод, очистка воздуха и воды, борьба с наводнениями, восстановление питательных веществ в почве, опыление, сохранение биоразнообразия и т. д.),
- привлечение капитала и рабочей силы на добычу ресурсов в труднодоступных месторождениях, удаленных регионах,
- развитие технологий использования менее ценных ресурсов, обладающие низким содержанием целевых продуктов,
- выбывание основных энергетических фондов превышает темпы инвестирования и ввода новых объектов,
- увеличение государственных субсидий в целях устранения негативных экономических эффектов в результате истощения ресурсов.

Повышение эффективности использования природных (в том числе энергетических) ресурсов, снижение затрат природных ресурсов и объемов загрязнений на единицу конечного продукта (эффект «декаплинга») достигается за счет повышения эффективности использования доступных ресурсов, научно-технического развития, внедрения инноваций в производственные процессы.

Теплоэнергетика на основе локальных энергетических ресурсов.

Энергетика – в целом, и теплоснабжение – в частности, является ключевой сферой внедрения концепции устойчивого развития, обладающей экологическим потенциалом снижения выбросов вредных веществ в окружающую среду, сокращения теплового воздействия на атмосферу, утилизации радиоактивных отходов атомной энергетики.

Теплоснабжение является ключевым фактором реализации концепции устойчивого развития, в связи с экологическим потенциалом снижения негативного воздействия на окружающую среду, социальной значимостью осуществления бесперебойного и безопасного теплоснабжения, экономическим потенциалом оптимизации расходов и снижения стоимости тепловой энергии для потребителей. Теплоснабжение выполняет жизненно важную функцию снабжения домохозяйств, производственных и непромышленных объектов в целях отопления, горячего водоснабжения, и в производственных целях.

Устойчивое развитие территорий предполагает переход от экстенсивной сырьевой модели на основе использования ископаемого топлива к модели использования возобновляемых локальных энергетических ресурсов, развития природно-ресурсного потенциала территорий, повышения энергетической эффективности, обеспечения надежности и снижения нагрузки на окружающую среду в сфере теплоснабжения.

Объем и структура потребляемых энергоресурсов в целях теплоснабжения существенно различается в зависимости от представленного в той или иной стране или регионе промышленного производства, бытового потребления, располагаемых источников первичной энергии.

В мире на производство тепловой энергии затрачивается около одной трети от общего объема потребления первичных энергоресурсов. В общей структуре потребляемого топлива в целях теплоснабжения 3/4 составляет переработка ископаемого топлива с приоритетным использованием природного газа, угля и нефтепродуктов [6, с. 13].

Например, в связи с тем, что Китай является мировым лидером в металлургии и производстве цемента, обладает запасами угля на территории – большая доля потребляемой энергии в целях теплоснабжения приходится на уголь (85%), что соответственно влияет на структуру энергопотребления.

Использование традиционных видов топлива (природный газ, уголь, нефтепродукты) в целях производства тепловой энергии обуславливает

необходимость их транспортировки от мест производства до мест потребления, что, соответственно, увеличивает стоимость тепловой энергии за счет транспортировки. В этой связи использование локального (местного) энергетического потенциала значительным образом может повысить энергетическую эффективность теплоснабжения в муниципальных образованиях, удаленных от мест добычи традиционных видов топлива, при отсутствии магистральной инфраструктуры их доставки.

В настоящее время показательны результаты многолетних как международных, так и региональных усилий по развитию альтернативных источников энергии. Потребление первичных энергоресурсов в целях бытового теплоснабжения составляет 2 874,3 млн. т.у.т.[6, с. 16], из которых 43% составляют возобновляемые источники энергии, на долю использования природного газа, нефтепродуктов и угля относятся 30%, 16% и 8% соответственно (Рисунок 1).

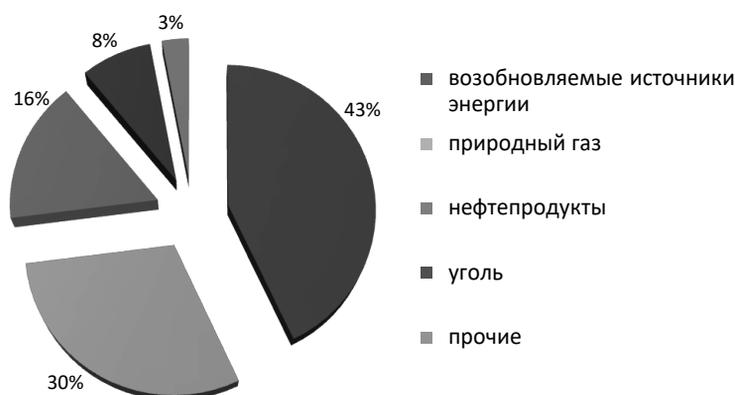


Рисунок 1. Структура энергопотребления в целях теплоснабжения в бытовом секторе, %

Источник: [6, с. 16].

В отличие от бытового теплоснабжения, использующего теплоноситель при низких температурах (до 100°C), в промышленности около 40% потребляемой тепловой энергии осуществляется в высокотемпературном режиме в зависимости от производственных потребностей отраслей. С этим связано сохранение высокой доли использования ископаемого топлива с соответствующими теплотворными свойствами.

Объем потребляемых первичных источников энергии в целях теплоснабжения промышленного сектора составляет 2 700 млн. т.у.т., или 46% от общемирового уровня. Основным видом топлива для теплоснабжения промышленности служит уголь – 1 100 млн. т.у.т. (42%), природный газ – 800 млн. т.у.т. (27%), нефтепродукты – 480 млн. т.у.т. (20%), возобновляемые источники – 300 млн. т.у.т. (10%) (Рисунок 2).



Рисунок 2. Структура энергопотребления в целях теплоснабжения в промышленности, %

Источник: [6, с. 17].

Крупнейшими промышленными отраслями-потребителями тепловой энергии в мире являются: металлургия, добыча полезных ископаемых, химическая промышленность, целлюлозно-бумажная промышленность (использующая большую долю возобновляемой энергии в целях теплоснабжения – отходы собственного производства), пищевая промышленность.

В бытовом секторе 2/3 тепловой энергии вырабатывается индивидуальными источниками тепловой энергии с приоритетным использованием природного газа и нефтепродуктов. Общая доля централизованного теплоснабжения находится на уровне 13% (Рисунок 3).

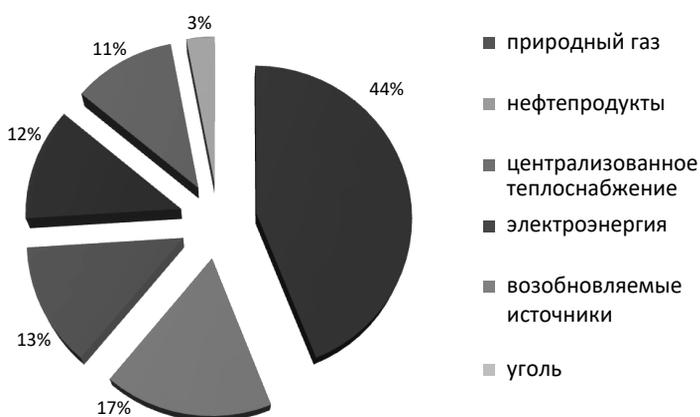


Рисунок 3. Структура энергопотребления в целях теплоснабжения в бытовом секторе и сфере обслуживания стран Европейского союза, %

Источник: [7, с. 11].

Средняя стоимость тепловой энергии из систем централизованного теплоснабжения составляет около 87,3 евро/Гкал, стоимость тепловой энергии

от котельных составляет от 104,7 евро/Гкал (топливо - природный газ) до 151,2 евро/Гкал (топливо - нефтепродукты) [8, с. 64].

Особенности свойств тепловой энергии и теплоносителя обуславливают локальность рынков тепловой энергии и систем теплоснабжения: ограниченность расстояния эффективной передачи теплоносителя от производителей до потребителей с сохранением потребительских свойств (температура, плотность). Поэтому система теплоснабжения на всей цепочке производства-транспортировки-потребления размещается в рамках районного или муниципального образования.

К локальным топливно-энергетическим ресурсам, используемым в целях теплоснабжения, относятся как традиционные виды ископаемого топлива (природный газ, уголь), традиционные «забытые» источники (лесная биомасса, торф), так и нетрадиционные источники энергии (геотермальная, солнечная, ветровая энергия) [9, с. 801]. Развитие использования местных видов топлива требует наличия соответствующего сырьевого потенциала региона, а также создания производственной базы, обеспечивающей стабильность поставок топлива на объекты энергоснабжения.

В регионах, не имеющих источников традиционного ископаемого топлива, при дорогостоящей структуре доставки энергоносителей необходимо рассматривать эффективность использования локальных видов топлива. По экспертной оценке, стоимость доставки традиционных энергоносителей в труднодоступные и удаленные районы увеличивается в 3–10 раз по сравнению с районами, имеющими магистральное обеспечение энергоносителями [10,11].

Наибольшая эффективность использования локальных видов топлива на территориях, не располагающих источниками традиционного ископаемого топлива, при дорогостоящей структуре доставки энергоносителей. По экспертной оценке, стоимость доставки традиционных энергоносителей в труднодоступные и удаленные районы увеличивается в 3–10 раз по сравнению с районами, имеющими магистральное обеспечение энергоносителями [10, 12]. Падалко О.В. показывает, что для энергообеспечения отдаленных территориально-административных образований (ОТАО) – от средних и малых городов и крупных поселков до микронаселенных пунктов и отдельных объектов, где постоянно живут (точнее, выживают) и трудятся 10–50 человек. Основным критерием отдаленности ОТАО завоз топлива:

- приводит к его удорожанию для потребителя в 10–30 раз по сравнению с ценой у поставщика. При этом тезис о том, что это удорожание «компенсируется региональными администрациями», не состоятелен, де-факто это компенсация за счет региональных налогоплательщиков;
- покрывая лишь бытовые нужды жителей ОТАО, завоз создает в них хронический энергодефицит и исключает возможности стабильного

- социально-экономического развития ОТАО, приводя к растущему оттоку из ОТАО работоспособного населения;
- связан с прямым (бесмысленный расход ГСМ на транспортировку топлива) и косвенным (интернальные затраты) эколого-экономическим ущербом для ОТАО;
 - является экономически и финансово абсолютно непрозрачным, открытым для широкого спектра соответствующих злоупотреблений [12].

Доля затрат на топливо в структуре стоимости производства тепловой энергии составляет до 60% [11, с. 59], что, в конечном счете, определяет стоимость тепловой энергии.

Наиболее дорогостоящими видами топлива являются топочный мазут, отходы лесозаготовок и биогаз. Необходимо отметить, что стоимость приобретения мазута потребителями может быть дополнительно увеличена за счет доставки до 50% от стоимости производства. Высокая стоимость приобретения отходов лесозаготовок в энергетических целях связана с низкой теплотворной способностью и, соответственно, большим количеством для выработки 1 Ккал тепловой энергии. Высокий уровень стоимости биогаза связан с капитальными и инвестиционными затратами инновационных технологий. Экономически привлекательным представляется использование торфяных ресурсов местности, топливной древесины, отходов деревоперерабатывающих производств. Перспективными видами топлива является газообразное биотопливо, поскольку стоимость будет снижаться с развитием технологий, а также в процессе производства возможно получение ценных попутных продуктов переработки биоматериала.

В целях теплоснабжения в качестве биотоплива в основном используется вторичная биомасса в виде отходов лесной промышленности и деревообработки – дров, кородревесных отходов, щепы, опилок. В отдельных случаях в качестве топлива используются топливные гранулы (пеллеты).

В то же время, существует тенденция увеличения доли использования газообразного биотоплива в системах теплоснабжения отдельных территорий (Рисунок 4).

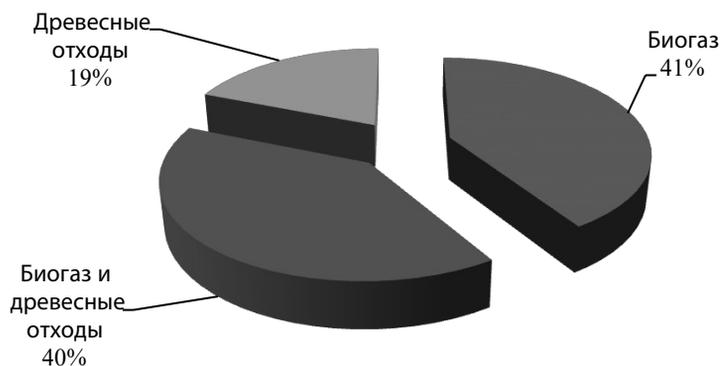


Рисунок 4. структура использования биотоплива в системах теплоснабжения на территории Германии

Источник: [14,с. 16].

Во многих системах централизованного теплоснабжения Европы используется биотопливо в виде отходов лесного или сельского хозяйства. Отпуск тепловой энергии, выработанной из биотоплива, составляет 58 млн. Гкал в год [15,с. 47].

Лидирующее положение по использованию био-топлива в целях теплоснабжения занимает Швеция, весьма существенна доля выработанной тепловой энергии из биотоплива в Германии, Австрии, Дании и Финляндии.

Использование вторичной биомассы посредством сжигания отходов лесопромышленного комплекса приводит к тепловому КПД на уровне 30-40% и невозможности реализации химико-технологического потенциала биомассы.

В результате технологических процессов пиролиза и газификации биомассы возможна конверсия в жидкие (биодизель), твердые (биоуголь) и газообразные (синтез-газ) продукты с возможностью достижения КПД на уровне 90-94% [16].

Экологическим фактором использование биотоплива в качестве источника энергии является снижение нагрузки на окружающую среду: количество CO₂, выбрасываемое в атмосферу, эквивалентно количеству, ранее извлеченному из атмосферы (таблица 1).

Таблица 1. Выбросы от энергетического производства в окружающую среду с использованием различных первичных источников энергии, г./кВт-ч

Вид выбросов	Первичные источники энергии				
	Биомасса	Геотермальная энергия	Природный газ	Дизельное топливо	Уголь
CO ₂	17-27	79	430	772	955
SO ₂	0,07-0,16	0,02	-	1,6	11,8
NO _x	1,1-2,5	0,28	0,5	12,3	4,3

Источник: [17, с. 114].

Условием увеличения доли использования торфяного топлива в целях энергоснабжения является развитие торфяной промышленности. Особенности торфяного топлива является низкая транспортабельность и энергоёмкость, ограниченный сезон добычи, при этом средний уровень цен на топливный торф ниже среднего уровня цен на природный газ на 40%, ниже цен на бурый и каменный уголь на 50% и 60% соответственно [18, с. 24].

Потенциал использования геотермальной энергии связан с географическим расположением и геологическими свойствами недр. Лидирующее положение по использованию геотермальной энергии занимают США где, по оценкам, ежегодное потребление геотермальной энергии в США эквивалентно 60 миллионам баррелей нефти и предотвращает выброс 22 миллионов тонн углекислого газа [19, с. 25].

В Европе потенциал использования геотермальной энергии составляет четвертую часть общего потребления тепловой энергии. Согласно данным Европейского совета по использованию геотермальной энергии (EGEC) за 2011 год, в 212 системах централизованного теплоснабжения Европы частично используется геотермальная энергия. Основными европейскими странами, использующими геотермальную энергию, являются Исландия (0,7 ГВт), Италия (0,9 ГВт), Турция (0,6 ГВт), Германия (0,04 ГВт), Португалия (0,03 ГВт) [20, с. 10].

Дополнительными локальными энергоресурсами в целях теплоснабжения является солнечная энергия (на территориях с благоприятными климатическими условиями) и переработка отходов в энергию (в случае организации перерабатывающих мощностей и соблюдения экологических норм). Тепловые установки, использующие солнечную энергию и связанные с системами централизованного теплоснабжения, действуют на территории Дании, Германии, Австрии и Швеции. На территории Евросоюза действуют 407 заводов по переработке отходов в энергию (Waste-to-Energy), производительностью на уровне 39 млн. Ккал в год (переработка 65 млн. тонн отходов в год) [15, с. 45].

Развитие теплоснабжения территорий на основе локальных источников энергии позволяет осуществлять гибкую топливную политику в зависимости от текущих природно-климатических условий и необходимых режимов

теплоснабжения посредством интеграции в систему теплоснабжения генерирующих мощностей на основе ископаемого топлива, био-топлива, солнечной энергии, геотермальной энергии, электрической энергии.

Подходами к организации теплоснабжения в целях устойчивого развития территорий являются:

- разработка схем и планов теплоснабжения территорий с учетом использования возобновляемых (локальных) источников энергии исходя из обеспечения энергетической безопасности, снижения воздействия на окружающую среду, социально-экономического развития территорий,
- информационное обеспечение повышения энергетической эффективности, систематический анализ доступных энергетических технологий и оборудования, показателей внедрения,
- инвестиционная политика, соответствующая целям и задачам устойчивого развития (повышение энергетической эффективности производства-транспортировки-потребления тепловой энергии),
- снижение административных барьеров, государственная и муниципальная поддержка устойчивого развития с использованием административно-правовых и финансово-экономических инструментов в части налоговой и кредитной политики, предоставления субсидий и грантов, ценового регулирования,
- совершенствование экологического законодательства, создание системы экономической оценки воздействия на состояние окружающей среды, увеличение ответственности за нарушение нормативов и требований.

Обеспечение устойчивого развития теплоснабжения предполагает ключевую роль государственного и муниципального управления, необходимость реализации пилотных проектов и разработка «дорожной карты», позволяющей адаптировать подходы и инструменты организационного теплоснабжения в целях устойчивого развития территорий.

Аннотация

В статье рассмотрены перспективы устойчивого развития территорий на основе использования локальных топливно-энергетических ресурсов в целях теплоснабжения. Рассмотрен потенциал использования местных топливно-энергетических ресурсов для теплоснабжения. Рассмотрены текущие тенденции использования локальных энергетических ресурсов в виде первичной, вторичной биомассы, продуктов газификации биомассы. Представлены данные по использованию торфяного топлива, геотермальных источников в локальных энергосистемах. В заключении аргументирован вывод необходимости развития систем теплоснабжения на основе локальных источников энергии. Представлены подходы к организации теплоснабжения в целях устойчивого развития территорий.

Ключевые слова: теплоснабжение, энергетическая политика, энергоснабжение территорий, локальные топливно-энергетические ресурсы, возобновляемая энергия.

Summary

The article discusses the prospects for sustainable development of territories based on the use of local fuel and energy resources for the purposes of heat supply. The potential of using local fuel and energy resources for heat supply is considered. Current trends in the use of local energy resources in the form of primary, secondary biomass, gasification products of biomass are considered. Data on the use of peat fuel, geothermal sources in local power systems are presented. In conclusion, the conclusion is substantiated the need to develop heat supply systems based on local energy sources. The author presents approaches to the organization of heat supply for sustainable development of the territories.

Key words: heat supply, energy policy, energy supply of territories, local fuel and energy resources, renewable energy.

Streszczenie

Artykuł rozważa perspektywy zrównoważonego rozwoju terytoriów w oparciu o wykorzystanie lokalnych zasobów paliw i energii do celów zaopatrzenia w ciepło. Uwzględnia się potencjał wykorzystania lokalnych zasobów paliw i energii do zaopatrzenia w ciepło. Wskazano bieżące trendy w wykorzystaniu lokalnych zasobów energetycznych w postaci pierwotnej, wtórnej biomasy, produktów zgazowania biomasy. Przedstawiono dane na temat wykorzystania torfu, źródeł geotermalnych w lokalnych systemach energetycznych. Podsumowując, wniosek jest uzasadniony potrzebą opracowania systemów zaopatrzenia w ciepło opartych na lokalnych źródłach energii. Podano podejścia do organizacji zaopatrzenia w ciepło dla zrównoważonego rozwoju terytoriów.

Słowa kluczowe: zaopatrzenie w ciepło, polityka energetyczna, dostawy energii do terytoriów, lokalne zasoby paliw i energii, energia odnawialna.

Литература:

1. United Nations. Our Common Future: Report of the World Commission on Environment and Development. — Oxford, Oxford University Press, 1987. — 247 с.
2. Медоуз Д. и др. Пределы роста/ Пер. с англ. — М.: Изд-во МГУ, 1991. — 208 с.
3. Медоуз Д. и др. Пределы роста. 30 лет спустя/ Пер. с англ. — М.: ИКЦ «Академкнига», 2007. — 342 с.
4. Резолюция Генеральной Ассамблеи ООН от 25 сентября 2015 года. Преобразование нашего мира: Повестка дня в области устойчивого развития на период до 2030 года / United Nations: [Электронный ресурс] URL: http://www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/RES/70/1&Lang=R(дата обращения: 14.05.2018)
5. Бобылев С.Н., Захаров В.М. «Зеленая» экономика и модернизация. Эколого-экономические основы устойчивого развития / С.Н. Бобылев — М.: ООО «Полиграфия и реклама», 2012. — 89 с.
6. International Energy Agency. Heating without global warming. — Paris.: IEA Publications, 2014. — 86 с.

7. Euroheat & Power. Future prospects on CHP/DHC— Brussels.: Euroheat & Power, 2014. — 25 с.
8. Aalborg University. Enhanced Heating and Cooling Plans to Quantify the Impact of Increased Energy Efficiency in EU Member States. — Denmark.: Department of Development and Planning Aalborg University, 2016. — 187 с.
9. Псарева Н.Ю. Горбачева А.Н. Перспективы развития систем теплоснабжения в России на основе локальных источников энергии // Экономика и предпринимательство. — 2017. — №10 (ч.2). — С.800-807
10. Падалко О.В. Отходы биологического происхождения как региональное энергетическое сырьё // Экологические проблемы регионов. — 2002. — №2. — С.16-21
11. Доклад «Теплоэнергетика и централизованное теплоснабжение России в 2012-2013 годах» // Министерство энергетики Российской Федерации [Электронный ресурс: <http://www.rosteplo.ru/Image/news/2015/07/dokladnenergoCT.pdf> (дата обращения: 14.05.2018)]
12. Падалко О.В. Энергообеспечение отдаленных регионов // Независимая газета [Электронный ресурс: http://www.ng.ru/ng_energiya/2014-06-10/13_regions.html (дата обращения: 14.05.2018)]
13. Средние цены производителей на отдельные виды промышленных товаров по Российской Федерации в 2010-2016 гг. // Федеральная служба государственной статистики: [Электронный ресурс] URL: http://www.gks.ru/free_doc/new_site/prices/prom/cena-OKPD.xls (дата обращения: 14.05.2018)
14. Специальное Агентство по Возобновляемым Ресурсам Германии. «Биоэнергетическая деревня. Руководство по практическому внедрению. Сокращенный перевод ТП «Биоэнергетика» // Технологическая платформа «Биоэнергетика»: [Электронный ресурс] URL: http://www.tp-bioenergy.ru/publications/articles/bioenergeticheskaya_derevnya/ (дата обращения: 14.05.2018)
15. Aalborg University. Heat Roadmap Europe 2050. — Denmark.: Department of Development and Planning Aalborg University, 2013. — 236 с.
16. Падалко О.В. Вторая жизнь «ненужной» биомассы // Независимая газета: [Электронный ресурс] URL: http://www.ng.ru/ng_energiya/2014-06-10/13_biomass.html (дата обращения: 14.05.2018)
17. Возобновляемая энергия в России. От возможности к реальности // Международное энергетическое агентство: [Электронный ресурс] URL: <http://www.iea.org/russian/pdf/RenewRussian2003.pdf> (дата обращения: 14.05.2018)
18. Энергетический бюллетень. Выпуск № 17 // Аналитический центр при Правительстве РФ: [Электронный ресурс] URL: <http://ac.gov.ru/files/publication/a/3822.pdf> (дата обращения: 14.05.2018)
19. Worldwatch Institute. American Energy: The Renewable Path to Energy Security. — Washington DC.: Worldwatch Institute, 2006. — 38 с.
20. Geothermal Energy Association. 2016 Annual U.S. & Global Geothermal Power Production Report / Geothermal Energy Association: [Электронный ресурс] URL: <http://www.geo-energy.org/reports/2016/2016%20Annual%20US%20Global%20Geothermal%20Power%20Production.pdf> (дата обращения: 14.05.2018)