

СТАРТОВЫЕ УСЛОВИЯ ДЛЯ РАЗВИТИЯ ГЕОТЕРМАЛЬНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ В УКРАИНЕ

В статье представляется анализ современного состояния геотермальной энергетики в Украине. Рассмотрены основные факторы, определяющие развитие отрасли: информация о ресурсах, организационно-правовая основа, государственная поддержка и финансирование. Украина располагает значительными запасами геотермальной энергии, расположенными на большей части ее территории. В стране имеется законодательство, регулирующее разработку геотермальных проектов, существуют многочисленные льготы на производство геотермальной энергии, имеется правительственная поддержка, поэтому стартовые условия для ее развития с подъемом экономики достаточно оптимистичны.

К л ю ч е в ы е с л о в а: стартовые условия, геотермальная энергетика, информация, ресурсы, законодательство, финансы.

В Украине проблемами геотермальной энергетики начали заниматься с середины 50-х гг. прошлого столетия. В 1962 г. в Институте теплоэнергетики Академии наук Украины академиком А.Н. Щербанем и О.А. Кремневым был предложен новый способ извлечения теплоты глубинных слоев Земли – создание геотермальных циркуляционных систем (ГЦС) – систем с принудительной циркуляцией теплоносителя через подземные проницаемые слои, как природные, так и созданные искусственно. В научном коллективе под руководством доктора технических наук А.В. Шурчкова были созданы научные основы функционирования систем ГЦС, были проведены научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы, включая исследования гидродинамических, тепловых и геомеханических процессов, разработаны новые принципы технологических схем добычи тепловой энергии горных пород, были определены основные перспективные направления использования геотермальной энергии и технические решения по их реализации. Были доведены до опытно-промышленной и промышленной стадии внедрения ряд технологий и установок, в том числе, для геотермального теплоснабжения населенных пунктов, промышленных, сельскохозяйственных, социальных, коммунально-бытовых и других объектов.

Практическое освоение термальных вод в Украине началось в 1986 г. со строительства геотермальной циркуляционной системы, состоящей из одной подъемной и одной нагнетательной

скважины в с. Ильинка Сакского района АР Крым для отопления административных зданий. Большинство реализованных проектов геотермального энергоснабжения географически были расположены в Закарпатской области (Береговский и Мукачевский районы), в Крыму (Джанкойский, Красновардейский, Сакский районы), Херсонская область (с. Чонгар).

В 1983 г. Институтом «Атомтеплоэлектропроект» было начато проектирование геотермальных электростанций с подземными циркуляционными системами.

Был накоплен большой опыт оценки глубинных ресурсов и запасов геотермальной энергии. В начале 90-х гг. специалистами Государственного комитета геологии Украины была составлена карта прогнозных геотермальных ресурсов Украины, были оценены ресурсы термальных вод и геотермальной энергии, содержащейся в сухих горных породах. В стране была создана прочная основа для развития геотермальной энергетики.

Однако начиная с конца 90-х гг., несмотря на наличие значительных запасов геотермальной энергии и проблем с энергоносителями, по целому ряду причин как объективных, так и субъективных, объемы научно-исследовательских работ и их практическая реализация резко сократились.

За последние 20 лет в мировой практике появились новые технологии, методики прогнозирования геотермальных ресурсов, извлечения и использования теплоносителей, глубинного бурения, планирования и создания геотермальных проектов. Мировые тенденции развития энерге-

тической отрасли таковы, что раньше или позже Украина вынуждена будет развивать альтернативную энергетику, в том числе и геотермальную.

Развитие геотермальной энергетики в любой стране определяется четырьмя основными факторами: 1. информация о ресурсах; 2. организационная и правовая основа; 3. государственная поддержка; 4. финансы.

Рассмотрим основные аспекты современного состояния геотермальной энергетики в Украине.

Информация о ресурсах является одним из ключевых элементов, влияющих на решение о разработке геотермальных проектов или программ. Потенциальным разработчикам и инвесторам необходима информация на государственном уровне о геотермальных ресурсах: данные глубокого бурения о температуре, давлении, проницаемости, о ресурсах подземных вод.

Согласно [1], основные прогнозные ресурсы термальных вод на территории Украины, где можно организовать их добычу в промышленных масштабах, сосредоточены в Закарпатском, Прикарпатском, Днепровско-Донецком и Причерноморском артезианских бассейнах. По расчетам Государственного комитета по геологии Украины они составляют 27,3 млн. м³/сут. со средней температурой 70 °С.

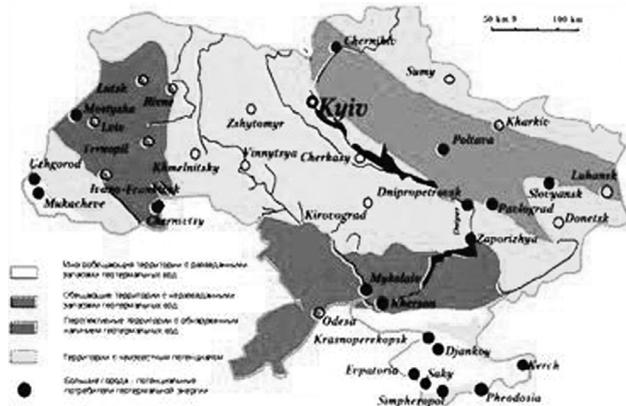


Рис. 1. Основные прогнозные ресурсы термальных вод на территории Украины

Прогнозные ресурсы глубинной теплоты Земли, аккумулированной в непроницаемых горных породах, расположенных на глубине 3–5 км на территории платформенных структур Украинского кристаллического щита и части Воронежского кристаллического массива, составляют $322,7 \times 10^{12}$ ГДж.

Имеются ряд термоаномальных площадей, где на глубинах 3,5–4,5 км в проникающих коллекторах имеются перегретые термальные воды с температурой 170–210 °С, которые могут быть использованы для создания геотермальных электростанций. Эти области расположены в Закарпатской, Харьковской, Донецкой областях и в

Крыму. Данные об этих площадях базируются на результатах поискового бурения и испытаниях отдельных геологоразведочных скважин. Однако данные разных источников о потенциале этих площадей часто противоречивы и требуют дополнительных исследований.

Расчеты перспективного теплоэнергетического потенциала термальных вод и сухих горных пород, технически-доступного энергетического потенциала и ожидаемой энергетической мощности тепло- и электрогенерирующих геотермальных установок проводили в Институте технической теплофизики НАН Украины, в Институте возобновляемых источников энергии НАН Украины, в УкрГипроНИИнефть, в Государственном Агентстве Энергоэффективности.

В табл. 1 представлена попытка систематизировать данные об оценках ресурсов и запасов тепловой энергии термальных вод и горных пород Украины. Данные представлены в том виде и в тех единицах, в которых они опубликованы в открытых источниках.

Таблица 1. Прогнозная геолого-экономическая оценка ресурсов и запасов тепловой энергии горных пород в Украине

Ресурсы и запасы	Объемы	Источник информации
Прогнозное количество геотермальных ресурсов	438·10 ⁹ кВт·ч/год	[3]
	1022 Дж	[4]
	40 ГВт	[5]
Технически доступные геотермальные ресурсы	453 млн Гкал/год	[6]
	90 000 ГВт·ч/год	[7]
	262,8·10 ⁹ кВт·ч/год	[3]
	16,68 тыс. ГВт·ч/год	[8]
Экономически целесообразные для освоения	180·10 ⁹ кВт·ч/год	[3]
	10 ГВт	[5]
Потенциал термальных вод	0,6 млн Гкал/год	[6]
	2,14 млн Гкал/год	
	453 млн Гкал/год	
	47574,6 МВт	[4]
	16,68·10 ³ ГВт·ч/год	[8]
	1,9 млрд МВт·ч/год	[9]
Прогнозируемые общие мощности ГеоТЭС	200–250 млн кВт	[6]
	200–250 млн кВт	[3]
	230 МВт	[8]
	414 МВт	[2]
Тепловая мощность действующих геотермальных станций по данным на 2017 г.	тепловая – 10,9 МВт, электрическая – 0,17 МВт	[10]

Проанализировать данные и привести их к какому-то общему знаменателю практически невозможно, поскольку они выполнены по различным, часто не указанным, методикам, в разных единицах, иногда разнятся между собой на порядки.

Для сравнения в табл. 2 и 3 приведены данные по использованию геотермальной энергии в мире и лидирующих странах.

Таблица 2. Установленные мощности ГеоЭС и производство электроэнергии в 2015 г.

Регион	Установленная мощность, МВт	Произведено энергии, ГВт·ч/г
В мире	12 635	73 549
США	3 450	16 600
Европа	2 133	14 821
Россия	82	441

Таблица 3. Прямое использование геотермальной энергии в 2014 г.

Регион	Установленная мощность, МВт	Произведено тепловой энергии	
		ГВт·ч/год	ТДж/год
В мире	70 328,98	587 786,43	163 287,07
США	17 415,91	75 862,2	21 074,52
Исландия	2 040,0	26 717,0	7 422,0
Франция	2 346,9	15 867,0	4 407,85
Украина	10,9	118,8	33,0

Украина по масштабам использования геотермальной энергии критично отстает не только от ведущих в данной отрасли стран, но и от стран-соседей, имеющих аналогичный или даже меньший потенциал геотермальных источников. Одной из причин такого состояния можно назвать, в том числе, и отсутствие полноценной информации о ресурсах геотермальной энергии в Украине.

В рамках ООН осуществляется Программа Университета ООН по подготовке специалистов в области геотермальной энергетики, которая предлагает практику по геологической разведке, по геологии бурения, геофизических поисков, по геофизике скважин, по разработке резервуаров, по химии термальных вод, по использованию геотермальных ресурсов. Цель программы состоит в том, чтобы помочь развивающимся странам и странам Центральной и Восточной Европы со значительным геотермальным потенциалом подготовить специалистов современного уровня со знаниями в области геотермальных исследований и их устойчивого освоения. За последние годы в Программе приняли участие научные работники и инженеры из 39 стран, в том числе, из Польши и Венгрии. Представляется, что участие украинских специалистов в этой программе помогло бы

активизировать и ускорить реанимацию геотермальных программ в Украине.

Правовое регулирование использования возобновляемых источников энергии. В мировой практике необходимыми для стимулирования использования возобновляемых источников энергии считаются: национальная стратегия в данной области, соответствующая законодательная база, прозрачность и добросовестность конкуренции со стороны традиционной энергетики, рост инвестиций. В нормативно-правовых актах закреплены такие меры, как специальные тарифы на покупку «зеленой энергии», финансируемые из средств государственного бюджета, субсидии для производителей энергии из возобновляемых источников, «зеленые сертификаты», льготные кредиты, освобождение от уплаты экологических налогов и т.п. Так, например, в Японии государство берет на себя обязательства по возмещению расходов на закупку и даже, в некоторых случаях, содержание оборудования, необходимого для производства «зеленой энергии». В Евросоюзе принята Директива 2009/28/ЕС Европейского парламента и Совета ЕС от 23.04.2009 г. «О стимулировании использования энергии из возобновляемых источников энергии», в которой закреплены основные мероприятия, способствующие увеличению использования возобновляемых источников энергии. Например, страны, входящие в Европейский Союз, должны разработать национальные планы действий по внедрению «зеленой энергетики» в свою экономику. Помимо нормативно-правовых актов, в странах Европейского союза создаются специализированные органы, основным направлением деятельности которых является разработка программ по совершенствованию правового регулирования в области энергетики и подготовка практических мер по их реализации.

В Украине основными нормативно-правовыми документами в сфере альтернативных источников энергии являются:

- Закон Украины «Об альтернативных источниках энергии» от 20.02.2003 г. № 555-IV.
- Закон Украины «Об энергосбережении» от 01.07.1994 г. № 74/94-ВР;
- Кодекс о недрах Украины.
- Закон Украины «О теплоснабжении» от 02.06.2005 № 2633-IV
- Закон Украины «Об электроэнергетике» от 10 января 2002 года N 2921-III
- Закон Украины «О землях энергетики и правовом режиме специальных зон энергетических объектов» от 09.07.2010 г. № 2480-17;
- Налоговый кодекс Украины.

Закон Украины об альтернативных источниках энергии, базирующийся на Конституции Украины, декларирует основные принципы государствен-

ной политики в сфере альтернативных источников энергии, заключающиеся в наращивании объемов производства и потреблении энергии, произведенной из альтернативных источников с целью снижения потребления традиционных топливно-энергетических ресурсов.

Согласно энергетической стратегии Украины в отрасли геотермальной энергетики до 2030 г. планируется достичь следующих показателей:

Год	2005	2010	2020	2030
Геотермальная энергетика, ГВт	0,02	0,08	0,19	0,7

Кодекс о недрах Украины определяет права собственности на недра и декларирует, что «недра являются исключительной собственностью Украинского народа и предоставляются только в пользование. Пользователями недр могут быть предприятия, учреждения, организации, граждане Украины, а также иностранные юридические лица и граждане. Недра в пользование для добычи подземных вод (кроме минеральных) ... предоставляются без предоставления горного отвода на основании специальных разрешений»

Закон Украины о землях энергетики определяет основные принципы предоставления и использования земельных участков для размещения объектов энергетики, в том числе объектов геотермальной энергетики. Земельные отношения в области энергетики, и в частности, геотермальной, регулируются «Земельным кодексом Украины», законами Украины «Про охрану окружающей среды», «Про охрану земель», «Про электроэнергетику», «Про альтернативные источники энергии»

Закон Украины об электроэнергетике с целью создания благоприятных условий для развития альтернативной энергетики, включая геотермальную энергетику, устанавливает «зеленый» тариф для электростанций, которые вырабатывают электрическую энергию из альтернативных источников. В табл. 4 приведены значения коэффициентов «зеленого» тарифа для электроэнергии, произведенной из геотермальных источников. Действие «зеленого» тарифа предусмотрено до 2030 г.

Закон Украины о теплоснабжении предусматривает использование «нетрадиционных и возоб-

новляемых источников энергии, в том числе, геотермальных вод», определяет Государственную поддержку в соответствии с объемами средств, предусмотренным законом про Госбюджет Украины, а также средств на проведение научно-исследовательских работ по усовершенствованию систем теплоснабжения и энергосбережения.

Тарифы на производство тепловой энергии на установках, использующих альтернативные источники энергии, устанавливаются Национальной комиссией по государственному регулированию в области энергетики и коммунальных услуг. Для бюджетных организаций и населения они устанавливаются на уровне 90% от действующего для данных категорий потребителей тарифа на тепловую энергию, произведенную с использованием природного газа.

В Налоговом кодексе Украины предусмотрены льготы при налогообложении энергосберегающих и энергоэффективных проектов, в том числе, касающихся геотермальной энергетики:

– льготы при обложении налогом на прибыль (ст. 158 Налогового кодекса Украины);

– льготы при обложении налогом на добавленную стоимость (п. 197.16 ст. 197 Налогового кодекса Украины);

– льготы при обложении ввозной пошлиной (п. 14, 16 ч. 1 ст. 282 Таможенного кодекса Украины);

– льготы при обложении платой за землю (п. 276.6 ст. 276 Налогового кодекса Украины).

Обилие законов, регулирующих разработку геотермальных месторождений и использование теплоты недр, не способствует развитию этой отрасли, а создает целый ряд противоречий, осложняющих разработку проектов. Собственно «Закон об альтернативных источниках энергии» носит в основном декларативный характер. Для возрождения геотермальной энергетики в стране необходимо создание единой юридической базы, регулирующей все аспекты освоения геотермальных ресурсов.

Государственная поддержка. Развитие такой важной, как с экономических, так и с экологических позиций, отрасли геотермальной энергетики, невозможно без поддержки государства. Правительства во всем мире используют ши-

Таблица 4. Коэффициенты «зеленого» тарифа для геотермальной электроэнергетики

Категории объектов электроэнергетики, для которых применяется «зеленый» тариф	Коэффициент «зеленого» тарифа				
	01.07.2015 по 31.12.2015	01.01.2016 по 31.12.2016	01.01.2017 по 31.12.2019	С 01.01.2020 по 31.12.2024	С 01.01.2025 по 31.12.2029
Для электроэнергии, произведенной из геотермальной энергии		2,79		2,51	2,23

рокий спектр политических и нормативных инструментов для поддержки развертывания возобновляемой энергетики. В Украине в настоящее время проходит процесс законообразования в поддержку использования альтернативной энергетики. Государство стремится стимулировать владельцев объектов геотермальной энергетики, привлекать иностранных инвесторов, заинтересовывать бытовых потребителей. В качестве примеров можно привести следующие мероприятия по поддержке альтернативной энергетики и, в частности, геотермальной энергетики. В 1996 г. Кабинетом министров Украины была принята Государственная целевая программа «Экологически чистая геотермальная энергетика» №100 от 17.01.1996 г. В рамках этой программы Институтом технической теплофизики НАН Украины были разработаны 6 проектов и бизнес-планов геотермальных станций для Закарпатья, Полтавской, Черниговской областей и АР Крым, были спроектированы и построены 12 геотермальных станций на территории Крымского полуострова, а также построена станция в с. Медведевка (АР Крым), модернизирована станция в с. Янтарное (АР Крым), построены геотермальные установки в с. Берегово и Косино (Закарпатская обл.). В марте 2015 г. был подписан Меморандум о сотрудничестве и взаимопонимании в развитии сферы геотермальной энергетики между Украиной и Исландией. В рамках Меморандума Государственное агентство Украины по энергоэффективности и Национальная энергетическая администрация Исландии (Оркустофнун) договорились о реализации совместных проектов по развитию геотермальных ресурсов в Украине. Это сотрудничество чрезвычайно важно для Украины, поскольку Исландия является мировым лидером по использованию геотермальной энергетики, в которой 93% жилых помещений отапливаются за счет этой энергии. 25 апреля 2019 г. Верховная Рада Украины приняла закон «О внесении изменений в некоторые законы Украины об обеспечении конкурентных условий производства электроэнергии из альтернативных источников энергии» №8449-д, который декларирует государственную поддержку объектов электроэнергетики из возобновляемых источников энергии сроком на 20 лет. Законопроект определяет право этих объектов на участие в аукционах по распределению квот на господдержку. С 2018 г. Украина получила статус полноправного члена Международного агентства по возобновляемым источникам энергии. Однако необходимо отметить, что ни обширное законодательство, ни преференции для производства энергии из альтернативных источников, и даже ни многочисленные льготы заметно не повлияли на общую картину извле-

чения и использования геотермальной энергии. Анализ причин такого состояния – предмет отдельного исследования.

Финансы. Проекты геотермальной энергетики, в отличие от большинства ВИЭ, имеют особую специфику, которая заключается в том, что существуют высокие риски и длительность первого периода разработки. Полнообъемный проект обычно занимает от 5 до 10 лет при значительных инвестициях без гарантии положительного результата. Это обстоятельство вызывает проблемы привлечения частного капитала. Поэтому, для успешного развития геотермальной энергетики важным условием является участия в нем как государственного, так и частного секторов. По мнению специалистов, расчет только на коммерческий капитал даже в развитых странах редко бывает успешным. В международной практике принято, чтобы правительство или международные доноры выделяло часть расходов на первоначальную разработку проекта, включая разведочное бурение [11].

Развитие геотермальной энергетики в Украине предусмотрено Национальным планом действий по возобновляемой энергетике до 2020 г. В частности, зафиксирована цель - обеспечить производство электроэнергии геотермальными установками путем введения в эксплуатацию новых мощностей в объеме 20 МВт в 2020 г. Но по данным Госэнергоэффективности по состоянию на конец 2018 г. среди введенных в эксплуатацию за последнее время объектов ВИЭ геотермальная энергетика отсутствует. Сведений о финансировании государством проектов геотермальной энергетики из открытых источников не обнаружено.

Заклучение. Экологическая ситуация на планете стремительно ухудшается и это вызывает серьезную озабоченность во всем мире. Поэтому темпы развития возобновляемой энергетики возрастают с каждым годом. Еще в 2015 г. правительства 145 стран инвестировали большие средства в области использования возобновляемых источников энергии. И нельзя не согласиться с мнением финансовых экспертов Financial Times, которое приводит Rentechno (<https://rentechno.ua/blog/breaking-point.html>), что уже сегодня речь идет о «Big Green Bang» (большом зеленом взрыве), как о свершившемся факте. Иллюстрируя и подтверждая это, анализ IEA показывает, что мы находимся буквально у переломной точки. Уже с 2020 г. начинается закат глобальной энергетической системы на ископаемом углеводородном топливе. Начинается эпоха доминирования возобновляемой энергии». По данным IRENA по итогам 2018 г. 33% всех мощностей в мире производят электроэнергию из возобновляемых источников энергии: гидроэнергетика – 1200 ГВт,

ветровая энергетика – 564 ГВт, солнечная энергетика – 480 ГВт, биоэнергетика – 121 ГВт, геотермальная энергетика – 13 ГВт, энергия волн – 500 МВт. Возобновляемые источники энергии по объемам производства электроэнергии догоняют угольные станции. Впервые в истории в США произведено электроэнергии из ВИЭ больше, чем на угольных станциях.

В Украине, также, по мере возможностей, развивается альтернативная энергетика. По информации Госэнергоэффективности в 2018 г. мощности генерации из ВИЭ достигли 2 ГВт, которые произвели 2,8 млрд кВт/час электроэнергии или около 2% от общего объема производства. В 2018 г. было введено в эксплуатацию более 3139 объектов ВИЭ общей мощностью около 500 МВт. Но в перечне введенных объектов нет ни одного, использующего геотермальную энергию, которая является наиболее экологичной, наиболее стабильной, с самыми низкими эксплуатационными затратами.

Подводя итоги анализа современного состояния геотермальной энергетике в Украине, можно сказать, что стартовые условия для ее развития оптимистичны, поскольку в стране имеются значительные запасы геотермальной энергии, расположенные на большей части ее территории. Существуют четыре артезианских бассейна, где возможна промышленная добыча нагретых термальных вод; на обширных территориях на доступных глубинах в непроницаемых горных массивах аккумулированы огромные запасы теплоты; имеются ряд термоаномальных площадей, где в проникающих коллекторах находятся перегретые воды, которые могут быть использованы для создания геотермальных электростанций. Имеется достаточно объемное законодательство, регулирующее разработку геотермальных проектов, существуют многочисленные льготы на производство геотермальной энергии. Правительство неоднократно заявляло о поддержке развития геотермальной энергетике. Но как отмечают специалисты Национального энергетического агентства Исландии, которые в рамках Меморандума о сотрудничестве в области геотермальной энергетике проводили анализ потенциала геотермальной энергетике Украины, для развития геотермальной энергетике требуется не только законодательное урегулирование, но и наличие развернутой информации о геотермальных ме-

сторожениях, достаточное финансирование, привлечение современных технологий и передового международного опыта.

Факторы, тормозящие развитие геотермальной энергетике в Украине, не носят принципиального характера и можно надеяться, что с подъемом экономики в стране они будут преодолены и геотермальная энергетике займет достойное место в списке широко внедряемых возобновляемых источников энергии.

1. Соболевский Э.Э. и др. Оценка запасов термальных вод УССР. Отчет. Госкомгеологии Украины в 3-х т. инв. номер 42121. К., 1979.
2. Забарний Г.М., Шурчков А.В. Энергетичний потенціал нетрадиційних джерел енергії України. К.: Інститут технічної теплофізики НАН України, 2002. 211 с.
3. Фомина О. Альтернатива из глубины недр. *Энергосбережение и энергоэффективность*. 2005. № 12. URL: [http://www.tek-ua.com/article0\\$pa!481\\$a!306091.htm](http://www.tek-ua.com/article0$pa!481$a!306091.htm) (дата звернення: 11.04.2019).
4. Потенціал геотермальної енергії в Україні. URL: <https://msd.com.ua/vozobnovlyaemye-i-vtorichnye-istochniki-energii/potencial-geotermalnoj-energii-v-ukraine/> (дата звернення: 22.02.2019).
5. Долинский А.А., Халатов А.А. Геотермальная энергетика: производство электрической и тепловой энергии. *Вісник НАН України*. 2016. № 11. С. 76—86.
6. Атлас «Геология и полезные ископаемые Украины». URL: <https://www.google.com/search?q=.+Атласа+«Геология+и+полезные+ископаемые+Украины»!306091.htm> (дата звернення: 22.02.2019).
7. Конеченков А. Геотермальный план развития URL: <http://oilreview.kiev.ua/2016/03/05/geotermalnyj-plan-razvitiya/> (дата звернення: 10.12.2018).
8. Долинский А.А., Резакова Т.А. Вклад геотермальной энергетике в энергетическую независимость Украины. *Промышленная теплотехника*. 2017. Т. 39. № 2. С. 6—11.
9. Морозов Ю.П. Метод интенсификации дебита геотермальных скважин. URL: <http://naukarus.com/metod-intensifikatsii-debita-geotermalnyh-skvazhin> (дата звернення: 10.04.2019).
10. Міністерство енергетики та вугільної промисловості України. Статистична інформація. URL: <http://tre.kmu.gov.ua> (дата звернення: 22.02.2019).
11. Богуславский Э.И. Освоение тепловой энергии недр. М.: Издательство «Спутник +», 2018. 448 с.

Поступила в редколлегию: 22.04.2019