



---

## Гидроэлектроэнергия и ее роль в обеспечении экологической чистоты и хранения воды

*С.Г. Шеина, М. Д. Мухсен, Л.В. Гирия*

*Донской государственный технический университет, Ростов-на Дону*

**Аннотация:** Использование возобновляемых источников энергии является неотъемлемой частью обеспечения инженерной безопасности зданий и сооружений. В статье дается краткое исследование источников электрической энергии, вырабатываемой энергией рек, плотин и тепловой энергией Земли в Ираке, рассматриваются важнейшие реки Ирака и работы по их хранению в целях поддержания чистой окружающей среды и одновременно выработки электроэнергии.

Полученные результаты анализа гидроэнергетики Ирака выявили необходимость строительства плотин на реках Тигр и Евфрат, в целях хранения воды, выработки и производства энергии для поддержания чистоты окружающей среды вдали от использования нефти и газа. В исследовании подробно описаны преимущества строительства плотин для многих целей, включая орошение сельскохозяйственных угодий, предотвращение возникновения стихийных бедствий из-за наводнений и сохранение окружающей среды.

**Ключевые слова:** возобновляемые источники энергии, экоэнергетика, гидроэлектроэнергия, строительство, организационно-технологическое обеспечение.

### **Введение**

Одной из наиболее важных причин, побудивших нас выбрать данное исследование, являются экологические факторы. В отличие от электрической энергии, производимой углем, нефтью и газом, с множеством токсинов, образующихся в результате выброса различных газов, с их пагубным воздействием на окружающую среду, возобновляемая энергия вносит значительный вклад в чистоту окружающей среды.

### **Водная энергетика**

В настоящее время мир полагается на водную энергетику как на один из наиболее важных источников возобновляемой энергии, больше, чем на ветровую или солнечную энергию, а мировая гидроэнергетика в прошлом году достигла беспрецедентного уровня в 1308 гигаватт [1-3].



Коммунальные службы во всем мире ориентируются на гидроэнергию для производства электроэнергии из-за ее низкой стоимости, простоты хранения и распределения, а также потому, что она производится без сжигания топлива, что означает, что она не выделяет углекислый газ и загрязняющие вещества, как это происходит на электростанциях, сжигающих уголь или природный газ.

### **Крупнейшие гидроэлектростанции России**

По состоянию на 2017 год в России имеется 15 действующих гидроэлектростанций свыше 1000 МВт (Таблица 1) [4], и более сотни гидроэлектростанций меньшей мощности. В России накоплен успешный опыт по выработке электроэнергии из плотин, если следовать ему в качестве примера гидроэлектростанции в Ираке, то возможно получить возобновляемую и чистую энергию благодаря наличию воды из рек Тигр и Евфрат и их притоков. Таким образом появляется возможность решить проблемы ухудшения состояния электроэнергетического сектора, снизить зависимость от источников нефти и газа из-за отходов и рисков, связанных с ними. Также это даст возможность хранить воду в большем количестве и решить неразрешенные политические проблемы с соседними странами, возникающие в связи с неоднократными нарушениями иракских квот на воду под предлогом того, что в Ираке нет плотин [5].

**Возникает вопрос: возможно ли в Ираке получать чистую возобновляемую энергию из рек и недр?**

Двумя доминирующими игроками в Ираке являются реки Тигр (рисунок 1) и Евфрат. На водосбор, включая его притоки, приходится 100% поверхностных вод страны. Эти легендарные реки сегодня обеспечивают

---

питьевой водой, кормят промышленность, а также орошают большие площади сельскохозяйственных угодий [6].

Таблица 1. Крупнейшие гидроэлектростанции России

Наименование	Мощность, ГВт	Среднегодовая выработка, млрд кВт·ч	Собственник	География
Саяно-Шушенская ГЭС	6,40	23,50	РусГидро	р. Енисей, г. Саяногорск, рп. Черёмушки
Красноярская ГЭС	6,00	20,40	ЕвроСибЭнерго	р. Енисей, г. Дивногорск
Братская ГЭС	4,52	22,60	ЕвроСибЭнерго	р. Ангара, г. Братск
Усть-Илимская ГЭС	3,84	21,70	ЕвроСибЭнерго	р. Ангара, г. Усть-Илимск
Богучанская ГЭС	3,00	17,60	РусГидро, Русскийалюминий	р. Ангара, г. Кодинск
Волжская ГЭС	2,66	11,63	РусГидро	р. Волга, г. Волгоград и г. Волжский (плотина ГЭС находится между городами)
Жигулёвская ГЭС	2,46	10,34	РусГидро	р. Волга, г. Жигулёвск
Бурейская ГЭС	2,01	7,10	РусГидро	р. Буряя, пос. Талакан
Чебоксарская ГЭС	1,40 (0,8)	3,50 (2,2)	РусГидро	р. Волга, г. Новочебоксарск
Саратовская ГЭС	1,40	5,7	РусГидро	р. Волга, г. Балаково
Зейская ГЭС	1,33	4,91	РусГидро	р. Зeya, г. Зeya
Нижнекамская ГЭС	1,25 (0,45)	2,67 (1,8)	Татэнерго	р. Кама, г. Набережные Челны
Загорская ГАЭС	1,20	1,95	РусГидро	р. Кунья, пос. Богородское
Воткинская ГЭС	1,04	2,28	РусГидро	р. Кама, г. Чайковский
Чиркейская ГЭС	1,00	1,74	РусГидро	р. Сулак, п. Дубки

Помимо этих крупных рек, существует также ряд притоков, включая большую реку Заб, которая берет свое начало в Турции, [6] малую реку Заб, которая берет свое начало в Иране, реку Дияла, а также Иран, большую реку, которая занимает площадь около 13 000 км<sup>2</sup> все в пределах иракской территории, и реки Тайеб, Доэрдж и Шахаби, которые вместе покрывают более 8000 км<sup>2</sup> (рисунок 1, 2). На юге Ирака река Карха, основное течение которой протекает в Иране [7], занимает площадь более 50 000 км<sup>2</sup> и впадает в Хор Аль-Хавизу, где соединяется вниз по течению с реками Тигр и Евфрат. Наиболее важным притоком эстуария является река Карун, бассейн которой

составляет около 67 000 км<sup>2</sup>, что оказывает фундаментальное влияние на инфильтрацию соленой воды вдоль Шатт-эль-Араба.



Рис. 1. Река Тигр. Фото вдоль Тигра, Южный Ирак (Source: Virginia Tice) \*  
(Water, 2016)

Естественный сток бассейна Евфрата оценивается в пределах от 27,0 до 35,1 млрд. кубометров в год, в то время как сток бассейна Тигра, включая его притоки, составляет от 41,2 до 58,3 млрд. кубометров в год [8], эти оценки сильно различаются между верховьями рек (таблица 2, 3) [9]. Это отсутствие однородности объясняется двумя причинами: скудостью данных, выдаваемых компетентными органами, и высокой изменчивостью потока, регистрируемого на измерительных станциях. Несмотря на это расхождение в размере естественного вклада двух рек в Ираке, признается, что объем поверхностного стока уменьшился из-за тридцатипроцентного уменьшения

стока в верхнем течении. Этот эффект, как ожидается, увеличится в ближайшие двадцать лет, ограничив доступную Ираку воду до 60%.

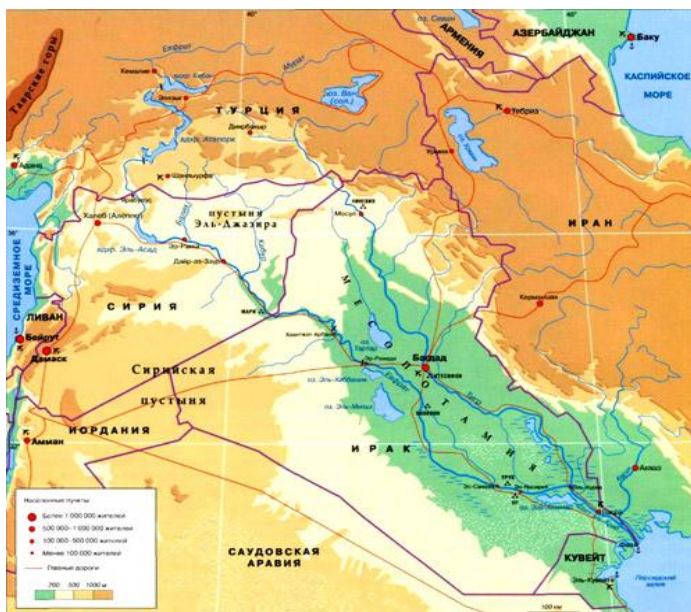


Рис. 2. – Речная карта Ирака.

Таблица 2. Производство электроэнергии на гидроэлектростанциях Ирака, МВт-ч/г [9]

Год	Самара	Докан	Химрин	Садам 1	Садам 2	Садам 3	Кадисия	Дарб	Куфа	Хиндия	Сумма
1971	569										569
1972	26718										26718
1973	44171										44171
1974	48360										48360
1975	46074										46074
1976	57564										57564
1977	51765										51765
1978	59979	517									60496
1979	51310	423									51733
1980	52788	797									53585
1981	52376	728	8713								61817
1982	57019	883	2155								60057
1983	46217	877	2398								49492
1984	35927	314	1144								37385
1985	45109	414	2772	9012							57307
1986	36459	889	1916	1786	8362		53620				103032
1987	53674	669	2555	2888	2789		14165				76740
1988	66250	624	2679	2644	3689		30054				105940
1989	30413	746	2594	2252	1052	1169	15274		4412	33605	91517
1990	45107	802	2344	2754	2449	1357	10492	134	8526	49470	123435
1991	12125	679	1838	2282	1058	4366	47374	111	1314	34454	105692
1992	42057	491	3196	3313	2894	1918	84554	592	4073	54873	282515
1993	57985	838	2976	3369	3500	2567	10626	520	3770	58080	144231
1994	51588	838	2373	2550	2811	3213	17457	411	7407	55370	144018
1995	56221	838	2520	2758	2452	2324	20167	373	7528	43843	139026

Таблица 4 – Основные характеристики важнейших рек Ирака [9]

№	Название реки	Длина, км	Средне-годовой расход воды, м <sup>3</sup> /с	Годовой сток, км <sup>3</sup> /год	Теоретический гидроэнергетический потенциал, ГВт·ч/год
1.	Тигр	1718 (1899)	1400 (1339)	44,15	575,33 (515,48)
2.	Евфрат	2735 (3060)	920 (887)	27,97	343 266,79)
3.	Большой Заб	392	457	14,44	165 (137,46)
4.	Малый Заб	400	234	7,39	80,43
5.	Эль-Идем	230	125	0,73	36,11 I (26,86) 1
6.	Дияла	386	231	5,56	45,37 (49,63)
7.	Садам	565	210 (512)	3,78	1417,93 (153,99)
8.	Шатт-эль-Араб	190	1500-3000	55,188	46,4 (67,7)
9.	Оафаа-эль-Каид	232	80 (235)	2,522	20,62 (50,49)
10	Шатт-эль-Басра	35	500	15,76	386,7 (236,32)
И.	Эль-Хабар	160	31	0,98	
.....					

Таблица 5. Существующие в Ираке гидроэлектростанции. Гидроэнергетика Ирака, n.d. [10].

Зовод	Провинция	Емкость МВт
Сад Аладэм	Салахддин	27
Сад Дарбендохан	Сулеймания	248
Сад Докан	Сулеймания	400
Сад хадиса	Анбар	660
Сад Химрин	Диала	50
Сад Самарра	Салахддин	84
Сад мосул	Нейнава	1114

В заключение мы хотим прояснить кое-что важное: Ирак страдает от постоянных кризисов между собой и Турцией по поводу вод реки Тигр. Турция построила плотину Алисо, и поэтому Турция угрожает заполнить ее,

что негативно отразится на Ираке, так как он очень зависит от уровня воды в реке Тигр.

Турция неоднократно заявляла, [11] что она проинформировала Ирак о необходимости строительства плотин для хранения воды вместо того, чтобы тратить ее в Шатт-эль-Арабе. Это объясняется тем, что река Тигр встречается с рекой Евфрат в Шатт-эль-Арабе, где Турция оправдывает строительство плотины Алисо тем, что она хранит воду вместо того, чтобы тратить ее в Шатт-эль-Арабе, потому что Ирак задержал ее строительство.

С 1958 года министерство водных ресурсов взяло на себя обязательство уделять большое внимание строительству плотин в Ираке [12]. Первая бетонная плотина, плотина Дукана, [13] была реализована на малом Забе, ввиду сокращения водных ресурсов в реках Тигр и Евфрат, которые оказали значительное воздействие из-за того, что соседние страны построили плотины на этих двух реках и их притоках, не принимая во внимание достоинства импорта воды, необходимого Ираку. Так как не было достигнуто водораздела для этих двух рек, министерство уделяло большое внимание эксплуатации внутренних поверхностных вод, а также поступающих в Ирак вод путем строительства ряда плотин в мухафазах страны в местах, имеющих право на строительство плотин.

Нехватка гидроэнергетических источников в Ираке объясняется отсутствием плотин и неспособностью правительства начать строительство новых плотин, отличных от тех, что были построены при режиме Саддама Хусейна.

### **Геотермальная энергия, тепловая энергия в земле**

Горячие источники воды использовались людьми на протяжении всей истории для релаксации и по причине целебных свойств некоторых из них,

---

но ученые обнаружили, что тепло этих вод может быть использовано для выработки электрической энергии, что тепло этих источников происходит от тепла слоев Земли, и эта электрическая энергия теперь известна как геотермальная энергия.

Термин «геотермальная электроэнергия» переводится, как энергия тепла Земли («гео» – земля, «термальная» – тепловая) [8].

Важнейшим источником этой энергии служит непрерывный поток теплоты из раскаленных недр земли, индукционный к поверхности Земли. Часть земной коры получает теплоту в результате радиоактивного распада химических активных компонентов (подобно торию и урану). Во временном диапазоне эти процессы настолько длительны по отношению ко времени существования Земли, что невозможно проанализировать, увеличивается или уменьшается ее температура. Запасы геотермальной энергии громадны. Геотермальная энергия в ряде стран (России, США, Японии, Венгрии, Исландии, Италии, Мексике, Новой Зеландии) обширно используется для теплоснабжения, выработки электроэнергии. Так, в Исландии за счет геотермальной энергии обеспечивается 26,5% выработки электроэнергии.

В 2004 г. в мире совокупная мощность геотермальных электростанций составила около 9 млн. кВт, [14] а геотермальных систем теплоснабжения – около 20 млн. кВт (тепловых). На рисунке 3 представлена основная схема двухконтурной геотермальной ТЭС. По прогнозам мощность таких ТЭС может составить около 20 млн. кВт, а выработка электроэнергии – 120 млрд. кВт•ч.



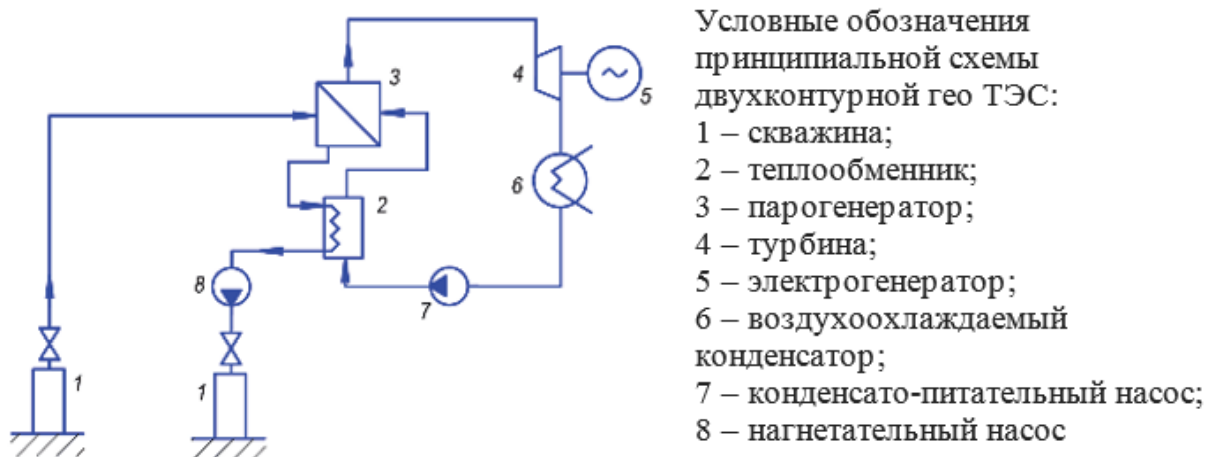


Рис. 3. Основная схема двухконтурной геотермальной ТЭС [14]

Теоретически возобновляемой энергии может быть достаточно, чтобы покрыть мировую потребность в течение следующих 100.000 лет, но преобразование ее в электроэнергию - это длительный и дорогостоящий процесс, несмотря на наличие основной энергии, которую трудно получить в Ираке. Здесь нет таких возобновляемых тепловых электростанций и крупных геологических изыскательских скважин. В начале исследования было указано, что Ирак существенно зависит от нефтяных и газовых ресурсов для производства электроэнергии в то время [15], когда страны мира обращаются к другим чистым и ядерным альтернативам. Попытки найти геотермальную станцию или ее проект на территории Ирака, предложенный правительством, не дал положительных результатов.

### Выводы

1. Гидроэнергетические объекты способны обеспечить электричеством миллиарды людей, считаются устойчивым источником энергии, который способен сократить потребление нефти и газа.

2. Проведенные исследования выявили необходимость строительства нескольких плотин на реках Евфрат и Тигр для выработки электроэнергии и запаса воды для орошения сельскохозяйственных угодий, а также уменьшения зависимости от угроз Турции отрезать воду от Ирака.

3. Учитывая политические разногласия относительно доли Ирака в реках Тигр и Евфрат, необходимо усилить дипломатические переговоры с соседними странами, через которые протекают реки Ирака, и посредством диалога работать над увеличением расходов воды и ее платформ, так как строительство большего количества плотин без обильного количества воды считается бесполезным.

### **Литература:**

1. Шеина С.Г. Степаненко В. А. Исследование мирового опыта использования возобновляемых источников// Инженерный вестник Дона, 2020. №3. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/N3y2020/6362](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/N3y2020/6362).
2. Шеина С.Г. Грачев К.С. Лучшие европейские практики для внедрения возобновляемых источников энергии в РФ// Инженерный вестник Дона, 2019. №5. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/N5y2019/5993](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/N5y2019/5993).
3. Адриенна Бернхард. Самая мощная возобновляемая энергия, 2020. URL: [bbc.com/future/article/20200713-the-most-powerful-renewable-energy-да](http://bbc.com/future/article/20200713-the-most-powerful-renewable-energy-да).
4. Интервью «Вести» профессора Дмитрия Селютина о распределении доходов с Саяно-Шушенской и Красноярский ГЭС и о рентабельности российских ГЭС. Москва. 22.08.2009. URL: [youtube.com/watch?v=y6Vw0wTt1Iw](http://youtube.com/watch?v=y6Vw0wTt1Iw).



5. Dogan Altinbilek. Development and management of the Evfrat-Tigr. // Water Resources Development. 2004. № 20 (1). pp. 15-33.
  6. Аль-Джибури Хатем К. и Х. Аль-Басрави Насир Гидрогеологическая карта Ирака, масштаб 1: 1000 000, 2-е изд. Бюллетень геологии и горнодобывающей промышленности Ирака, документы научно-геологической конференции. № 11(1). 2015. с. 17-26.
  7. Садегян М. С. и др. Оптимизация системы реки Карун, Иран. Сделки по экологии и окружающей среде, 2003, том 60. URL: [witpress.com/Secure/elibrary/papers/RM03/RM03011FU.pdf](http://witpress.com/Secure/elibrary/papers/RM03/RM03011FU.pdf) .
  8. Бертани Руджеро. Мировая геотермальная генерация в 2007 г. Ежеквартальный бюллетень Geo-HeatCenter (Клама-Фоллс, Орегон: Технологический институт Орегона), №28 (3). 2007. с. 8–19. URL: [geoheat.oit.edu/bulletin/bull28-3/art3.pdf](http://geoheat.oit.edu/bulletin/bull28-3/art3.pdf).
  9. Аль-Азави Раад Сальман. Оценка ресурсов возобновляемых источников энергии для электроэнергетики Ирака. Энергоустановки на основе возобновляемых видов энергии / Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. Московский энергетический институт. 2007. М.: – 46 с.
  10. Усама Аммар. Проект дистанционного зондирования природных ресурсов // Газета Аль-Тавра, 18 декабря 2006 г.
  11. Катастрофы эксплуатации плотины Алисо в отношении Ирака. Агентство "Спутник". Интервью с экономистом Ирака Абд ар-Рахман Аль-Машхадани. URL: [sptnkne.ws/CuW5](http://sptnkne.ws/CuW5).
  12. Стратегия водных и земельных ресурсов Ирака на 2015-2035 гг. Министерство водных ресурсов Ирака, 2014 г. С. 14-16.
-



mor.gov.iq/static/uploads/6/pdf/15062431069b4fd0a356afff3a41e1fa5ad263635b.

13. Дукан ГЭС. Глобальная энергетическая обсерватория, 2017. URL: [globalenergyobservatory.org/geoid/41405](http://globalenergyobservatory.org/geoid/41405).
14. Плачкова С.Г. Энергетика, история, настоящее и будущее, 2012, №5, Г.1, част.2, с.2-8. URL: [energetika.in.ua/ru/books/book-5/part-1/section-2/2-8](http://energetika.in.ua/ru/books/book-5/part-1/section-2/2-8).
15. Газовые и мазутные установки в Ираке. Карты промышленности, 2009. URL: [arquivo.pt/wayback/20090719041613/industcards.com/st-other-iraq.html](http://arquivo.pt/wayback/20090719041613/industcards.com/st-other-iraq.html)

### References

1. Sheina S. G. Stepanenko V. A. Inzhenernyj vestnik Dona, 2020, №3. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/N3y2020/6362](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/N3y2020/6362).
2. Sheina S. G. Grachev K. S. Inzhenernyj vestnik Dona, 2019, №5. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/N5y2019/5993](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/N5y2019/5993)
3. Adrienne Bernhard. Samaya moshhnaya vozobnovlyaemaya e`nergiya. [The most powerful renewable energy]. July 14, 2020. URL: [bbc.com/future/article/20200713-the-most-powerful-renewable-energy-да](http://bbc.com/future/article/20200713-the-most-powerful-renewable-energy-да).
4. Interv'yu «Vesti» professora Dmitriya Selyutina o raspredelenii dohodov s Sayano-SHushenskoj i Krasnoyarskij GES i o rentabel'nosti rossijskih GES. [Interview with "Vesti" professor Dmitry Selyutin on the distribution of income from the Sayano-Shushenskaya and Krasnoyarsk hydroelectric power plants and the profitability of Russian hydroelectric power plants]. Moskva. URL: [youtube.com/watch?v=y6Vw0wTt1Iw](https://youtube.com/watch?v=y6Vw0wTt1Iw).
5. Dogan Altinbilek, Development and management of the Evfrata-Tigra. Water Resources Development. 2004. № 20 (1). pp. 15-33.

6. Al'-Dzhiburi Hatem K. i H. Al'-Basravi Nasir Hidrogeologicheskaya karta Iraka, masshtab 1: 1000 000. [Hydrogeological map of Iraq, scale 1: 1000 000], Byulleten' geologii i gornodobyvayushchej promyshlennosti Iraka, dokumenty nauchno-geologicheskoy konferencii, vol. 11(1), 2015, pp. 17-26.
7. Sadegyan M. S. et al., 2003. Optimizaciya sistemy` reki Karun, Iran. [Optimization of the Karun river system, Iran]. Sdelki po ekologii i okruzhayushchej srede, 2003, tom 60. URL: [witpress.com/Secure/elibrary/papers/RM03/RM03011FU.pdf](http://witpress.com/Secure/elibrary/papers/RM03/RM03011FU.pdf), June 15, 2016.
8. Bertani, Rudzhero. Mirovaya geotermal'naya generaciya v 2007 g. [Global geothermal generation in 2007]. Mirovaya geotermal'naya generaciya v 2007 g. Ezhekvartal'nyj byulleten' Geo-HeatCenter (Klamat-Folls, Oregon: Tekhnologicheskij institut Oregona), №28 (3), 2007. pp. 8-19. URL: [geoheat.oit.edu/bulletin/bull28-3/art3.pdf](http://geoheat.oit.edu/bulletin/bull28-3/art3.pdf), accessed April 12, 2009
9. Al'-Azavi Raad Sal'man, Ocenka resursov vozobnovlyaemy`x istochnikov e`nergii dlya e`lektroe`nergetiki Iraka. E`nergoustanovki na osnove vozobnovlyaemy`x vidov e`nergii [Assessment of renewable energy resources for the electricity industry in Iraq. Renewable energy installations]. Dissertaciya na soiskanie uchenoj stepeni kandidata tekhnicheskix nauk. Moskovskij energeticheskij institut. M.: 2007. 46 p.
10. Usama Ammar. Proekt distancionnogo zondirovaniya prirodny`x resursov. [Natural Resources Remote Sensing Project]. Gazeta Al`-Tavra, 18 dekabrya 2006.
11. Katastrofy` e`kspluatacii plotiny` Aliso v otnoshenii Iraka. [Aliso dam operation disasters in relation to Iraq]. Agentstvo "Sputnik". Interv'yu s ekonomistom Iraka Abd ar-Rahman Al'-Mashkhadani. URL: [sptnkne.ws/CuW5](http://sptnkne.ws/CuW5).



12. Strategiya vodny`x i zemel`ny`x resursov Iraka na 2015-2035 g. [Strategy for water and land resources of Iraq for the years 2015-2035]. Ministerstvo vodnyh resursov Iraka, 2014 g. pp. 14-16. URL: [mop.gov.iq/static/uploads/6/pdf/15062431069b4fd0a356afff3a41e1fa5ad263635b](http://mop.gov.iq/static/uploads/6/pdf/15062431069b4fd0a356afff3a41e1fa5ad263635b)
13. Dukan GES. Global'naya energeticheskaya observatoriya, 2017. [Dukan hydroelectric power plant. Global energy Observatory]. 2017. URL: [globalenergyobservatory.org/geoid/41405](http://globalenergyobservatory.org/geoid/41405).
14. Plachkova S. G. E`nergetika, istoriya, nastoyashhee i budushhee [Energy, history, present and Future], 2012. pp. 2-8. URL: [energetika.in.ua/ru/books/book-5/part-1/section-2/2-8](http://energetika.in.ua/ru/books/book-5/part-1/section-2/2-8)
15. Gazovye i mazutnye ustanovki v Irake. Karty promyshlennosti, 2009. [Gas and fuel oil installations in Iraq. Industrial maps. 2009]. URL: [arquivo.pt/wayback/20090719041613/industcards.com/st-other-iraq.html](http://arquivo.pt/wayback/20090719041613/industcards.com/st-other-iraq.html)