

Impact Factor:

ISRA (India) = 3.117	SIS (USA) = 0.912	ICV (Poland) = 6.630
ISI (Dubai, UAE) = 0.829	PIHII (Russia) = 0.156	PIF (India) = 1.940
GIF (Australia) = 0.564	ESJI (KZ) = 8.716	IBI (India) = 4.260
JIF = 1.500	SJIF (Morocco) = 5.667	OAJI (USA) = 0.350

SOI: [1.1/TAS](#) DOI: [10.15863/TAS](#)
International Scientific Journal
Theoretical & Applied Science

p-ISSN: 2308-4944 (print) e-ISSN: 2409-0085 (online)

Year: 2019 Issue: 03 Volume: 71

Published: 30.03.2019 <http://T-Science.org>

QR – Issue



QR – Article



S. Zhunisbekov
doctor of technical Sciences, Professor,
academician of NIA RK

D.K. Dzhakiyev
Ph. D., associate Professor of TarSU

S.Zh. Zhashen
Ph. D., associate Professor of TarSU

ENVIRONMENTAL PROBLEMS OF RADIOACTIVE ORE MINING IN THE MINING INDUSTRY OF KAZAKHSTAN

Abstract: In this article authors give the generalized material, showing technical and ecological safety, financial viability, and social necessity of development of atomic industry of republic. Kazakhstan, possessing the enormous supply of deposits of uranium - the cheapest fuel for nuclear power plants, by front rank, ecologically clean technology of his booty and skilled engineering and working shots, there simply is under an obligation to use this unique potential.

Key words: minerals; ore; enriching; energy sources; power mediums; ecological problems; unprocessed in the carriers of energy; uranium; thorium; proceeded in energy sources; atomic (nuclear) energy; radio- activity; method of the underground down hole lixiviating.

Language: Russian

Citation: Zhunisbekov, S., Dzhakiyev, D. K., & Zhashen, S. Z. (2019). Environmental problems of radioactive ore mining in the mining industry of Kazakhstan. *ISJ Theoretical & Applied Science*, 03 (71), 601-606.

Soi: <http://s-o-i.org/1.1/TAS-03-71-61> **Doi:**  <https://dx.doi.org/10.15863/TAS.2019.03.71.61>

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ДОБЫЧИ РАДИОАКТИВНЫХ РУД В ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ ОТРАСЛИ КАЗАХСТАНА

Аннотация: В этой статье авторы дают обобщенный материал, показывающий техническую и экологическую безопасность, экономическую целесообразность, и социальную необходимость развития атомной промышленности республики. Казахстан, обладающий огромным запасом месторождений урана - самого дешёвого топлива для атомных электростанций, передовой, экологически чистой технологией его добычи и квалифицированными инженерными и рабочими кадрами, просто обязан использовать этот уникальный потенциал.

Ключевые слова: полезные ископаемые; руда; обогащение; источники энергии; энергоносители; экологические проблемы; не возобновляемые носители энергии; уран; торий; возобновляемые источники энергии; атомная (ядерная) энергетика; радиоактивность; метод подземного скважинного выщелачивания.

Introduction

За последние 100 с небольшим лет происходит беспрецедентное вмешательство человека в природу. Для своих нужд человек все в больших количествах добывает полезные ископаемые, вынося на поверхность огромные массы руды и пустой породы. Добытые руды обогащаются, из них выделяются полезные элементы. Отходами ее переработки загрязняется атмосфера и водные ресурсы, отвалами пустой

породы и другими видами отходов заняты огромные площади земельных угодий.

Особое место в добыче полезных ископаемых занимает добыча источников энергии. Это – требование жизни, т.к. одним из главных показателей потенциала развития любого цивилизованного общества, является показатель его энерговооруженности, энергия - основа существования современного цивилизованного человечества.

Impact Factor:

ISRA (India) = 3.117	SIS (USA) = 0.912	ICV (Poland) = 6.630
ISI (Dubai, UAE) = 0.829	ПИИЦ (Russia) = 0.156	PIF (India) = 1.940
GIF (Australia) = 0.564	ESJI (KZ) = 8.716	IBI (India) = 4.260
JIF = 1.500	SJIF (Morocco) = 5.667	OAJI (USA) = 0.350

Materials and Methods

Как показывают статистические данные, за последние 30 лет потребление электроэнергии в мире на душу населения удвоилось [1]. С учетом того, что население Земли увеличивается почти в геометрической прогрессии, такими же темпами будут расти энергопотребление, а значит, следует ждать огромного роста добычи источников энергии - энергоносителей тепловой и электрической энергии. Добыча традиционных источников энергии, а особенно их применение вызывают огромные экологические проблемы. В таких быстро развивающихся странах, как Китай, Южная Корея, Япония, традиционным национальным бедствием становится плотный сезонный смог. Кроме прямого заражения воздушного и водного бассейна в результате применения органических источников энергии, растет опасный радиационный фон на местах свалки отходов их добычи.

Таким образом, увеличение производства тепловой и электрической энергий вырастает в проблему первостепенной важности. Проблема эта неразрывно связана с проблемой первичных источников энергии и определением основных направлений развития энергетики в целом. Любой современный человек представляет перечень первичных источников энергии: не возобновляемые органические носители энергии (уголь, нефть, природный газ, торф и т.п.), возобновляемые (нетрадиционные) источники энергии (ГЭС, солнечная, ветровая, приливная, геотермальная и др.) и атомная (ядерная) энергетика.

В настоящее время существует большое количество прогнозов глобального развития энергетики на ближайшее будущее, но практически все эксперты единодушны в том, что в ближайшие десятилетия человечество окажется перед фактом полного исчерпания резервов традиционных ископаемых источников энергии. Согласно этим же оценкам, мировые резервы органических источников энергии (нефть, природный газ, торф и т. п.) уже в ближайшие годы не смогут обеспечить требуемый рост производства энергии. И только запасы каменного угля, как источника первичной энергии, могут использоваться ещё около 150-200 лет [1].

Иначе говоря, перед человечеством стоит сложнейшая проблема неизбежного истощения природных энергоносителей. Эту задачу желательно решить без потери темпов развития экономики. Великий естествоиспытатель, геолог и философ двадцатого века В. И. Вернадский, посвятивший значительную часть своей жизни изучению закономерностей развития цивилизации на Земле, ещё в 1911 году сделал вывод: «ставка на использование исключительно органических видов топлива для развития энергетики – заведомо тупиковый путь». Примерно в то же время не менее великий химик Д.И. Менделеев заявил, что

«... топить печь нефтью равносильно тому, что топить ассигнациями!»

Решение вопросов энергообеспечения населения и экономики будет зависеть от выбора верного направления развития энергетики.

Большинство высокоразвитых стран уже сделало выбор в направлении развития энергетики в пользу приоритетного развития атомной (ядерной) энергетики. Необходимость развития атомной энергетики диктуется не только фактором истощения ресурсов органического происхождения. Не менее важным является степень воздействия способа производства энергии на здоровье населения и окружающую среду, т.е. фактор экологической безопасности.

Атомная энергетика, как это многим ни кажется неожиданным, обладает здесь явным преимуществом! При нормальных условиях эксплуатации она более безопасна для населения и окружающей среды, чем энергетика, основанная на сжигании органического топлива.

Сопоставляя воздействия на окружающую среду атомных и тепловых электростанций одинаковой электрической мощности, ученые получили поразительные данные: только радиационные выбросы угольных станций в 10-20 раз опаснее, чем современной АЭС. И это без учёта выброса других вреднейших продуктов сгорания угля.

Выполненные в США оценки для угольной ТЭС мощностью 1 млн кВт показывают, что в течение года при её работе выделяется около 2 млрд. смертельных доз токсических веществ, которые распыляются в атмосфере и накапливаются в окружающей среде не разлагаясь. Годовая доза радиационного облучения населения в радиусе 20 км. от нормально работающей АЭС, замеренная на сотнях станций за последние 40 лет, оказалась в 20 раз ниже, чем в такой же зоне вокруг угольной ТЭС такой же мощности [1].

Кроме того, в обществе умалчиваются или «забываются» другие нежелательные, и даже опасные, явления, связанные с угольными ТЭС. Например, в нашей республике основу энергетики составляют тепловые угольные станции, работающие на Экибастузских углях. Специалистам известно, что этот уголь высокозольный, самого угля в нем всего около 35%, остальное минеральные примеси – зола! При его сжигании в атмосферу ежегодно выбрасывается 17-19 миллионов тонн золы, которая содержит огромное количество загрязняющих и ядовитых веществ, в том числе и тонкодисперсных аэрозолей урана [5]. Эти выбросы покрывают огромные территории. Так, по сообщениям прессы, вредные аэрозольные выбросы Экибастузской ГРЭС фиксируются даже на территории западного Китая. На этих станциях в установленных золоуловителях оседает всего 20% золы, остальная масса вылетает в трубу. Но и выловленные в золоуловителях вредные отходы никак не утилизируются, и так же из отвалов разносятся ветром по окрестностям. По оценкам

Impact Factor:

ISRA (India) = 3.117	SIS (USA) = 0.912	ICV (Poland) = 6.630
ISI (Dubai, UAE) = 0.829	ПИИЦ (Russia) = 0.156	PIF (India) = 1.940
GIF (Australia) = 0.564	ESJI (KZ) = 8.716	IBI (India) = 4.260
JIF = 1.500	SJIF (Morocco) = 5.667	OAJI (USA) = 0.350

специалистов сейчас в золоотвалах накоплено более 300 миллионов тонн таких отходов! Разве это не экологические проблемы, которые нужно срочно решать?!

Так, на примере Казахстана, замена угольной ТЭЦ мощностью 2000 МВт на эквивалентную АЭС приведет к сокращению потребления угля на 11,5 млн тонн в год; выбросов золы - на 3,6-4,9 млн. тонн в год, углекислого газа - на 24,2-28,9 млн тонн в год, окиси серы - на 115 тыс. тонн в год, окиси азота - на 210 тыс. тонн в год и естественных радионуклидов - в 40 раз! [8].

В настоящее время в мире сжигается примерно 10 млрд. тонн условного топлива в год, на что расходуется около 35 млрд. тонн кислорода. Расчёты учёных-экологов показывают, что при сохранении этой ситуации, если будут сожжены разведанные запасы органического топлива, концентрация углекислого газа в атмосфере увеличится более чем вдвое [1,2]. При этом температура Земли, за счёт «парникового эффекта», повысится на 1-3 градуса, что приведёт к существенному изменению климата.

В этом вопросе даже не надо исследовать какие-то экологические модели и ходить к экстрасенсам. Сама природа уже подает однозначные сигналы неблагополучия. Даже за счет теперешнего незначительного повышения температуры Земли (всего на 0,7 градуса) увеличилось испарения мирового океана, и материка заливают небывалые дожди или заваливаются снегом. Возникающие при этом катастрофические снежные заносы и наводнения уносят человеческие жизни, парализуя транспорт и экономику некоторых государств. Мощность ураганов и их частота возросла в 2 раза [2]. Во многих регионах стали появляться несвойственные им опасные природные явления. Например, в России и Казахстане стали появляться невиданные ранее здесь разрушительные торнадо.

Одним из вариантов альтернативных источников энергии являются так называемые возобновляемые источники (энергия воды, ветра, морских приливов, солнечная энергия, геотермальные источники и т. п.), которые не дают выбросов парниковых газов в атмосферу. Но по заключению экспертов Мирового энергетического совета (МИЭРС), в обозримом будущем эти источники не будут экономически конкурентоспособными для крупномасштабного использования. МИЭРС утверждает, что даже при надлежащей финансовой поддержке, доля возобновляемых источников энергии в глобальном энергоснабжении к 2020 году не превысит 5% от потребного количества электроэнергии.

Анализ характеристик этих источников показывает, что их использование сможет решить лишь отдельные прикладные проблемы энергообеспечения на региональном уровне. О масштабном развитии гидроэнергетики для

Казахстана говорить тоже не приходится. Уже сейчас ощущается дефицит воды просто для хозяйственных нужд.

Развитие солнечной энергетики потребует огромного количества очень дорогих и дефицитных материалов (приблизительно 60 тонн кадмия и 90 тонн теллура на батарею в 100 км²). Урон окружающей среде при производстве этих, далеко не безвредных в экологическом плане материалов для солнечных батарей, сведёт на нет кажущуюся экологическую чистоту этого вида энергии. Так, выбросы парниковых газов при производстве кремниевых элементов для солнечных батарей достигают весьма значительных величин, которые не принимаются в расчёт многими экологами.

На этом фоне во всем мире развивается атомная энергетика. Уже разработаны проекты атомных реакторов с гарантией полной безопасности, и которые способны практически полностью «сжигать» весь уран или торий при организации замкнутого топливного цикла с регенерацией отработавшего топлива, то есть увеличить выход энергии с того же количества урана в 200 раз!

Эксплуатация существующих, и даже уже строящихся реакторов, обеспечена топливом на многие сотни лет только на основе разведанных запасов урана. Кроме того, в недрах Земли и водах мирового океана находятся запасы урана, в тысячи раз превосходящие разведанные. Со временем человечество научится и этот уран экономически выгодно извлекать для своих нужд. В качестве топлива ядерных реакторов может быть использован и торий, запасы которого в недрах Земли в десятки раз больше, чем урана.

К тому же, сейчас идет активное развитие термоядерной энергетики, которая имеет ещё более обширные, практически безграничные, топливные ресурсы, и несравнимо меньший уровень радиационной опасности. Реакция синтеза лёгких ядер, сопровождающаяся колоссальным выделением энергии, может протекать почти без выхода нейтронов. Уровень радиоактивности такого реактора синтеза может быть в тысячи раз ниже, чем у современного реактора деления ядер, а возможность взрывного протекания реакций в нём практически исключена.

Еще один важный, экономический аспект. По оценкам МИЭРС, атомная электроэнергия заметно дешевле электроэнергии, выработанной на нефти, а также на угле и газе (сказываются высокие затраты на добычу и транспортировку органического топлива, которые будут возрастать). Другим важнейшим преимуществом ядерной энергетики является стабильность цен на электроэнергию в течение длительного периода времени. Структура затрат на производство электроэнергии в атомной энергетике существенно отличается от структуры формирования цен в других видах энергетики. Это связано с тем, что себестоимость атомной

Impact Factor:

ISRA (India) = 3.117	SIS (USA) = 0.912	ICV (Poland) = 6.630
ISI (Dubai, UAE) = 0.829	ПИИЦ (Russia) = 0.156	PIF (India) = 1.940
GIF (Australia) = 0.564	ESJI (KZ) = 8.716	IBI (India) = 4.260
JIF = 1.500	SJIF (Morocco) = 5.667	OAJI (USA) = 0.350

электроэнергии определяется в основном капитальными вложениями в строительство АЭС, а не топливными затратами, в отличие от нефти, газа и угля. Топливная составляющая в общей стоимости электроэнергии, вырабатываемой АЭС, не более 25%, а для ТЭС, работающих на органическом топливе, на уровне 50-80%. Данное обстоятельство приводит к повышенной устойчивости цены на атомную электроэнергию по отношению к колебаниям цены на топливо.

Стабильность цен на электроэнергию в течение длительного периода времени создаст дополнительный важный фактор инвестиционной привлекательности Казахстана.

Уже в настоящее время мы видим явные преимущества ядерной энергетики. Сравнивая частоту несчастных случаев в различных отраслях трудовой деятельности человека, статистики убедились, что по этому показателю практическое использование атомной энергии занимает место в ряду со швейной, пищевой и ткацкой промышленностью. Причём доля радиационных аварий не превышает в этой цифре 10% (включая чернобыльскую и фукусимскую аварии). Сопоставление потерь для общества (в виде числа смертельных случаев и дней нетрудоспособности) при различных видах производства электроэнергии опять говорит в пользу атомной энергетики.

Экологически вредное воздействие угольных ТЭС и очень высокие капиталовложения, необходимые для его снижения, ставят угольные ТЭС в неконкурентоспособные условия. Для выработки одинакового количества электроэнергии требуются ежегодно добывать и перевозить 1,5-3 миллиона тонн органического топлива (нефти или угля) по сравнению с 200 тоннами уранового топлива [6].

Все аргументы противников атомной энергетики сводятся к одному – радиационной опасности. Болезненная и чрезмерно предвзятая реакция населения и части несведущих "специалистов" вызвана незнанием истинного положения дел. Боязнь радиоактивности, особенно широко распространявшаяся после аварии на Чернобыльской АЭС и Фукусимы-1, постепенно перерастает в радиофобию.

С учетом этих обстоятельств МАГАТЭ провела объективную международную экспертизу противоаварийных мероприятий на Чернобыльской АЭС и Фукусима -1. Двадцать известных в мире специалистов из десяти стран в течение 18 месяцев провели тысячи анализов и измерений, обобщив огромный объём фактического материала, написали отчёт, из которого следует, что многие факторы опасного воздействия на окружающую среду были значительно завышены!

С другой стороны, не многие знают, что добыча нефти и природного газа сопровождается подъёмом на поверхность Земли радиоактивных изотопов, в том числе, - долгоживущих Ra-226 и Ra-228 с продуктами их распада [2,8]. Часто умалчивается

факт накопления, даже еще при очистке нефти и газа, других экологически опасных материалов и элементов. Например, вокруг нефтерождений в западном Казахстане уже накоплено более миллиона тонн серы!

По данным Агентства по охране окружающей среды США на нефтяных и газовых месторождениях в штате Луизиана и других южных штатах нефтewодяная смесь, выкачиваемая на поверхность Земли, в 5-20 раз более радиоактивна, чем вода, которую разрешается сбрасывать с АЭС. В этом штате в водоёмах, в которые сбрасывалась вода после отделения её от нефти, концентрация радия на дне такая же, как на старых предприятиях по производству ядерного оружия!

О наличии подобных радиоактивных аномалий известно и на нефтепромыслах СНГ и Казахстана (месторождения Апшерона, Татарии, Калмыкии, Атырауской области, Мангышлака) [5]. В целом, по Казахстану на участках 22-х наиболее крупных месторождений, где сейчас производится добыча нефти, выявлено 267 участков радиоактивного загрязнения с мощностью дозы от 100 до 17000 мкР/час (отметим, что при значениях 100 мкР/час и выше участки земли в пределах добычных полигонов рудников по требованиям Санитарных правил подлежат рекультивации).

Таким образом, по радиотоксичности, на единицу выработанной энергии нормально работающая АЭС оказывает на три порядка (в тысячу раз!) меньшее воздействие на окружающую среду, чем нефтепромыслы [2].

Эксперты США посчитали, что если стандарты безопасности, утвержденные для атомной промышленности, будут применяться в нефтяной и газовой, то стоимость дезактивации нефтяных и газовых месторождений будет достигать миллиарды долларов, а добыча нефти и газа окажется нерентабельной! [2].

Все приведённые факты указывают на то, что позиции атомной энергетики в плане охраны окружающей среды достаточно прочны.

С учетом этого большинство стран мира наращивает темпы строительства атомных электростанций, делая ставку на использование ядерного топлива. Казахстан пока не использует свой уникальный потенциал наличия огромного количества самого дешёвого топлива для электростанций, надеясь на весьма призрачное первенство в добыче и использовании горючих ископаемых, запасы которых иссякнут в ближайшие десятилетия. К тому времени Казахстан может безвозвратно отстать в развитии технологий ядерной энергетики и будет выступать лишь в качестве сырьевого придатка развитых государств.

В настоящее время Казахстан обладает одной из крупнейших в мире урановой сырьевой базой, которая позволяет обеспечить не только внутренние потребности, даже при условии максимального развития атомной энергетики, но и выводит

Impact Factor:

ISRA (India) = 3.117	SIS (USA) = 0.912	ICV (Poland) = 6.630
ISI (Dubai, UAE) = 0.829	ПИИЦ (Russia) = 0.156	PIF (India) = 1.940
GIF (Australia) = 0.564	ESJI (KZ) = 8.716	IBI (India) = 4.260
JIF = 1.500	SJIF (Morocco) = 5.667	OAJI (USA) = 0.350

республику в ряды наиболее крупных мировых экспортёров урана [3].

Применяемый до 80-х годов прошлого века карьерный (открытый) и шахтный методы добычи урана сейчас не используются. Эти технологии оказались экономически и экологически не рентабельными. Сейчас применяется экономически выгодный и экологически безопасный метод подземного скважинного выщелачивания (ПСВ) [3].

Conclusion

Особенностью передового метода подземного скважинного выщелачивания (ПСВ) является то, что в этом случае исключается целая технологическая цепочка: вскрытие рудных тел и образование отвалов, взрывные работы, транспортировка горной массы, дробление и измельчение урановых руд, сортировка на радиометрических контрольных станциях - (РКС) и дробление. Сохраняется только один гидрометаллургический процесс переработки урановых руд - выщелачивание урана. К тому же весь этот процесс перенесен с поверхности под землю. Понятно, насколько этот метод экономичнее и экологичнее всех существующих ранее; на поверхности земли не остается никаких отходов (карьеров, отвалов, временных дорог, обогатительных фабрик, большегрузных машин и других технологических объектов). Еще одной важной особенностью метода кислотного выщелачивания является применение процесса избирательного выщелачивания бедных урановых руд [4].

Экологическое преимущество метода подземного скважинного выщелачивания (ПСВ) заключается в том, что «добыча урана» происходит под землей путем растворения природных минералов урана и откачки его на поверхность. Все отходы «производства» остаются под землей!

Данный метод позволяет извлекать полезные компоненты из руд, практически не нарушая экологии, сохраняя даже поверхностный слой почвы и не нарушая гидрогеологическую обстановку в районе. Отсутствие буровзрывных работ, открытых горных выработок, шахтных стволов, отвалов «пустых» пород и

некондиционных руд, превращает термин «рудник» в чисто условное понятие [4].

Тем не менее, проектами работ по добыче урана предусматривается ежегодное отчисление в среднем - 6,77% от затрат на добычу на проведение рекультивационных работ после окончания эксплуатации месторождений.

Рекультивация подземных вод на месторождениях не производится, так как многочисленными и многолетними исследованиями доказано, что ПСВ не нарушает природного равновесия в подземной гидросистеме региона. О чистоте этой технологии, как о доказанном факте, имеется заключение Государственной экологической экспертизы РК.

В нашей республике сосредоточено около 21% мировых разведанных запасов урана – это второе место в мире. Уникальные месторождения урана позволяют нашей республике уверенно занимать ведущее место по добыче самого дешёвого топлива с дальнейшей перспективой на ее увеличение. Наши отечественные специалисты обладают бесценным опытом и технологиями добычи уранового сырья практически при любой морфологии рудных залежей и тел до глубин порядка 1000 метров. У нас развита собственная уранодобывающая и перерабатывающая промышленность с полным ядерно-топливным циклом, что позволит обеспечить отечественную атомную энергетику сырьем, произведенным внутри страны.

Развитие атомной энергетики будет способствовать обеспечению экологической и энергетической безопасности и независимости Казахстана. Развитие атомной энергетики объективно приведет к повышению технологического уровня отечественного машиностроения, укреплению научно-технического потенциала страны и созданию новых высокотехнологичных отраслей экономики.

Стабильность тарифов на электроэнергию в течение длительного периода времени, которую обеспечивает атомная энергетика, создаст дополнительную инвестиционную привлекательность Казахстана.

References:

- Berikbolov, B. R., et al. (2002). *Otchet po teme: «Otsenka vozdeystviya dobychi urana metodom podzemnogo vyshchelachivaniya na okruzhayushchuyu sredu na otrabatyvaemykh mestorozhdeniyakh Severnyy Karamurun, Kanzhugan, Uvanas i Mynkuduk»*. Almaty.
- Bugenov, E. S., Vasilevskiy, O. V., & Shkol'nik, V. S. (2012). *Teoriya i praktika proizvodstva urana i ego soedineniy*. Almaty.

Impact Factor:

ISRA (India)	= 3.117	SIS (USA)	= 0.912	ICV (Poland)	= 6.630
ISI (Dubai, UAE)	= 0.829	PIHII (Russia)	= 0.156	PIF (India)	= 1.940
GIF (Australia)	= 0.564	ESJI (KZ)	= 8.716	IBI (India)	= 4.260
JIF	= 1.500	SJIF (Morocco)	= 5.667	OAJI (USA)	= 0.350

- Zhunisbekov, S., & Zhashen, S. Z. (2011). Sravnitel'nyy ekologo-ekonomicheskiy analiz osnovnykh metodov dobychi urana. Taraz.
- (1996). *Radiatsionnaya bezopasnost'*. Mezhdunarodnoe agentstvo po atomnoy energii, (MAGATE). Vena.
- Rikhvanov, L. P. (2009). *Radioaktivnye elementy v okruzhayushchey srede i problemy radioekologii*. Tomsk.
- Polyakov, V. I. (1996). *Radioekologicheskie problemy neftepromyslov*. Mezhdunarodnaya konferentsiya «Radioaktivnost' i radioaktivnye elementy v srede obitaniya cheloveka». Doklad. GNTs NIIR, Dmitrovograd.
- Shkol'nik, V. S. (2008). *Perspektivy energetiki Kazakhstana v svete mirovykh tendentsiy energeticheskogo razvitiya*. Astana.
- (2002). *Uchebno-metodicheskoe rukovodstvo po radioekologii i obrashcheniyu s radioaktivnymi otkhodami dlya usloviy Kazakhstana*. Almaty: Volkovgeologiya.