

**КУЛЬТУРА БЕЗОПАСНОСТИ И  
СОЦИАЛЬНО-ПРАВОВЫЕ АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ  
ТЕРРИТОРИЙ РАЗМЕЩЕНИЯ ОБЪЕКТОВ  
АТОМНОЙ ОТРАСЛИ**

УДК 338.24 : 351.862.6

**ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ УРАНОДОБЫВАЮЩЕЙ ОТРАСЛИ В  
УСЛОВИЯХ ТУРБУЛЕНТНОСТИ ВНЕШНЕЙ СРЕДЫ**

© 2021 М.В. Головки\*, А.А. Лапкис\*\*, С.А. Мясоєдов\*\*\*

*\*Негосударственное аккредитованное некоммерческое частное образовательное учреждение высшего образования «Академия маркетинга и социально-информационных технологий – ИМСИТ»,  
Краснодар, Россия*

*\*\*Волгодонский инженерно-технический институт – филиал Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», Волгодонск, Ростовская обл., Россия*

*\*\*\*Амурский государственный университет, Благовещенск, Амурская обл., Россия*

В данной статье рассматриваются особенности развития уранодобывающей отрасли в условиях рыночных колебаний. Приводятся экономические факторы, способствующие распространению атомной энергетики и вызывающие спрос на продукцию уранодобывающей промышленности. Выявляются конкурентные преимущества стран по добыче и поставке топлива для атомных электростанций. Делается вывод о значительном потенциале развития Российской Федерации (Госкорпорация «Росатом») на всех этапах ядерного топливного цикла, связанного с высокотехнологичным переделом уранового сырья и атомной генерацией. Отмечается проблема высоких капиталовложений и длительный временной лаг с момента разведки месторождения до пуска производственных мощностей предприятий уранодобывающей отрасли в эксплуатацию. Рассматриваются наиболее рентабельные схемы инвестирования в отрасль с учетом государственной поддержки.

*Ключевые слова:* уранодобывающая отрасль, атомная энергетика, АЭС, твэл, топливный цикл, цена урана, Госкорпорация «Росатом».

Поступила в редакцию 16.11.2020

После доработки 22.11.2020

Принята к публикации 26.11.2020

На сегодняшний день сформировалось достаточное количество факторов, объясняющих целесообразность развития атомной энергетики [1, 2]. Продление сроков эксплуатации атомных электростанций (далее – АЭС) свыше проектных 30-40 лет приводит к росту экономической эффективности выработки электроэнергии. Помимо этого, все большее число экспертов, политиков, общественных деятелей разных стран признают большую, по сравнению с другими электростанциями, экологичность и устойчивость по отношению к воздействию внешней среды. Например, экстремально низкие температуры в США (2014 г., 2019 г., 2021 г.) вызывают массовые перебои в энергоснабжении, а угольные, газовые и ветроэнергетические системы в подобных условиях неработоспособны, что придает большую экономическую и социальную устойчивость атомной энергетике. Особого внимания заслуживают вопросы обеспечения безопасности эксплуатации потенциально опасных объектов [3].

К экономическим факторам следует отнести постоянный рост капитальных затрат на строительство объектов атомной энергетики и каждое следующее поколение АЭС обходится дороже как за счет инфляционных процессов, так и за счет роста числа систем безопасности. В себестоимости электроэнергии, вырабатываемой на АЭС, их

доля значительна, а в последние десятилетия наблюдается увеличение сроков строительства и связанный с этим перерасход ресурсов в силу неэффективного управления и усиления негативного воздействия инсайдерских рисков [4], но данная тенденция преодолевается за счет более тщательного планирования, контроля и внедрения инновационных технологий. Также возможно предусмотреть новые схемы финансирования, позволяющие снизить объемы капиталовложений и распределить риски. Удовлетворение растущих потребностей в электроэнергии среди развивающихся стран сейчас осуществляется путем использования пакета предложений «build-own-operate reactor». В контуре Государственной корпорации по атомной энергии «Росатом» (далее – Госкорпорация «Росатом») создана структура, в компетенции которой входит продвижение на внешнем рынке интегрированных проектов Госкорпорации «Росатом» по строительству АЭС, развитию центров ядерной науки и технологий (далее – ЦЯНТ), привлечению инвестиций и т.п.

В качестве положительной тенденции можно отметить следующее. Минимизации издержек эксплуатации АЭС способствует также внедрение цифровых платформ и инструментов, разрабатываемых АО «Концерн «Росэнергоатом», и внедряемых на российских и зарубежных АЭС российского дизайна. Процесс цифровизации предполагает создание интегрированных цифровых систем для всех основных бизнес-процессов, включая управление жизненным циклом АЭС, проведением ремонтных работ, управлению персоналом, информационными коммуникациями, взаимодействием со стейкхолдерами и т.п. Помимо этого в данную систему включены цифровые продукты, обеспечивающие организацию и управление хозяйственными процессами и документооборотом, например, заключение договоров с контрагентами, контроль движения денежных потоков и проч. Осуществление бизнес-процессов и решение специализированных задач с помощью цифровых ассистентов, а также возможность внедрения указанных цифровых решений на блоках с различными типами реакторов, позволяет оптимизировать затраты, обеспечить необходимый уровень транспарентности и повысить эффективность контроля [5].

Одним из важнейших сдерживающих факторов остается политическая составляющая, проявляющаяся в стремлении групп интересов сформировать негативный имидж атомной энергетики, руководствуясь извлеченными из контекста статистическими данными, фактами, суждениями. Причины подобных устремлений могут носить как идеологический, так и экономический (конкурентный) характер, объясняться недостаточной оценкой значимости безопасности энергоснабжения и устойчивости энергосистем.

Указанные факторы, включая экономические и неэкономические, оказывают влияние на развитие уранодобывающей отрасли. Стоимость топлива в себестоимости производства электроэнергии на АЭС (включая уран, конверсию, обогащение, изготовление) составляет менее 20%. При этом электростанции, функционирующие с использованием традиционных видов топлива, например углеводородного сырья и проч., доля затрат на топливо в себестоимости составляет порядка 80%. Сырьевой основой для производства топлива для АЭС является обогащенный уран.

Следует отметить, что только незначительное количество стран мира обладает технологиями по получению обогащённого урана. В качестве ведущих компаний, занимающихся добычей урана можно выделить такие, как АО «НАК "Казатомпром"» (Казахстан), который доминирует в общем объеме, обеспечивая порядка 40% добычи, Cameco Corporation (Канада), Orano S.A., Uranium One Inc. (Россия, Госкорпорация «Росатом»), CNNC&CGN (Китай, China National Nuclear Corporation) [6]. Лидирующие позиции России обусловлены интегрированными технологическими возможностями, позволяющими обеспечивать весь цикл от добычи до фабрикации топлива (рис. 1).

Добыча	Конверсия	Обогащение	Производство обогащенного урана	Фабрикация топлива
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ АО «Уральский электрохимический комбинат»</li> <li>✓ Акционерное общество «Производственное объединение «Электрохимический завод» — предприятие Топливной компании «ТВЭЛ»</li> <li>✓ ПАО «Приаргунское производственное горно-химическое объединение имени Е. П. Славского»</li> <li>✓ АО «Хиагда»</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ АО «Сибирский химический комбинат»</li> <li>✓ АО «Ангарский электролизный химический комбинат»</li> <li>✓ АО «Чепецкий механический завод»</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ АО «АЭХК»</li> <li>✓ АО «Далур»</li> <li>✓ АО «АРМЗ»</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ АО «ПО Электрохимический завод»</li> <li>✓ АО «Сибирский химический комбинат»</li> <li>✓ АО «Ангарский электрохимический комбинат»</li> <li>✓ ФГУП «ПО Маяк»</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ АО «Машиностроительный завод»</li> <li>✓ АО «Московский завод полиметаллов»</li> <li>✓ АО «Чепецкий механический завод»</li> <li>✓ ПАО «Новосибирский завод химконцентратов»</li> </ul>

Рисунок 1 – Технологические мощности Российской Федерации в уранодобывающей отрасли  
[Russian Federation technological capacities in the uranium mining industry]

Добыча урана производится с целью его последующей реализации, а также для обеспечения собственного производства ураносодержащей продукции более высокой степени передела, ТВЭЛОВ и тепловыделяющих сборок (далее – ТВС). Согласно оценкам различных инвестиционных компаний, уровень затрат на урановое сырьё в себестоимости ядерного топлива достигает 20-30% в западных странах и до 50% в российском производстве [7, 8]. Это обуславливает различный уровень чувствительности экономических субъектов к изменениям конъюнктуры на мировом рынке уранового сырья. Наибольшее влияние колебания рынка оказывают на производителей урана, осуществляющих добычу сырья с целью его реализации. Производители, входящие в контур вертикально-интегрированных структур и поставляющих уран для производства ядерного топлива для атомных электростанций, находятся в меньшей зависимости от указанного экономического фактора, т.к. имеют более высокую рентабельность при производстве твэлов и ТВС [9].

В современных условиях на мировом рынке уранового сырья наблюдается тенденция превышения предложения над спросом. Во многом это связано с выводом из эксплуатации значительного количества реакторов, что связано как с эксплуатационными особенностями (завершением срока эксплуатации), так и негативными последствиями в результате аварий на АЭС. Планируемые объёмы ввода новых реакторов недостаточны для компенсации отрицательной динамики спроса на сырьё.

В то же время, отмечается падение мировых цен на оксид урана с 73 долларов США в 2010 г. до 17,7 долларов США в 2017 г. Основной причиной, по оценкам экспертов, послужила авария на АЭС «Фукусима-1» в Японии, положившая начало общественному резонансу в мировых масштабах о крайне высокой опасности ядерной энергетики в целом.

В целом можно выделить следующие факторы, влияющие на цену урана:

- объёмы производства;
- динамика спроса;
- влияние биржевых ситуаций – спекуляции, новостной фон и проч.;
- сроки поставок.

До 2007 г. уран не торговался на бирже, однако, резкое повышение спроса на него, достигшее пятикратного размера за пять лет, привело к необходимости введения нового торгового инструмента биржей NYMEX. Цена урана того периода достигала рекордной отметки в 140 долларов США за контракт, но в 2008 г. произошёл обвал цен

и к 2010 г. цена на уран составила 40-42 доллара США. Это явление получило название «уранового пузыря», не оказавшего, при этом, серьезного влияния на крупных потребителей, имеющих долгосрочные контракты.

Как видно на рисунке 2 [9], в ноябре 2016 г. цена урана достигла минимума в 17,75 долларов США за фунт  $U_3O_8$ .



Рисунок 2 – Фьючерс на уран в период 2016-2021 гг. [Uranium futures for the period 2016-2021]

С сентября 2019 г. фьючерсный контракт торгуется по 25,20 долларов США, динамика изменения стоимости фьючерсов урана данного периода представлена на графике на рисунке 3 [10].



Рисунок 3 – Фьючерс на уран в 2019 г. [Uranium futures in 2019]

В течение семи лет наблюдается снижение цен на оксид урана. Это стало предпосылкой для оптимизации производственных мощностей компаний, занимающихся добычей урана, привело к консервации ряда месторождений. В 2018 г. Kazatomprom, Cameco Corporation объявили о вынужденном сокращении численности персонала, что влечет за собой крайне негативные социально-экономические последствия, а также об уменьшении размеров дивидендов. В результате был достигнут определенный баланс на рынке.

В то же время, необходимо принимать во внимание такие специфические особенности уранодобывающей отрасли, как высокие капиталовложения и продолжительность временного лага от момента разведки месторождения до пуска производственных мощностей в эксплуатацию. В связи с этим не исключены возможности резкого роста цен на фоне снижения спроса. Так, в 2021 году рост биржевых цен на уран составил более чем 60%. В качестве основных причин подобного скачка отмечают следующие:

- ввод в эксплуатацию ранее законсервированных объектов осуществляется, как правило, в случае устойчивого повышательного тренда цен на сырьё;
- высокие административные барьеры на пути внедрения новых проектов по разработке новых месторождений урана, высокие затраты создание необходимой инфраструктуры, длительные сроки реализации данных проектов и возможные конъюнктурные колебания на фоне недостаточного предложения;
- спекулятивные операции, осуществляемые некоторыми компаниями, заключающиеся в скупке излишков урана для создания искусственного дефицита;
- строительство новых АЭС и эксплуатация существующих, вне зависимости от усиления негативного отношения к атомной энергетике, в силу большей экономической эффективности данного вида энергии для промышленности многих стран.

По расчетам экспертов МАГАТЭ, в структуре себестоимости электроэнергии на АЭС более 50% занимает амортизация, затем стоимость топлива и издержки на эксплуатацию. Следовательно, при снижении рыночной цены на уран себестоимость атомной энергии снижается, делая объекты атомной энергетики более привлекательными для инвесторов, нежели нефте- и газодобывающие отрасли.

Как было сказано выше, ядерная энергетика занимает ведущее место в энергобалансе многих стран, и оно будет достаточно стабильным, однако, поскольку производство ядерного топлива связано с серьёзными сложностями, эксперты отмечают необходимость трансформации управленческих механизмов [11] уранодобывающих компаний для наибольшего соответствия рыночной конъюнктуре. Можно выделить маркетинговые, производственные и управленческие механизмы. К маркетинговым относится отказ от продаж сырья на спотовом рынке и от долгосрочных контрактов поставки. Изменение производственных механизмов предполагает приостановку производственных программ и программ развития, геолого-разведочных работ, оптимизацию численности персонала, сокращение добывающих мощностей. Управленческие механизмы должны быть направлены на реорганизацию логистических процессов, создание крупных вертикально-интегрированных структур, снижение дивидендов, внедрение инноваций. Особое значение приобретает получение технологий по производству твэлов и ТВС странами, не владеющими такими технологиями, т.к. они обеспечивают более высокую прибыль, нежели продажи закиси-окиси урана. Для Российской Федерации, владеющей технологиями конверсии, изотопного обогащения и производства готового ядерного топлива, актуальным является снижение производственных потерь на всех этапах передела уранового сырья.

Государственные органы стремятся обеспечить приток инвестиций в уранодобывающую промышленность, для этих целей:

- снижаются экологические нормы доступа к разработке либо по воздействию на окружающую среду (в Японии после аварии на Фукусима-1 были пересмотрены нормы предельных концентраций в продуктах питания);
- создаются условия для снижения бюрократических барьеров при строительстве, открытии новых рудников (Казахстан для разработки собственных месторождений привлёк китайские, японские, французские, американские, канадские, российские

компании, в обмен на кредиты, инвестиции, технологии, политическую поддержку на мировой арене, аналогично действуют и африканские государства, но в меньших объемах);

- специальные службы государств, владеющих технологиями по производству ядерного оружия, обогащения урана, фабрикации ядерного топлива, по захоронению, хранению отработанных ядерных отходов активно противостоят попыткам распространения и получения данных технологий.

Российская Федерация владеет всеми технологиями ядерного топливного цикла, в связи с чем предлагает на экспорт ядерное топливо различных степеней передела. Так, на рынок, США до последнего времени направлялся низкообогащенный уран, получаемый путём разбавления излишков оружейного урана, в том числе по соглашению от 1993 г. между правительствами России и США, так называемого ВОУ-НОУ (перевод высокообогащенного урана из ядерного оружия в низкообогащенный уран). При этом для европейских АЭС с реакторами типа PWR западного дизайна с 2016 г. успешно поставляется топливо типа ТВС-КВАДРАТ. В 2016-2019 гг. активно шли переговоры и по поставке такого топлива в США. Тем не менее, российское ядерное топливо прошло полный цикл испытаний и работает на АЭС Швеции, демонстрируя высокий уровень надёжности.

В связи с применением на российских обогатительных комбинатах наиболее эффективной и дешёвой технологии газового центрифугирования, интерес представляет также предоставление услуг по дообогащению обеднённого, или «отвального» урана в форме ГФУ. Такого рода контракты действовали между предприятиями России и Германии в 2000-х годах и продолжают действовать с 2019 г. Перерыв во ввозе отвального урана из Германии объясняется как экономическими, так и политическими причинами. Так, отвальный уран не является по действующим нормативно-техническим документам радиоактивными отходами, но воспринимается так общественностью и экологическими организациями. Сторонники ввоза отвального ГФУ для дообогащения считают, что оно приводит к расширению ресурсной базы для отечественной двухкомпонентной ядерной энергетики, как в части обеспечения ураном, так и фтором. Однако длительное хранение отвального урана требует его перевода в безопасную форму – обесфторивания, с получением отдельно уранового продукта и отдельно фтороводорода. Таким образом, очередной раз подтверждается, что международные сделки в области поставки урановых продуктов всегда являются результатом политического процесса и находятся под сильнейшим воздействием общественно-политических факторов.

Наибольшая рентабельность достигается организациями при реализации ураносодержащей продукции высокой степени передела, полученной от процесса фабрикации уранового топлива. Результатом процесса фабрикации является производство топливных сборок для реакторов АЭС. Фабрикация уранового топлива в Европе производится в следующих странах:

- в Бельгии – завод Dessel, специализация – узлы для PWR, топливные гранулы и твэлы, специализация по производству из МОКС-топлива;

- в Великобритании – завод Springfields, специализация – порошок, таблетки и ТВС;

- в Германии – завод Линген (Lingen), специализация – узлы для активной зоны, порошок закиси-окиси урана ( $U_3O_8$ ), топливные таблетки, твэлы;

- в Испании – завод Juzbado, специализация – топливные таблетки и ТВС;

- во Франции – завод Pierrelatte (Drome), специализация – комплектующие для PWR сборок; завод Romans-sur-Isere (Drome), специализация – окись урана ( $UO_2$ ), топливные таблетки, форсунки, твэлы и узлы для PWR [12].

Прибыльным считается торговля единицей на рынке фабрикации – ТВС, которая производится для определённых типов реакторов. По действующим нормам Евросоюза, все АЭС должны иметь как минимум два поставщика ядерного топлива. Конкуренты, используя данное правило, вытеснили компании, входящие в Госкорпорацию «Росатом», из ряда бывших социалистических стран, где функционировали АЭС, построенные СССР.

Одним из примеров политизированного принятия решений о поставке ядерного топлива определённым поставщиком является широко известная история поставок ядерного топлива производства Westinghouse на украинские АЭС, эксплуатирующие реакторы типа ВВЭР советской постройки. Указанному поставщику потребовались годы на опытную эксплуатацию и доработку шестигранных ТВС, требуемых реакторами ВВЭР-1000. При этом российское топливо корпорации АО «ТВЭЛ» было полностью доработанным и с длительной историей эксплуатации в реакторах такого типа. В настоящее время Украина продолжает вести курс на диверсификацию поставок, совмещая поставки российского и американского топлива на реакторы ВВЭР-1000, при этом компания Westinghouse планирует вытеснить Госкорпорацию «Росатом» и из поставок топлива для реакторов ВВЭР-440. В Госкорпорации «Росатом» считают, что изменение поставщика ядерного топлива в ходе эксплуатации действующих энергоблоков подвергает АЭС, ее персонал и население страны дополнительным рискам. Российская Федерация активно участвует в проектах по строительству АЭС в Китае, Индии, Иране. Достигнуты соглашения с Белоруссией, Турцией, Бангладеш, по некоторым проектам начаты работы. По разным причинам, завершились неблагоприятным итогом переговоры с Болгарией (Belene/Kozloduy 7), Украиной, ЮАР (Thyspunt), Нигерией, Аргентиной (Atucha 5), Индонезией (Serpong), Иорданом (Al Amra), Вьетнамом (Ninh Thuan 1) и другие проекты [6].

Острая конкурентная борьба на рынке высокотехнологичной ураносодержащей продукции ведётся с использованием разных инструментов, в том числе в виде активной государственной поддержки предприятий для обеспечения доступа к месторождениям, контрактам на обработку уранового сырья, по заключению контрактов на строительство АЭС, поставку ТВС, обслуживания АЭС. С целью получения технологий по производству высокоэффективных ураносодержащих продуктов, ведущие страны по добыче урана создают совместные предприятия, предоставляя в разработку на своей территории урановые месторождения. Это способствует росту экономического эффекта всех стейхолдеров. Схемы возможных алгоритмов инвестирования в уранодобывающую промышленность представлены на рисунке 4.



Рисунок 4 – Возможные алгоритмы инвестирования в уранодобывающую промышленность  
[Possible algorithms to invest in the uranium mining industry]



На основе вышеизложенного можно сделать следующие выводы:

1. Уранодобывающая отрасль подвержена преимущественно рискам общего характера, присущим атомной энергетике в целом. Спрос и цены на урановое сырьё находятся под значительным влиянием достигнутого и планируемых уровней развития атомной энергетики.
2. Развитие атомной энергетики определяется ресурсным обеспечением со стороны уранодобывающей отрасли, требованиями энергосистем к устойчивости и объёмам энергоснабжения, а также политическими процессами между странами-носителями и потребителями ядерных технологий.
3. Сделки на урановом рынке представляют собой как традиционный вид деятельности по поставкам сырья, так и включают в себя элементы политического давления, в связи с двойным назначением ядерных материалов – возможности их применения, как в целях выработки энергии, так и в целях изготовления ядерных боеприпасов в нарушение международных договоров.
4. В настоящее время рыночные цены на уран находятся вблизи исторических минимумов, но в прошлом показывали значительную волатильность.
5. Наибольшую устойчивость к ценовым рискам в условиях меняющихся цен на сырьё и политических договорённостей будет демонстрировать интегрированная корпорация, совмещающая добычу урана, производство ядерного топлива, атомную генерацию и переработку ядерного топлива, что подтверждается успешным примером роста установленной мощности АЭС и глобального расширения портфеля заказов Госкорпорации «Росатом».
6. Российская Федерация обладает значительным потенциалом развития на всех этапах ядерного топливного цикла, связанных с высокотехнологичным переделом уранового сырья и атомной генерацией.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Ferraris M., Florio M.* Public Enterprises in a Global Perspective in the Last Decade. Milan, 2015.
2. *Дементьев, В.Е.* О характере российской «догоняющей модернизации» и ее институциональном обеспечении // Российский экономический журнал. – 2005. – № 2. – С. 21-29.
3. *M.A. Kolomiets, A.A. Lapkis and O.F. Tsuverkalova.* Decision support system for WWER-1000 reactivity management // Journal of Physics: Conference Series, Volume 1488, International Scientific Conference on Electronic Devices and Control Systems (EDCS 2019) 20-22 November 2019, Tomsk, Russia.
4. *Plotnikov V., Golovko M., Fedotova G., Rukinov M.* (2020), «Ensuring national economic security through institutional regulation of the shadow economy», in Lecture Notes in Networks and Systems, Vol. 87, pp. 342-351.
5. «Росэнергоатом» разрабатывает цифровые платформы и инструменты для АЭС – [Электронный ресурс]. – URL: <https://strana-rosatom.ru/>- (дата обращения 12.02.2021)
6. *Мясоедов, С.А.* Оценка уровня устойчивого экономического развития и экономическая безопасность отраслей минерально-сырьевого комплекса / С.А. Мясоедов // Экономические науки. – 2018. – № 12(169). – С. 65- 69.
7. *Михайловский, А.А.* Повышение эффективности уранодобывающих предприятий в условиях сырьевого дефицита / А.А. Михайловский, Е.С. Мелехин // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. – 2019. – № 1(164). – С. 46-53.
8. *Ералин, Ж.М.* Разработка моделей решения ключевых проблем стратегического развития уранодобывающего предприятия / Ж.М. Ералин, С.Н. Гончаренко // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2019. – № 4. – С. 199-208.
9. *Андреев, Л.* Об экономике российской ядерной электроэнергетики / Л. Андреев // Доклад объединения Bellona, 2011. – [Электронный ресурс]. – URL:



[https://network.bellona.org/content/uploads/sites/4/2015/07/fil\\_economy\\_05\\_BW\\_obl1.pdf](https://network.bellona.org/content/uploads/sites/4/2015/07/fil_economy_05_BW_obl1.pdf) (дата обращения 12.09.2021)

10. UXC URANIUM U3O8 FUTURES (CONTINUOUS: CURRENT CONTRACT IN FRONT). [Электронный ресурс] – URL: <https://ru.tradingview.com/symbols/COMEX-UX1/>
11. Святецкий, В.С. Стратегия технологического развития уранодобывающей отрасли России / В.С. Святецкий, И.Н. Солодов // Горный журнал. – 2015. – №7. – С. 68-77.
12. World Nuclear Association, February 2018, «World Nuclear Power Reactors & Uranium Requirements», URL: <http://www.world-nuclear.org/information-library/facts-and-figures/world-nuclear-power-reactors-and-uranium-requireme.aspx>.

#### REFERENCES

- [1] Ferraris M., Florio M. Public Enterprises in a Global Perspective in the Last Decade. Milan, 2015 (in English).
- [2] Dement'ev V.E. O haraktere rossijskoj «dogonyayushchej modernizacii» i ee institucional'nom obespechenii [Nature of Russian «Catch-Up Modernization» and its Institutional Support]. Rossijskij ekonomicheskij zhurnal [Russian Economic Journal]. 2005. №2. P. 21-29 (in Russian).
- [3] Kolomiets M.A., Lapkis A.A. and Tsuverkalova O.F. Decision Support System for WWER-1000 Reactivity Management // Journal of Physics: Conference Series, Volume 1488, International Scientific Conference on Electronic Devices and Control Systems (EDCS 2019) 20-22 November 2019, Tomsk, Russia (in Russian).
- [4] Plotnikov V., Golovko M., Fedotova G., Rukinov M. (2020), «Ensuring National Economic Security through Institutional Regulation of the Shadow Economy», in Lecture Notes in Networks and Systems. Vol. 87. P. 342-351 (in English).
- [5] «Rosenergoatom» razrabatyvaet cifrovye platformy i instrumenty dlya AES [Rosenergoatom Develops Digital Platforms and Tools for Nuclear Power Plants]. URL: <https://strana-rosatom.ru/-> (reference date 12.02.2021) (in Russian).
- [6] Myasoedov S.A. Ocenka urovnya ustojchivogo ekonomicheskogo razvitiya i ekonomicheskaya bezopasnost' otraslej mineral'no-syr'evogo kompleksa [Assessment of Level of Sustainable Economic Development and Economic Security of Mineral Resource Complex Industries]. Ekonomicheskie nauki [Economic Sciences]. – 2018. – № 12(169). – P. 65-69 (in Russian).
- [7] Mikhailovsky A.A., Melekhin E.S. Povysheniye effektivnosti uranodobyvayushchikh predpriyatiy v usloviyakh syr'evogo defitsita [Improving the efficiency of uranium mining enterprises in conditions of raw materials shortage]. Mineral'nyye resursy Rossii. Ekonomika i upravleniye [Mineral resources of Russia. Economics and Management]. 2019. №1(164). P.46-53 (in Russian).
- [8] Eralin Zh.M., Goncharenko S.N. Razrabotka modeley resheniya klyuchevykh problem strategicheskogo razvitiya uranodobyvayushchego predpriyatiya [Development of models for solving key problems of strategic development of a uranium mining enterprise]. Gornyy informatsionno-analiticheskij byulleten' (nauchno-tekhnicheskij zhurnal) [Mining information and analytical bulletin (scientific and technical journal)]. 2019. №4. P. 199-208 (in Russian).
- [9] Andreev L. Ob ekonomike rossijskoj yadernoj elektroenergetiki [Economics of the Russian Nuclear Power Industry]. Doklad ob"edineniya Bellona [Bellona report], 2011. URL: [https://network.bellona.org/content/uploads/sites/4/2015/07/fil\\_economy\\_05\\_BW\\_obl1.pdf](https://network.bellona.org/content/uploads/sites/4/2015/07/fil_economy_05_BW_obl1.pdf) (reference date 12.09.2021) (in Russian).
- [10] UXC URANIUM U3O8 FUTURES (CONTINUOUS: CURRENT CONTRACT IN FRONT). URL: <https://ru.tradingview.com/symbols/COMEX-UX1/> (in English).
- [11] Svyatetsky V.S., Solodov I.N. Strategiya tekhnologicheskogo razvitiya uranodobyvayushchey otrasli Rossii [The strategy of technological development of the uranium mining industry in Russia]. Gornyy zhurnal [Mining Journal]. 2015. №7. P.68-77 (in Russian).
- [12] World Nuclear Association, February 2018, «World Nuclear Power Reactors & Uranium Requirements», URL:<http://www.world-nuclear.org/information-library/facts-and-figures/world-nuclear-power-reactors-and-uranium-requireme.aspx> (in English).

## Issue of Compliance Control Efficiency at Nuclear Industry Enterprises in Economic Crisis Conditions

M.V. Golovko<sup>\*1</sup>, A.A. Lapkis<sup>\*\*2</sup>, S.A. Myasoedov<sup>\*\*\*3</sup>

*\* Non-state accredited non-profit private educational institution of higher education "Academy of Marketing and Social and Information Technologies – IMSIT, Zipovskaya St.5, Southern Federal District, Krasnodar Region, Krasnodar, Russia 350010*

*\*\* Volgodonsk Engineering Technical Institute the branch of National Research Nuclear University "MEPhI", Lenin St., 73/94, Volgodonsk, Rostov region, Russia 347360*

*\*\*\* Amur State University, Ignatievskoe highway 21, Blagoveshchensk, Amur region, Russia 675027*

*<sup>1</sup>ORCID iD: 0000-0002-4835-9800*

*WoS Researcher iD: J-2461-2016*

*e-mail: golovko178@mail.ru*

*<sup>2</sup>ORCID ID: 0000-0002-9431-7046*

*e-mail: AALapkis@mephi.ru*

*<sup>3</sup>ORCID iD: 0000-0002-5636-3834*

*e-mail: myasoedov8@mail.ru*

**Abstract** – The article considers the features of the uranium mining industry development in the context of market fluctuations. The economic factors contributing to the spread of nuclear energy and causing the demand for the products of the uranium mining industry are presented. The competitive advantages of countries in the production and supply of fuel for nuclear power plants are revealed. The conclusion is made about the significant development potential of the Russian Federation (SC "Rosatom") at all stages of the nuclear fuel cycle associated with high-tech repartition of uranium raw materials and nuclear generation. The problem of high capital investments and a long-time lag from the moment of exploration of the deposit to the commissioning of production facilities of the uranium mining industry enterprises is noted. The most profitable investment schemes in the industry are considered taking into account government support.

**Keywords:** uranium mining industry, nuclear energy, nuclear power plants, fuel elements, fuel cycle, uranium price, State Atomic Energy Corporation Rosatom.