

## ОБЩИЕ ВОПРОСЫ НАДЕЖНОСТИ И БЕЗОПАСНОСТИ ЭНЕРГЕТИКИ

УДК 621.1.18

# Проблемы и перспективы развития производства газотурбинных установок высокой мощности в Российской Федерации

**Черезов А. В., Грабчак Е. П.**

Министерство энергетики Российской Федерации  
ул. Щепкина, д. 42, стр.1, 107996, ГСП-6, г. Москва, Россия

Поступила / Received 25.01.2017

Принята к печати / Accepted for publication 17.04.2017

Задачи обеспечения надежного и бесперебойного снабжения электроэнергией потребителей, промышленной и экологической безопасности, возможности мониторинга состояния энергетического оборудования, прогнозирования и предотвращения аварийных ситуаций с учетом сложившейся ситуации в энергетике становятся приоритетными направлениями развития ее производственного комплекса. Изменение внешней политической и экономической ситуации на мировой арене существенным образом изменило конъюнктуру рынка производителей энергетического оборудования, формирует новые вызовы энергомашиностроению России.

Решение задачи инновационного развития российского энергомашиностроения обладает своими особенностями. Во-первых, в Российской Федерации на объектах электроэнергетики используется, в основном, оборудование иностранного производства, закупленное ранее, и не требующее замены в связи с истечением его эксплуатационных сроков. Во-вторых, оборудование иностранного производства обладает улучшенными техническими и эксплуатационными характеристиками, простотой использования, возможностью его сервисного обслуживания с гарантированной поставкой запасных частей, наличием легко интегрируемых комплементарных благ, таких, как программное обеспечение для управления промышленной установкой, дополнительные системы промышленной безопасности и другие. В-третьих, производство и сборка иностранного оборудования локализованы, в основном, в местах наибольшего спроса, что дает дополнительное преимущество иностранным производителям для его поставки и последующего обслуживания. В-четвертых, продажа и поддержка оборудования иностранного производства осуществляется хорошо организованной дилерской сетью. В-пятых, надо отметить высокую степень организации технологических процессов разработки, внедрения и производства иностранного оборудования.

На основе учета названных особенностей сформирована структура потребностей энергетики в газовых турбинах большой мощности и обосновывается перспектива развития энергомашиностроения в этой области, показаны потребности и обоснованы номиналы мощностей газовых турбин для формирования заказа машиностроительным заводам. Ретроспективный анализ турбиностроения в России позволяет определить перспективу его развития. Для успешного развития турбиностроения в России необходимо создание промышленной и организационной инфраструктуры. Выводы, сделанные в результате анализа проблемы, имеют практическое назначение и формируют инновационный путь развития тяжелого энергомашиностроения.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** газовые турбины большой мощности, инновационный путь развития, энергетическая безопасность, импортозамещение, потребности генерирующих компаний, организационная инфраструктура.

### Адрес для переписки:

Грабчак Е. П.  
Министерство энергетики Российской Федерации  
ул. Щепкина, д.42, стр.1, 107996, ГСП-6, г. Москва, Россия  
e-mail: GrabchakEP@minenergo.gov.ru

### Address for correspondence:

Grabchak E. P.  
Ministry of Energy of Russia  
Schepkina street, 42/1, GSP-6, 107996, Moscow, Russia  
e-mail: GrabchakEP@minenergo.gov.ru

### Для цитирования:

Черезов А. В., Грабчак Е. П. Проблемы и перспективы развития производства газотурбинных установок высокой мощности в Российской Федерации. *Надежность и безопасность энергетики*. 2017. – Т. 10, №2. – С. 92 – 97.  
DOI: 10.24223/1999-5555-2017-10-2-92-97

### For citation:

Cherezov A. V., Grabchak E. P. [Problems and prospects for development of manufacture of high-capacity gas turbine plants in the Russian Federation]. *Nadezhnost' i bezopasnost' energetiki = Safety and Reliability of Power Industry*. 2017, vol. 10, no. 2, pp. 92 – 97 (in Russian).  
DOI: 10.24223/1999-5555-2017-10-2-92-97

## Problems and prospects for development of manufacture of high-capacity gas turbine plants in the Russian Federation

**Cherezov A. V., Grabchak E. P.**

*Ministry of Energy of Russia,*

*Schepkina street, 42/1, 107996, GSP-6, Moscow, Russia*

The tasks of ensuring reliable and uninterrupted supply of electricity to consumers, industrial and environmental safety, the ability to monitor the state of energy equipment, to forecast and prevent emergencies, with the current situation in the energy sector taken into account, are becoming top priority areas for development of the industry's production complex. Developments in the foreign policy and the global economic situation have significantly changed the market conditions for manufacturers of power equipment, generating new challenges to Russia's power engineering.

Solving the problem of innovative development of the Russian power engineering industry has its specifics. First, the equipment used at the power industry facilities of the Russian Federation is mostly foreign-made, previously purchased and not requiring replacement in connection with expiration of its service life. Second, foreign-made equipment has improved technical and operational characteristics, is easy to use, can be maintained with a guaranteed supply of spare parts, and is provided with easily integrated complementary goods, such as software for industrial plant management, additional industrial safety systems, etc. Third, the manufacture and assembly of foreign equipment are localized mainly at places of the greatest demand, which gives an additional advantage to foreign producers for its delivery and subsequent maintenance. Fourth, the sale and support of foreign-made equipment are carried out by a well-organized dealer network. Fifth, one should note the high level of organization of technological processes for development, introduction and production of foreign equipment.

It is based on these specific features that the structure of energy needs in high capacity gas turbines is formed, and the prospects for development of power engineering in this area are substantiated, the needs are shown, and the power rating values are substantiated for gas turbines for machine-building plants to place orders. The retrospective analysis of turbine construction in Russia enables to determine the prospects for its development.

Successful development of turbine construction in Russia requires creating industrial and organizational infrastructure. Conclusions drawn as a result of analysis of the problem are of practical significance and form an innovative way of development of heavy energy machine building.

**KEY WORDS:** high capacity gas turbines, innovative way of development, energy safety, import substitution, needs of power-generating companies, organizational infrastructure.

Развитие энергетического машиностроения является на сегодняшний день приоритетной задачей для Российской Федерации и отраслей ее экономики как в ближайшей, так и в долгосрочной перспективе. Предпосылками такого развития являются как внутренние, так и внешние экономические вызовы, влияющие на энергетическую безопасность Российской Федерации. Они включают в себя такие факторы как задачи обеспечения надежного и бесперебойного снабжения электроэнергией потребителей, промышленной и экологической безопасности, возможности мониторинга состояния энергетического оборудования, прогнозирования и предотвращения аварийных ситуаций [1].

Необходимо отметить, что изменение внешней политической и экономической ситуации на мировой арене существенным образом изменило конъюнктуру рынка производителей энергетического оборудования.

В частности, увеличение обменного курса рубля позволило российским производителям оказаться в выигрыше по сравнению с иностранными производителями оборудования, однако, у российских компаний все еще остается проблемной ситуация с технологическим отставанием и темпами инновационного развития.

Согласно Доктрине энергетической безопасности Российской Федерации низкая инновационная активность в энергетическом машиностроении является фактором,

влияющим на энергетическую безопасность, приводящим к отставанию в освоении критически важных технологий, к высокой зависимости организаций ТЭК от импорта оборудования, сервисных и инжиниринговых услуг.

Решение задачи инновационного развития энергомашиностроения обладает своими особенностями. Во-первых, в Российской Федерации на объектах электроэнергетики используется, в основном, оборудование иностранного производства, закупленное ранее, и не требующее замены в связи с истечением его эксплуатационных сроков. Во-вторых, оборудование иностранного производства обладает улучшенными техническими и эксплуатационными характеристиками, простотой использования, возможностью его сервисного обслуживания с гарантированной поставкой запасных частей, наличием легко интегрируемых комлементарных благ, таких, как программное обеспечение для управления промышленной установкой, дополнительные системы промышленной безопасности и другие. В-третьих, производство и сборка иностранного оборудования локализованы, в основном, в местах наибольшего спроса, что дает дополнительное преимущество иностранным производителям для его поставки и последующего обслуживания. В-четвертых, продажа и поддержка оборудования иностранного производства осуществляет

ся хорошо организованной дилерской сетью. В-пятых, надо отметить высокую степень организации технологических процессов разработки, внедрения и производства иностранного оборудования.

В свою очередь произведенное в России оборудование отстает от иностранных аналогов по техническим и технологическим характеристикам.

Таким образом, для Российской Федерации задача развития энергетического машиностроения при существенном отставании в технологическом и инновационном развитии требует принятия существенных организационных и экономических мер.

На сегодняшний день одним из перспективных направлений развития энергетического машиностроения в Российской Федерации является производство газотурбинных установок большой мощности.

В первую очередь это обусловлено повышенным КПД газотурбинных установок, позволяющим увеличить эффективность электростанций, использующих в производстве электроэнергии природный газ, который для России является одним из самых доступных энергоресурсов, и, таким образом, достижением их экономичности и экологичности.

На объектах генерации Российской Федерации используется около 212 шт. газовых турбин мощностью от 50 МВт и более иностранного производства, общая установленная мощность которых составляет 14 260,6 МВт или 69,7% от общего количества газовых турбин, используемых на объектах генерации Российской Федерации.

При этом в настоящее время средний срок эксплуатации после пуска используемого на объектах генерации оборудования иностранного производства мощностью более 150 МВт составляет 2 года.

При прогнозном сценарии прироста мощности ТЭС на период до 2020 года потребность в газовых турбинах составит около 55 шт. В свою очередь, в период с 2020 до 2035 года потребность в газовых турбинах мощностью от 300 МВт должна составить порядка 20 штук [2].

В перспективе на пятилетний период российскими генерирующими компаниями заключены контракты на закупку газотурбинного оборудования с общей установленной мощностью порядка 9 ГВт.

При этом планируемое к закупке оборудование на 70% состоит из оборудования, производимого на территории Российской Федерации по лицензии или иностранного производства, из них 5 единиц оборудования производства компании Siemens.

При таких данных выход российских производителей на рынок возможен преимущественно при сценарии существенного прироста потребляемой народным хозяйством мощности, однако, по сегодняшним оценкам, до 2035 года такой прирост будет незначительным.

Так, на протяжении длительного времени все еще остается низкой загрузка ТЭС, что свидетельствует о недоиспользовании мощности ввиду низкого потребления электроэнергии [3].

Таким образом, с позиции экономической оценки производство газотурбинных установок высокой мощности

в Российской Федерации будет сопряжено с множеством высоких рисков, которые обусловлены следующим:

1. Внутренний спрос в Российской Федерации на газотурбинные установки большой мощности удовлетворяется, в основном, за счет оборудования иностранных производителей, что затрудняет выход на рынок газотурбинных установок российских предприятий;

2. По причине существенного технического и технологического отставания российских компаний от иностранных выход на внешние рынки, альтернативные внутреннему, будет невозможен, что может привести к некупаемости затрат на производство газовых турбин высокой мощности в России;

3. Потребность в крупных инвестициях на развитие производства газотурбинных установок высокой мощности в России сопряжена с отсутствием реального спроса;

4. Развитие производства газотурбинных установок в Российской Федерации затруднительно ввиду отсутствия развитой технологической инфраструктуры.

Таким образом, приоритетным направлением развития крупных газовых ТЭС является использование высокоэффективных газотурбинных установок, созданных на основе лицензионных соглашений с иностранными компаниями.

Кроме того, в качестве приоритетных направлений развития производства газотурбинных установок выбраны: увеличение степени локализации производства газовых турбин в России на основании лицензионных соглашений, организация разработки отечественных конкурентоспособных газовых турбин средней и большой мощности, что позволит обеспечить технологическую независимость российской промышленности, а в целом — энергетической отрасли Российской Федерации от импортных товаров.

Исторический анализ производства турбин в России начала XX века показывает схожесть моделей развития.

Так, например, в 1904 году на Санкт-Петербургском заводе было начато производство первых турбин, при этом для этих целей было приобретено право на их изготовление у французской фирмы «Рато».

Несмотря на небольшие объемы производства, руководство Санкт-Петербургского завода после освоения производства турбин небольшой мощности от 50 до 300 кВт перешло к освоению производства турбин немецкой фирмы «Всеобщая компания электричества» (АЭГ).

При этом завод осуществлял исследования производимого оборудования, например, испытание рабочих колес на прочность, определение коэффициента трения пара на лопатках, изучение особенностей заделки рабочих лопаток в ободу и другие, добившись, таким образом, возможности производства турбин собственной конструкции уже к 1910 году.

Необходимо также отметить, что инженеры завода вносили много нового в производимые ими конструкции турбин. Так, применявшиеся в зарубежных турбинах штампованные диски были заменены кованными, вместо крепления лопаток заклепками были применены Т-образные хвостовые канавки, конструкция цилиндра

была облегчена, передний подшипник отделен от цилиндра, что намного увеличило надежность работы машины.

После утверждения 21–23 декабря 1921 года IX Всероссийским съездом Советов плана ГОЭЛРО начался новый виток развития энергетического машиностроения.

Так, в 1922 году был организован Ленинградский машиностроительный трест, в состав которого входили предприятия по производству котлов и турбин, а также различных видов энергетического оборудования [4].

Именно с этого времени в нашей стране активно развивалось не только турбиностроение собственной конструкции, но и осуществлялось техническое перевооружение производства, а также его рационализация, что позволило в перспективе перейти к созданию турбин большой мощности.

Следует уточнить, что нововведением в то время стало создание на предприятиях энергетического машиностроения специализированных технологических служб, которые осуществляли разработку технологической документации и средств оснащения производства, что обеспечило полноценную и высокоэффективную организацию труда на предприятиях. Начиная с 1933 года, обработка деталей без разработанной и согласованной технологии себя изжила.

В послевоенные годы было начато производство турбин большой мощности 100, 200 и 300 МВт.

В 1947 году на Невском заводе была изготовлена первая экспериментальная газовая турбина мощностью 1000 кВт. Таким образом, было положено начало отечественному газотурбиностроению.

В дальнейшем заводы по производству турбин ставили перед собой задачи увеличения мощности, повышения параметров пара, надежности и экономичности турбин, автоматизации турбоустановок, повышения их маневренности, в части организации производства наблюдалась специализация заводов на производстве отдельных компонент турбоустановок.

Таким образом, представленный исторический анализ позволяет заключить, что экономический и технологический рывок в производстве турбин произошел по причине высокого внутреннего спроса, обусловленного процессом индустриализации страны в предвоенный и послевоенный периоды.

Однако, необходимо отметить, что экономика того периода носила плановый характер. В этой связи возможность синхронизации отрасли машиностроения с потребностями электроэнергетики была управляемой и прогнозируемой.

На сегодняшний день энергетические компании самостоятельно определяют потребности в энергетическом оборудовании в рамках Федерального закона от 18.07.2011 №223-ФЗ «О закупках товаров, работ, услуг отдельными видами юридических лиц», а также Федерального закона от 05.04.2013 №44-ФЗ «О контрактной системе в сфере закупок товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд», в соответствии с заложенными в указанном законодательстве принципами и процедурами закупок (далее — Федеральный закон №44-ФЗ) [5].

Так, например, в соответствии со ст. 41 Федерального закона №44-ФЗ «заказчик при планировании и осуществлении закупок должен исходить из приоритета обеспечения государственных и муниципальных нужд путем закупок инновационной и высокотехнологичной продукции».

Анализ мирового рынка производства газовых турбин большой мощности (300 МВт и более) показывает, что на рынке существует 7 моделей высокоэкономичных газовых турбин от 4 крупных иностранных производителей (Mitsubishi Hitachi Power Systems LTD, General Electric Company, Alstom, Siemens AG), введенных в коммерческую эксплуатацию и имеющих положительные референции. Их разработка начиналась на базе существующих технологий газовых турбин мощностью 200 МВт и длилась около 15 лет.

Таким образом, учитывая объем рынка Российской Федерации и необходимость создания отечественных газовых турбин большой мощности по технологическим и эксплуатационным характеристикам, существенным образом опережающих иностранные аналоги, в перспективе развития минимум на 10–15 летний период необходимо выполнение трех основных условий:

1. Сохранение существующей инфраструктуры (производство газовых турбин по лицензии, совместные российско-иностранное предприятия по производству газовых турбин, инжиниринговые компании/конструкторские и проектные бюро, производственные площадки, обслуживающие компании) и ее совершенствование;
2. Создание, развитие и постоянное совершенствование инфраструктуры, обеспечивающей технологический цикл разработки, производства, поставки и обслуживания газовых турбин в Российской Федерации;
3. Обеспечение экспортных возможностей для российских предприятий, производителей газовых турбин и их компонентов.

Следует рассмотреть более подробно каждое из обозначенных условий.

В настоящее время инфраструктура<sup>1</sup> создания газовых турбин большой мощности представляет собой совокупность инжиниринговых компаний, конструкторских и проектных бюро и производственных площадок.

Так, среди инжиниринговых компаний, конструкторских и проектных бюро можно выделить ОАО «Всероссийский теплотехнический институт» (определено головной организацией единого центра компетенции энергетического машиностроения в области газотурбинных технологий), ЗАО «АПТ Центр», г. Рыбинск, АНО «Инжиниринговый центр энергетического машиностроения», конструкторские бюро крупных энергомашиностроительных предприятий (предприятия ГК «Ростех», ОАО «Силовые машины», г. Санкт-Петербург, ОАО

<sup>1</sup> Под инфраструктурой создания газовых турбин высокой мощности понимается перечень институциональных, производственных и поддерживающих производство и обслуживание организаций и объединений, в целом, обеспечивающие технологический процесс производства и обслуживания газовых турбин высокой мощности, а также их компонент.

«КМПО», г. Казань), а также ряд профильных научно-исследовательских институтов и организаций.

К производственным площадкам относятся: ОАО «НПО Сатурн», г. Рыбинск, ОАО «Авиадвигатель», г. Пермь (входят в состав ГК «Ростех»), ОАО «Силовые машины», г. Санкт-Петербург, ОАО «КМПО», г. Казань, а также совместные российско-иностраннне производственные площадки, такие как ООО «Сименс технологии газовых турбин» и ОАО «Силовые машины»<sup>2</sup>.

Недостатком сегодняшней инфраструктуры является разрозненность и несистемность при решении задач создания газовых турбин высокой мощности, иными словами, невозможность создания конечного продукта путем применения российских разработок.

Так, действующие производственные площадки позволяют обеспечить потребности отрасли в газотурбинных установках, однако, для производства используются в основном технологии иностранных производителей, производство оборудования осуществляется по лицензии.

При этом с увеличением степени локализации производств оборудования по лицензии ожидается полное замещение оборудования производства Российской Федерации иностранным. При жестком разделении труда на производстве и регламентации внутренних процессов квалификация кадров будет обеспечиваться утвержденными, внутренними процессами иностранных компаний, что затруднит трансферт технологий в долгосрочной перспективе по линии производства.

Таким образом, необходимо обеспечить целостную, производственную систему, способную заменить в перспективе производство газотурбинных установок высокой мощности по лицензии.

Однако создание такой системы внутри государства требует разработки комплекса последовательных и продуманных шагов, включающих в себя ряд организационных и экономических мероприятий. В частности, необходимо обеспечение организационной модели для крупного машиностроения, которая включает в себя:

- исследовательские центры;
- конструкторские бюро;
- инжиниринговые компании;
- производственные компании (производство, сбор компонент оборудования, сбор оборудования);
- сертификационные и тестовые центры;
- объединения производителей (дилерские центры, оказание сервисных услуг, сертификационные центры).

При этом немаловажным является обеспечение отношений продавец — покупатель на всех уровнях технологического цикла производства оборудования, иными словами, каждый субъект организационной модели должен быть независимой организацией, осуществляющей продажу своих решений за исключением некоторых особенностей.

Так, исследовательские центры обеспечивают конструкторские бюро новыми технологическими изыскани-

ями. При этом такое обеспечение может происходить как на основании заказов НИОКР, так и без таковых, то есть на основании выставления исследований на продажу.

Конструкторские бюро осуществляют конструирование на основании изысканий исследовательских центров моделей, компонентов сложного технологического оборудования, продавая имеющиеся чертежи и опытные образцы инжиниринговым компаниям.

Инжиниринговые компании выполняют интеграционную функцию, превращая решения исследовательских центров и конструкторских бюро в готовый продукт в виде проектов для производственных компаний. При этом инжиниринговые компании могут входить в состав производственных холдингов, являясь самостоятельными организациями.

Производственные компании, приобретая проекты у инжиниринговых компаний, осуществляют сбор, продажу и дальнейшее обслуживание произведенной продукции.

Сертификационные центры осуществляют сертификацию оборудования на основании тестовых испытаний и дают соответствующие рекомендации по итогам тестирования.

Объединения производителей осуществляют взаимодействие с исполнительными органами власти Российской Федерации по вопросам нормативно-правового регулирования и поддержки производства, обеспечивают развитие отрасли, определяя и согласовывая приоритетные направления развития.

При такой организационной модели производства оборудования органы исполнительной власти Российской Федерации получают существенные преимущества по направлениям развития в рамках их компетенции.

Так, для Минпромторга России упрощается процедура разработки нормативных правовых актов в сфере импортозамещения, разрабатываемые программы будут носить предметный и целевой характер с эффектом макрорегулирования.

При этом речь идет о распределении финансовой поддержки по всей цепочке организационной модели в зависимости от текущих потребностей отрасли тяжелого машиностроения в электроэнергетике<sup>3</sup>.

Для реализации данной модели в среднесрочной пер-

<sup>3</sup> *Определение потребности отрасли электроэнергетики в продукции тяжелого машиностроения должно проводиться в формате создаваемых для этих целей рабочих групп на совместной площадке Минэнерго и Минпромторга России, с привлечением экспертных сообществ. Так, в соответствии с поручением Президента Российской Федерации В. В. Путина от 28.10.2014 №пр-2537, приказом Минэнерго России и Минпромторга России от 30.01.2015 №144/33 образована Межведомственная рабочая группа по вопросу разработки программы импортозамещения оборудования энергетического машиностроения в области газотурбинных технологий, на основе которой сформирован единый центр компетенции в области газотурбиностроения, одной из основных задач которой является определение приоритетных направлений развития отечественного газотурбиностроения.*

<sup>2</sup> *Часть российских производственных площадок выпускает оборудование иностранного производства по лицензии, среди них и ОАО «Силовые машины».*

спективе необходимо принятие пакета документов.

В первую очередь на законодательном уровне необходимо определение понятия «субъект экономической деятельности в сфере тяжелого энергетического машиностроения».

В этой связи Минэнерго России совместно с Минпромторгом России необходимо разработать отраслевой приказ об утверждении субъектов экономической деятельности в сфере тяжелого энергетического машиностроения.

В дальнейшем Минэнерго России совместно с Минпромторгом России необходимо разработать отраслевой стандарт оборудования тяжелого машиностроения в сфере электроэнергетики.

Необходимо отметить, что за счет разработки Миниэкономразвития России совместно с Минэнерго России и Минпромторгом России отраслевого стандарта в рамках Федерального Закона Российской Федерации от 28.06.2014 №172-ФЗ «О стратегическом планировании в Российской Федерации» существенно упрощается процедура подготовки документов стратегического планирования в отрасли электроэнергетики, что, в свою очередь, также позволит субъектам Российской Федерации и муниципальным образованиям осуществлять запрос на резервирование земельных участков, производственных и иных площадок под размещение объектов для обеспечения тяжелого энергетического машиностроения в рамках программ территориального планирования и экономического развития.

В свою очередь при организационной модели крупного машиностроения у органов исполнительной власти возникает потребность в формировании сводной отчетности от субъектов экономической деятельности в соответствии с индикаторами их развития.

В этой связи Минэнерго России и Минпромторгу России необходимо провести совместную разработку Постановления Правительства Российской Федерации об индикаторах роста субъектов экономической деятельности в отрасли тяжелого энергетического машиностроения, которое должно определить на краткосрочную, среднесрочную и долгосрочную перспективы основные показатели формирования и роста субъектов экономической деятельности в сфере тяжелого энергетического машиностроения, а также соответствующие стимулирующие и поддерживающие меры.

## Вывод

Предлагаемые мероприятия при их реализации будут носить мультипликативный эффект, поскольку целеполагание субъектов экономической деятельности, ориентированное на тяжелое энергетическое машиностроение, позволит сформировать базис и компетенции для среднего и легкого машиностроения, а также подключить к процессу ряд смежных отраслей, в частности, металлургическую отрасль, таким образом активизируя ее инновационные разработки.

## Список использованных источников

1. Федеральный закон от 26.03.2003 №35-ФЗ «Об электроэнергетике».
2. Стратегия развития электросетевого комплекса Российской Федерации на период до 2030 года: утвержденная распоряжением Правительства Российской Федерации от 03 апреля 2013 г. №511-р.
3. «Основные результаты функционирования объектов электроэнергетики в 2015 году». Под ред. Заместителя Министра энергетики Российской Федерации А.В.Черезова, г. Москва, 2016. УДК620.9 (470) <313>, ББК 31.1, ISBN 978-5-990-75498 г.
4. Манушин Э. А. «Газовые турбины: проблемы и перспективы» Энергоатомиздат, 2003 г.
5. Федеральный закон от 05.04.2013 №44-ФЗ «О контрактной системе в сфере закупок товаров».

## References

1. Federal Law of March 26, 2003 №35-FZ «On power engineering».
2. Development strategy of the electric grid complex of the Russian Federation for the period up to 2030: approved by the order of the Government of the Russian Federation of April 3, 2013 №511-r.
3. «The main results of the functioning of power facilities in 2015». Deputy Minister of Energy of the Russian Federation A. V. Cherezov, Moscow, 2016 UDC620.9 (470) <313>, BБК 31.1, ISBN 978-5-990-75498-g.
4. Manushin E. A. «Gas Turbines: problems and perspectives» Energoatomizdat, 2003.
5. Federal Law of April 04, 2013 №44-FZ «On the contract system in the procurement of goods».

