

Риск-информативный подход к обеспечению безопасности эксплуатации энергоблоков атомных станций

А.В. Антонов, декан факультета кибернетики, д-р техн. наук, профессор¹

Г.А. Ершов, главный инженер проекта, д-р техн. наук, профессор²

О.И. Морозова, младший научный сотрудник³

¹ Обнинский институт атомной энергетики – филиал Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

² Санкт-Петербургский научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт «АТОМЭНЕРГОПРОЕКТ»

³ Отдел анализов риска, Федеральное бюджетное учреждение «Научно-технический центр по ядерной и радиационной безопасности»

e-mail: antonov@iate.obninsk.ru, g_ershov@bgip3.spbaep.ru, OIMorozova@yandex.ru

Ключевые слова:

вероятностный анализ безопасности, детерминистский анализ безопасности, риск-информативный подход (анализ), концепция принятия решений.

Обеспечение безопасности эксплуатации энергоблоков атомных станций является первостепенной задачей для эксплуатирующих и регулирующих организаций. Для обоснования безопасности эксплуатации энергоблоков атомных станций традиционно применяются детерминистский и вероятностный анализы, основные преимущества которых позволяют объединить риск-информативный подход (анализ). В настоящее время риск-информативный подход получил наибольшее распространение в концепции риск-информативного принятия решений.

1. Введение в проблему

Как правило, законодательство разных стран, использующих атомную энергию, возлагает на регулирующие органы ответственность по эффективному контролю за ядерной и радиационной безопасностью. Для обеспечения выполнения предписанных функций в отношении энергоблоков атомных станций (ЭБ АС) регулирующие органы предпринимают ряд действий, в число которых входят [1]:

- экспертиза документации, подтверждающей и обосновывающей безопасность ЭБ АС;
- принятие решений по различным вопросам, связанным с обеспечением безопасности ЭБ АС;
- разработка и утверждение различных нормативно-технических документов (например, руководств и стандартов безопасности);
- проведение инспекций на ЭБ АС;
- выдача, изменение порядка действия, продление и отзыв лицензий на эксплуатацию ЭБ АС;
- реагирование на различного рода инциденты, происходящие на ЭБ АС;

- проведение научно-исследовательских работ и др.

Традиционный подход к обеспечению безопасности эксплуатации ЭБ АС основывается на методе детерминистского анализа безопасности (ДАБ), основным преимуществом которого является то, что он хорошо развит и детально проработан, а также накоплен огромный опыт применения указанного метода в отношении всех типов ядерных объектов. Следует отметить, что возможность применения какого-либо единого метода для всех типов ядерных объектов была своеобразным краеугольным камнем обеспечения и анализа уровня безопасности. В этом смысле применение ДАБ во многом способствовало обеспечению высокой безопасности объектов использования атомной энергии и, в частности, ЭБ АС [1].

Тем не менее ДАБ не позволяет учитывать все аспекты обеспечения безопасности ЭБ АС [1, 2], а значит, использование ДАБ не позволяет в полной мере устанавливать четкие приоритеты безопасности при эксплуатации ЭБ АС [2].

Мировой опыт свидетельствует, что одним из наиболее эффективных методов анализа и обеспечения безопасности при эксплуатации ЭБ АС является метод вероятностного анализа безопасности (ВАБ). Этот метод позволяет не только выполнять качественные исследования состояния ЭБ АС как сложного технического объекта, но и производить количественные оценки текущего уровня (состояния) безопасности ЭБ АС. К настоящему времени ВАБ выполнен для большого числа ЭБ АС во всем мире.

Преимущество ВАБ в том, что этот метод позволяет детально анализировать любые сценарии развития как проектных, так и запроектных аварий, включая различные комбинации случайных отказов и ошибок персонала при возникновении любого возможного исходного события [3]. ВАБ также позволяет осуществлять ранжирование важности (установление приоритетов реализации) технических мероприятий и определять значимость произошедших событий в работе ЭБ АС на основе вклада каждого технического мероприятия и события в общий риск ЭБ АС [3].

Но метод ВАБ имеет ряд ограничений. Назовем некоторые [3]:

- результаты ВАБ в высокой степени зависят от полноты и качества используемой информации, что обуславливает ограниченность ВАБ из-за неизбежного изменения используемых данных и постоянного расширения и углубления знаний специалистов об особенностях эксплуатации ЭБ АС;
- разработка логико-вероятностных моделей ЭБ АС, лежащих в основе применения метода ВАБ, крайне сложный и трудозатратный процесс;
- методы оценки и учета надежности действий оператора не совершенны.

Анализ мирового опыта эксплуатации ЭБ АС показывает, что быстро развивается новый системный подход — риск-информативный, обеспечивающий полноту, всесторонность анализа и углубленную качественную и количественную оценку безопасности ЭБ АС [2, 4]. В настоящее время риск-информативный подход получил наибольшее применение в концепции риск-информативного принятия решений [1].

2. Концепция риск-информативного подхода к принятию решений

Концепция риск-информативного подхода — это итерационный процесс принятия решений по различным аспектам эксплуатации ЭБ АС, который основан не только на использовании преимуществ ДАБ и ВАБ, но и на учете правовых, нормативных,

регулирующих и других требований, предъявляемых к обеспечению безопасной эксплуатации ЭБ АС на всех этапах его жизненного цикла [1]. Концепция риск-информативного подхода к принятию решений, как правило, используется в следующих случаях[5]:

- изменения условий безопасной эксплуатации ЭБ АС;
- внесения изменений в системы и элементы, важные для безопасности;
- внесения изменений в проектную и эксплуатационную документацию;
- иных изменений, влияющих на порядок эксплуатации ЭБ АС.

Принятие риск-информативных решений в вопросах обеспечения безопасности ЭБ АС, а также в вопросах оптимизации деятельности эксплуатирующих и регулирующих организаций позволяет более эффективно использовать имеющиеся ресурсы (материальные, технические, человеческие, научные и др.), тем самым сокращая не нужную (излишне консервативную) нагрузку на эксплуатирующую организацию и обращая пристальное внимание надзорных и научных организаций на «узкие места» как самих проектов ЭБ АС (действующих и проектируемых), так и порядка эксплуатации ЭБ АС без ущерба для их безопасности.

Концепция риск-информативного принятия решений может быть использована, как отмечалось выше, эксплуатирующей организацией при анализе различного рода предлагаемых к реализации модификаций и изменений на ЭБ АС, связанных с изменениями в действующих условиях обеспечения безопасности эксплуатации (изменения, связанные, например, с влиянием на барьеры глубокоэшелонированной защиты) [5]. Также концепция риск-информативного принятия решений может быть использована органом государственного регулирования при анализе возможности реализации на ЭБ АС различных модификаций, связанных, в частности, с изменениями в системе эксплуатации ЭБ АС, на которую имеются лицензионные документы [5].

Следует отметить, что в последние годы — в явном или неявном виде — риск-информативные анализы выполнялись в целях обеспечения безопасности при принятии различных решений, потенциально оказывающих влияние на безопасность ЭБ АС, а также при установлении соответствия текущего состояния ЭБ АС действующим нормативным требованиям [1]. В этом свете постоянное развитие и совершенствование методологии ВАБ способствует формированию более систематического и строго-

го способа получения детальной информации о рисках при эксплуатации ЭБ АС для последующего использования полученных данных при принятии различных решений, а также в регулирующей деятельности.

Очевидно, что риск-информативный подход к принятию решений способствует эффективному обеспечению безопасности [5]. Это связано с тем, что анализируемые решения принимаются на основании комплексных (качественных и количественных) оценок с учетом:

- требований норм и правил в области использования атомной энергии;
- опыта эксплуатации конкретного ЭБ АС, на котором планируется реализация предлагаемого решения, а также опыта эксплуатации аналогичных ЭБ АС;
- достигнутого уровня науки и техники;
- анализа влияния предлагаемого решения на глубокоэшелонированную защиту и её составляющие;
- ВАБ, отвечающего современным требованиям к качеству его выполнения, в частности требованиям Заявления о политике по применению ВАБ и риск-информативных подходов для ЭБ АС [6].

Иными словами, применение концепции риск-информативного анализа предлагаемых решений позволяет достигать более четкого и ясного понимания возможных негативных последствий принимаемого решения. При этом получаемое риск-информативное решение считается обоснованным и приемлемым, если одновременно выполняются следующие условия [5]:

- оцененный риск от эксплуатации ЭБ АС приемлемый (т.е. оцененные с учетом неопределенностей суммарная вероятность тяжелых запроектных аварий и суммарная вероятность предельных аварийных выбросов на интервале времени, равном одному году, удовлетворяют вероятностным критериям безопасности, установленным в [7]);
- отсутствует негативное влияние на глубокоэшелонированную защиту либо влияние предлагаемого решения на эту защиту оценено как приемлемое;
- при реализации предлагаемого решения соблюдаются требования норм и правил в области использования атомной энергии.

Согласно [5] применение концепции риск-информативного анализа принимаемых решений производится итерационно. Основные этапы риск-информативного анализа предлагаемого решения представлены на рис. 1.

Применение концепции риск-информативного анализа предлагаемого решения начинается с «подготовки» к дальнейшему анализу каждого рассматриваемого решения [5]. При подготовке к анализу выявляются:

- все системы и элементы ЭБ АС, на которые предлагаемое решение оказывает непосредственное и/или потенциальное влияние (воздействие);
- нормативно-технические и эксплуатационные документы, регламентирующие требования к выявленным системам и элементам ЭБ АС, и действия персонала, связанные с выявленными системами и элементами ЭБ АС.

Также подготавливается информация для анализа влияния предлагаемого решения на глубокоэшелонированную защиту: при оценке влияния принимаемого решения на защиту рассматривается влияние решения на каждую угрозу защите [5].

Обоснование выводов об отсутствии негативного влияния предлагаемого решения на глубокоэшелонированную защиту по каждому механизму реализации угрозы проводится с учетом [5]:

- требований норм и правил в области использования атомной энергии;
- опыта эксплуатации ЭБ АС, на котором планируется реализация предлагаемого решения, а также аналогичных ЭБ АС;
- анализа влияния предлагаемого решения на глубокоэшелонированную защиту и ее составляющие;
- результатов ВАБ, отвечающих современным требованиям к качеству выполнения данных видов анализа.

Другой важной составляющей применения концепции риск-информативного анализа является оценка влияния предлагаемого решения на количественные показатели безопасности ЭБ АС [3]. Оценка выполняется с использованием существующих моделей ВАБ (модели ВАБ при этом должны быть адекватны поставленным целям и максимально отражать текущее состояние ЭБ) [4, 5].

При обосновании влияния предлагаемого решения на количественные показатели безопасности на интервале времени, равном одному году, как правило, оцениваются [5]:

- суммарная вероятность тяжелых запроектных аварий;
- изменение суммарной вероятности тяжелых запроектных аварий (после внедрения на ЭБ АС предлагаемого решения);
- мгновенное значение суммарной вероятности тяжелых запроектных аварий;
- суммарная вероятность предельного аварийного выброса;

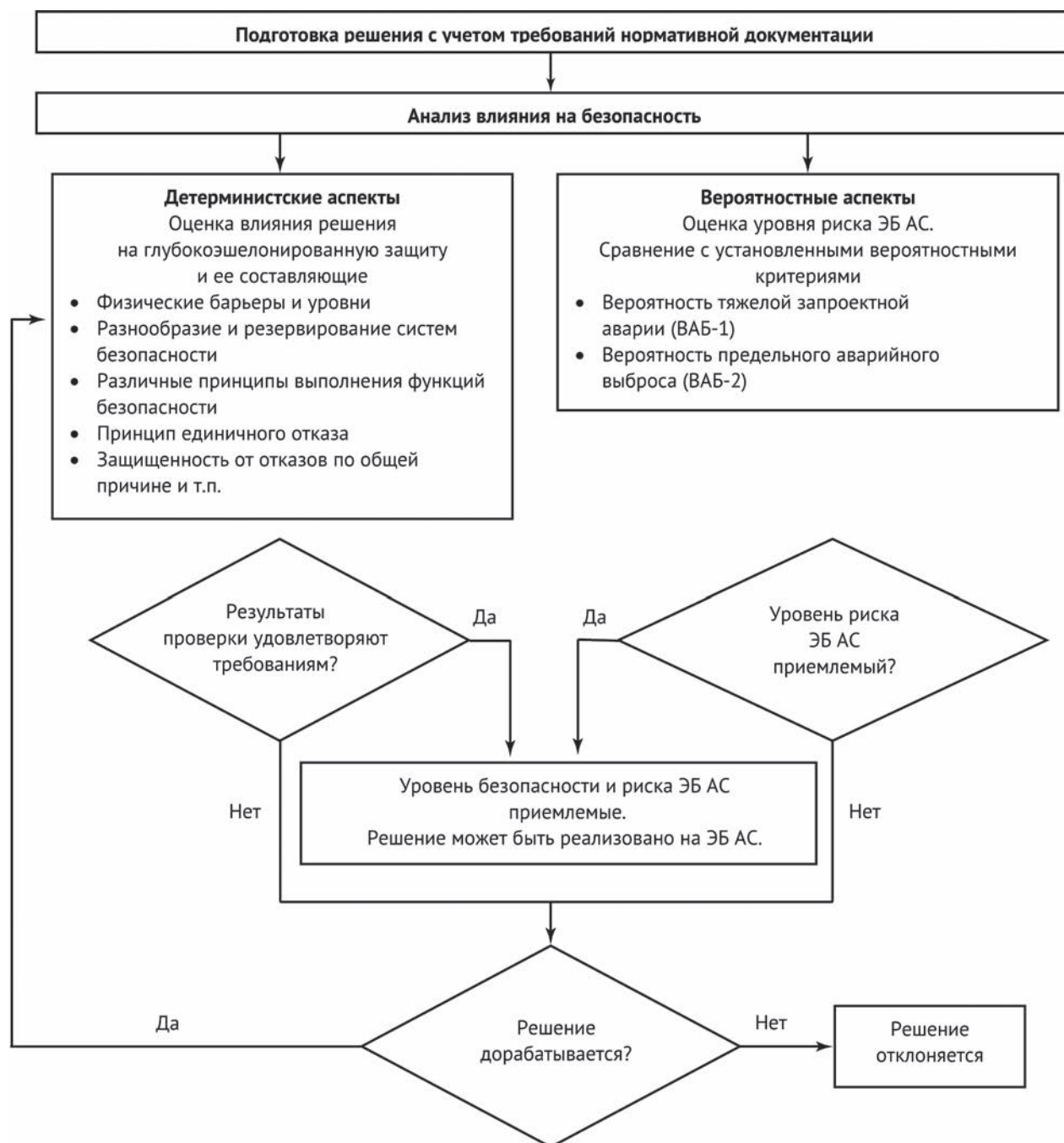


Рис. 1. Учет детерминистских и вероятностных аспектов при риск-информативном анализе предлагаемого решения [5]

- изменение суммарной вероятности предельного аварийного выброса (после внедрения на ЭБ АС предлагаемого решения).

Оценка [5] приемлемости риска эксплуатации ЭБ АС при риск-информативном анализе решения осуществляется путем сравнения полученных точечных

оценок вероятностных показателей безопасности с вероятностными критериями, установленными в атомной энергетике для ЭБ АС в [7].

Алгоритм оценки решения на соответствие вероятностным критериям при использовании концепции риск-информативного подхода приведен на рис. 2.

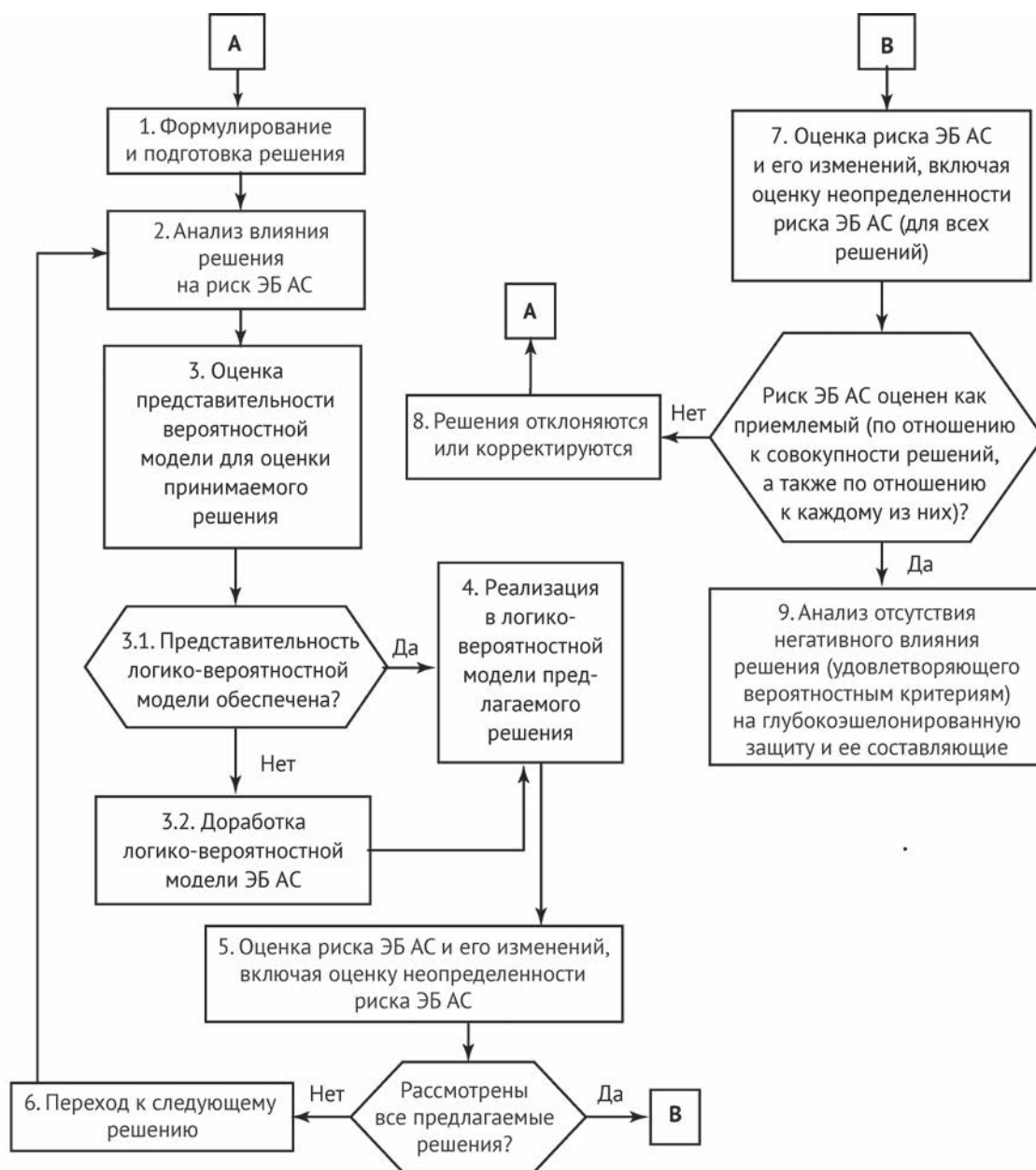


Рис. 2. Оценка предлагаемого решения на соответствие вероятностным критериям при использовании концепции риск-информативного анализа [5]

3. Заключение

Риск-информативный подход к принятию решений представляет собой интегрированный процесс, основанный на систематическом применении качественных и количественных анализов и оценок, что позволяет эксплуатирующим и регулирующим организациям принимать сбалансированные, «взвешенные» с точки зрения риска негативных последствий

решения. В частности, применение концепции риск-информативного анализа решений позволяет в явном виде учитывать как вероятность реализации различного вида событий и вызываемые ими негативные последствия для ядерной и радиационной безопасности ЭБ АС, так и инженерную практику и действующие принципы эксплуатации ЭБ АС (нормативно-правовые, эксплуатационные, технические и др.) [1].

ЛИТЕРАТУРА

1. IAEA-TECDOC-1436. Risk informed regulation of nuclear facilities: Overview of the current status/ February, 2005.
2. URL: <http://www.enconet.com/pages/default.asp?id=4>
3. Кухарь С.В. Применение методологии ВАБ для оптимизации технологического регламента энергоблока №1 Ленинградской АЭС: Дис. ... канд. техн. наук. — М., 2008.
4. Положение об основных рекомендациях к разработке вероятностного анализа безопасности уровня 1 для внутренних иницирующих событий для всех режимов работы энергоблока атомной станции, РБ-024-11. — М., 2011.
5. Разработка окончательной редакции проекта РБ в поддержку применения риск-информативных методов при принятии регулирующих решений в отношении энергоблоков атомных станций: Отчет. — М.: НТЦ ЯРБ, 2010.
6. Заявление о политике по применению вероятностного анализа безопасности и риск-информативных методов для атомных станций // Ежеквартальный научно-практический журнал Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору. — 2012. — № 1(63).
7. Общие положения обеспечения безопасности атомных станций. (ОПБ — 88/97). НП-001-97 (Утв. постановлением Госатомнадзора России от 14 ноября 1997 г. № 9, введены с 1 июля 1998 г.).

Risk-Informed Approach to Safety Operation of Units of Nuclear Power Plants

A.V. Antonov, Dean of Cybernetics Faculty, Doctor of Engineering, Professor, Obninsk Institute of Nuclear Power – branch of Federal Public Autonomous Educational Institution of Higher Professional Education «National research nuclear university MIFI»,

G.A. Ershov, Chief Project Engineer, Doctor of Engineering, Professor, Saint Petersburg Research and Design Institute «ATOMENERGOPROEKT»

O.I. Morozova, Junior Research Scientist, Department of risk analyses, Federal Budgetary Enterprise «Scientific and Engineering Centre for Nuclear and Radiation Safety»

Safety assurance of NPP units operation is the top priority objective for operating and regulatory organizations. For the purpose of NPP safety assurance deterministic and probabilistic methods the main advantages of which are combined into risk-informed method (approach) are traditionally utilized. Nowadays the risk-informed approach has a widespread application in the risk-informed decision-making process.

Keywords: probabilistic safety analysis, deterministic safety analysis, risk-informed approach (analysis), risk-informed decision-making process.

О реорганизации ряда московских вузов

Минобрнауки России предоставило информацию о мероприятиях в отношении московских вузов, признанных решением Межведомственной комиссии по проведению мониторинга деятельности государственных вузов от 22 ноября 2012 г. нуждающимися в реорганизации.

На основании совместного обращения Московского государственного машиностроительного университета (МАМИ), Московского государственного открытого университета им. В.С. Черномырдина и Московского государственного вечернего металлургического института принято решение о реорганизации последних в форме присоединения к МАМИ. На данный момент МАМИ является крупным и динамично развивающимся московским вузом технического профиля. В декабре 2011 г. к нему был присоединен Московский государственный университет инженерной экологии. Дальнейшее укрупнение вуза призвано решить задачи консолидации финансовых, материально-технических и интеллектуальных ресурсов для интенсивного развития российского инженерного образования.

В отсутствие предложений со стороны руководства Российского государственного торгово-экономического университета (РГТЭУ) принято решение о его реорганизации в форме присоединения к Российскому экономическому университету им. Г.В. Плеханова (РЭУ им. Г.В. Плеханова). Такой выбор обусловлен тесными связями данных университетов, а также значительным совпадением учебных программ (до 80 %), что позволит провести безболезненную интеграцию образовательных процессов. По итогам мониторинга деятельности государственных вузов в 2011 г. РГТЭУ показал худшие результаты среди однопрофильных московских вузов. Все данные были предоставлены самим вузом и заверены подписью ректора.

Источник: сайт Минобрнауки России