

# Системный анализ и моделирование потенциально опасных технологических процессов

**А.В. Майструк**, д-р техн. наук, профессор  
**В.С. Боркин**, аспирант

Московский государственный индустриальный университет

e-mail: maisav2981958@mail.ru, borking@mail.ru

## Ключевые слова:

безопасность,  
потенциально опасные операции,  
эргатические системы,  
оператор,  
происшествие.

*Рассмотрены особенности системного анализа и моделирования потенциально опасных операций технологических процессов в виде эргатических систем. Представлена математическая модель потенциально опасной операции, позволяющая комплексно учитывать функциональное состояние человека-оператора и характеристики надежности технических систем.*

## 1. Введение

Современное производство характеризуется сложными технологическими процессами, выполняемыми на автоматизированных рабочих местах при непосредственном участии операторов, которые обладают специальными знаниями и умениями и для подготовки которых требуются специальные методики и контроль уровня обученности. Сложность технических систем и приоритет вопросов безопасности по сравнению с другими производственными вопросами обуславливают необходимость использовать для анализа опасности операций современные научные методы исследования и специальный математический аппарат.

Под технологическими эксплуатационными процессами (ТЭП) понимается совокупность различного вида операций, выполняемых в определенной последовательности для достижения заданной цели (например, придание предметам труда заданных свойств или приведение и поддержание орудий труда в заданном положении, состоянии) [1].

*Операция* — выполнение однородных по назначению действий, необходимых для получения определенного результата на конкретном этапе производственного или технологического процесса. Операции ТЭП, по сути, относятся к потенциально опасным

операциям (ПОО), так как характеризуются воздействием множества опасных и вредных факторов физической, химической, биологической и психофизиологической природы, что в определенных ситуациях приводит к происшествиям — несчастным случаям, авариям и катастрофам. Следовательно, основным структурным элементом при анализе и синтезе технологических эксплуатационных процессов выступает операция, в рамках которой остаются неизменными исполнители, рабочее место, средства выполнения и объект, на котором выполняется операция.

Количественный анализ любых сложных эргатических систем чрезвычайно трудоемкий процесс, так как при оценке необходимо не только учитывать состав, структуру, морфологию и функциональную среду, но и определять параметры, показатели и интегральные характеристики как всей системы, так и ее наиболее существенных компонентов и элементов.

Анализ опасностей, генерируемых промышленными системами и процессами, требует комплексного изучения технологических операций как эргатических систем<sup>1</sup> [2, 3]. Преимущество термина «эргатическая система» по сравнению с терминами «эрготехническая система», «человеко-машинная система», «антропотехническая система» в его уни-

<sup>1</sup> Эргатическая система — схема производства, одним из элементов которой является человек или группа людей. Основные особенности таких систем — социально-психологические аспекты.

версальности. В зависимости от характера вырабатываемого продукта труда эргатические системы могут быть производственными, транспортными, информационными. Рассмотрим некоторые подходы к формализации эргатических систем.

## 2. Особенности формализации эргатических систем

**Формализация** — упорядоченное или специальным образом организованное представление исследуемых систем, компонентов и процессов в технической сфере путем точного, лишённого двусмысленности, описания изучаемых явлений на некотором фиксированном или уточненном (пусть даже естественном) языке.

**Система** — упорядоченная совокупность взаимосвязанных и взаимодействующих элементов, образующих единое целое, обладающее свойствами (эмерджентными), которых не имеют образующие её элементы.

**Элементы системы** — совокупность различных технических средств и людей, которые при данном исследовании рассматриваются как одно неделимое целое. Элемент характеризуется только его внешними проявлениями в виде свойств, а также связей с остальными элементами и внешней средой.

Состояние системы — одно из фундаментальных понятий теории систем и стохастических процессов. Состояние — это совокупность параметров, отражающих свойства системы в данный момент, её «моментальная фотография». В процессе функционирования эргатическая система может находиться во многих технологических состояниях и осуществлять множество переходов.

Одним из наиболее эффективных методов анализа и синтеза сложных систем является системный подход, который позволяет достичь наиболее глубокого осмысления явлений (процессов) путем структурно-функционального анализа элементов системы, установления их взаимосвязей и взаимозависимостей. При системном подходе технологические эксплуатационные процессы декомпозируются на отдельные операции (см. рисунок), которые, как правило, потенциально опасны и выполняются в заданной технологической последовательности. В свою очередь, каждая операция рассматривается как некоторая эргатическая подсистема, формируемая для достижения поставленных целей и функционирующая по определенной программе на заданном временном интервале.

Модель эргатической системы в качестве отдельных элементов включает техническое оборудование (машину  $M$ ), рабочую среду (среда  $C$ ), эксплуатирующий персонал (человек  $Ч$ ), взаимодействующие между собой по заданной технологии (технология  $T$ ) и порядку (операции, событие  $A$ ) организации работ,

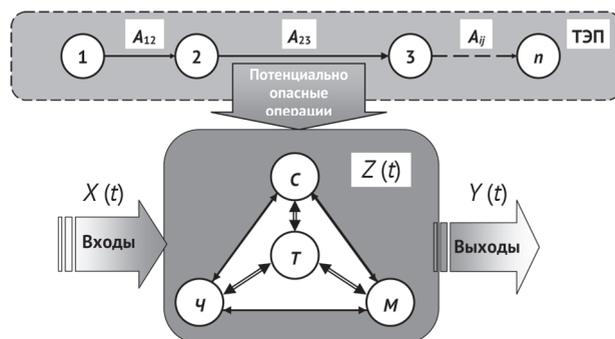


Рис. 1. Системный анализ и моделирование потенциально опасных операций (процессов)

установленных в эксплуатационно-технической документации.

**Технология** — совокупность приемов и методов, используемых для изменения свойств или состояния предмета труда и включающих организационно-технические мероприятия по обеспечению безопасности.

К элементам рабочей среды относятся средства и предметы труда, помещение, микроклимат рабочей зоны, окружающие люди и т.п.

В модели ПОО, представленной на рис. 1, приняты следующие обозначения:  $X(t)$  — вектор входных воздействий и ограничений (например, заданная технология, ресурсно-временные ограничения, управляющие и внешние воздействия и т.п.);  $Z(t)$  — состояние системы (например, опасное или безопасное);  $Y(t)$  — вектор выходных характеристик (показатели качества функционирования) системы.

Элементы эргатической системы (включая человека) обладают свойством генерировать, передавать, излучать, отражать и поглощать потоки энергии, вещества или информации. Эти потоки принято называть факторами (от лат. *factor* делающий, производящий). В результате их воздействия изменяются свойства объекта (элемента). В зависимости от характера и интенсивности (потенциала, длительности) воздействия факторы могут быть позитивными или негативными. Негативные факторы могут быть опасными и вредными для здоровья человека и (или) окружающей природной среды.

Эргатические системы открыты для взаимодействия с окружающим миром. Это взаимодействие осуществляется через их материальные и социальные входы и выходы. В процессе функционирования системы в различные моменты времени могут происходить события — нарушения, связанные со старением, износом или повреждением оборудования, инструмента, отклонениями свойств материалов или предметов труда, ошибками человека, в результате которых возникают предпосылки к происшествиям. Соответственно, при моделировании безопасности

эргатических систем основное внимание уделяется процессам взаимодействия элементов, которые приводят к негативному социальному выходу систем — производственному травматизму, профессиональной заболеваемости, аварийности и ущербу для окружающей природной среды.

Современные исследования в области обеспечения безопасности сложных систем показывают, что уровнем теоретической и практической подготовки исполнителей работ (операторов) в значительной степени определяется безопасность функционирования эргатических систем [1, 2]. При этом роль человеческого фактора в обеспечении безопасности сложных систем неоднозначна. С одной стороны, низкий уровень подготовки исполнителей создает предпосылки к возникновению так называемых «опасных ситуаций», связанных с ошибочными действиями. С другой — исполнители (операторы) могут гибко реагировать на нарушение режимов работы (отклонение параметров) технических систем и предупреждать возникновение аварийных ситуаций, используя схемную избыточность систем, запасы материальных и временных ресурсов для обеспечения безопасной эксплуатации сложных технических систем.

Исходя из вышеизложенного, очевидно, что модель безопасности эргатической системы должна учитывать две составляющие: функциональное состояние человека-оператора и состояние технических систем, влияющих на качество выполняемых операций [1]. В то же время модели безопасности эргатических систем должны соответствующим образом учитывать и влияние оператора на работоспособность сложных технических систем, т.е. отражать состояния, при которых велика вероятность ошибочных действий, приводящих к отказам системы в целом.

### 3. Математическая модель потенциально опасной операции

Математическая модель ПОО строится исходя из основополагающего постулата: при выполнении операции, как правило, остаются неизменными исполнители, рабочее место, средства для выполнения операции и объект, на котором выполняется операция. Соответственно каждая операция при ее формализации характеризуется следующими основными признаками: целевое назначение; наличие исполнителей определенной специальности; постоянство рабочего места, используемых средств и объекта, на котором выполняется данная операция; пространственно-временные взаимосвязи ее элементов, определяемые технологией выполняемых работ.

При построении математической модели с целью сокращения свойств эргатических систем в качестве основных изменяющихся во времени факто-

ров, определяющих безопасность ПОО, выступают ошибочные действия персонала и опасные отказы технических систем (оборудования), которые рассматриваются как предпосылки к происшествиям и в совокупности с параметрами технологического процесса учитываются при моделировании. Следует также отметить, что в соответствии с целевым назначением модели в процессе моделирования специально не учитываются нерасчетные внешние воздействия на персонал и технологическое оборудование со стороны окружающей среды и не рассматриваются условия выхода системы из опасных состояний и состояний развития происшествия. Очевидно, что при таком подходе безопасность ПОО как эргатической системы определяется не только надежностью (безаварийностью) техники, но и надежностью (безошибочностью и своевременностью) действий персонала, управляющего этой техникой.

Обозначим событие, в результате которого происходит нарушение условий безопасного функционирования системы, символом  $A$ , а число нарушений, являющихся предпосылками к происшествию, которое может допустить оператор (исполнитель) за время выполнения ПОО  $t \in [0, t_k^{пoo}]$ , символом  $m_1$ . Тогда условием безопасной работы оператора будут его безошибочные и своевременные действия при выполнении операции ТЭП. Событие, заключающееся в безошибочных и своевременных действиях оператора при выполнении ПОО, обозначим через  $\bar{A}_1 (m_1 = 0)$  при  $t \in [0, t_k^{пoo}]$ . Следовательно, условие действий операторов  $m_1(t) = 0$  при  $t \in [0, t_k^{пoo}]$  будет одним из условий (критерием) безопасного выполнения ПОО.

Обозначим через  $m_2$  число отказов и неисправностей технических систем, выступающих, по существу, техническими предпосылками к происшествию, которое может произойти за время выполнения ПОО, равное  $t$ , где  $t \in [0, t_k^{пoo}]$ . Тогда критерием безаварийной (безотказной) работы технических систем будет условие  $m_2(t) = 0$ . Обозначим событие, заключающееся в безотказной работе технических систем за время  $t \in [0, t_k^{пoo}]$  выполнения ПОО, через  $\bar{A}_2 (m_2 = 0)$ . Как следует из модели ПОО, безопасность ее выполнения обеспечивается как при условии отсутствия опасных отказов  $m_2(t) = 0$ , так и при условии безошибочных и своевременных действий операторов, связанных с выполнением требуемого алгоритма (технологии) операции и предотвращением происшествий  $m_1(t) = 0$ , где  $t \in [0, t_k^{пoo}]$ .

Событие  $\bar{A}$ , противоположное событию  $A$ , называется безопасным выполнением ПОО эргатической системой на заданном интервале  $t \in [0, t_k^{пoo}]$ . Выразим событие  $\bar{A}$  в виде

$$\bar{A} = \bar{A}_1 \cap \bar{A}_2 = \bar{A}_1 \cdot \bar{A}_2, \quad (1)$$

где  $\bar{A}_1(m_1=0)$  и  $\bar{A}_2(m_2=0)$  — события, состоящие в безопасном выполнении (соблюдении технологии) ПОО операторами и безаварийной работе технических систем на интервале времени  $t \in [0, t_k^{\text{пoo}}]$ .

Приняв допущение, что события  $\bar{A}_1$  и  $\bar{A}_2$  независимы, запишем

$$P_j^{\text{пoo}} \equiv P(\bar{A}) = P(\bar{A}_1)P(\bar{A}_2) = P_j^{\text{он}}(X_j)P_j^{\text{тс}}(X_j). \quad (2)$$

Выражение (2) означает, что вероятность успешного выполнения задачи эргатической системой (безопасного выполнения ПОО), формируемой для выполнения  $j$ -й операции, равна произведению вероятностей безошибочных и своевременных действий оператора  $P_j^{\text{он}}(X_j)$  и безотказной работы технических систем  $P_j^{\text{тс}}(X_j)$  на интервале  $t \in [0, t_k^{\text{пoo}}]$ , при векторе параметров  $X_j = \{X_{j1}, X_{j2}, \dots, X_{jm}\}$ . При этом если  $j$ -я ПОО выполняется бригадой, состоящей из нескольких операторов с участием различных технических систем, то выражение (2) принимает следующий вид:

$$P_j^{\text{пoo}} \equiv P(\bar{A}) = P(\bar{A}_1)P(\bar{A}_2) = \prod_{i \in J} P_{ij}^{\text{он}}(X_j)P_{ij}^{\text{тс}}(X_j), \quad (3)$$

где  $i \in J$  — множество операторов, участвующих в выполнении  $j$ -й ПОО.

Вероятность безопасного выполнения  $s$ -го ТЭП, содержащего множество  $j$ -х операций, может быть вычислена при помощи зависимости

$$P_s^{\text{тэп}} = \prod_{j \in S} P_j^{\text{пoo}}(X_j) = \prod_{j \in S} \prod_{i \in J} P_{ij}^{\text{он}}(X_j)P_{ij}^{\text{тс}}(X_j). \quad (4)$$

Как отмечалось выше, показатель надежности оператора должен учитывать не только безошибочность выполнения операций, но и их своевременность, так как несвоевременное выполнение мероприятий, обеспечивающих безопасность функционирования систем, равносильно ошибке и также становится предпосылкой к происшествию. В этом случае для оценки безопасности действий  $i$ -го оператора при выполнении операций  $j$ -го типа введем комплексный показатель, который имеет вид

$$P_{ij}^{\text{он}} = P_{ij}^{\text{сд}} P_{ij}^{\text{бд}} = P_{ij}(H_1)P_{ij}(H_2|H_1), \quad (5)$$

где:  $P_{ij}^{\text{сд}} = P_{ij}(H_1)$  — показатель своевременности действий оператора, т.е. вероятность реализации гипотезы  $H_1$  — операция (например, мероприятие по предупреждению аварийных отказов технических систем) будет выполнена в течение требуемого интервала времени;  $P_{ij}^{\text{бд}} = P_{ij}(H_2|H_1)$  — показатель безошибочности действий оператора, представляющий собой условную (при условии, что операция будет своевременно выполнена) вероятность реализации

гипотезы  $H_2$  — в ходе выполнения операции  $j$ -го типа не будет допущена ошибка.

Соответственно показатель безопасности действий оператора при выполнении множества  $j = 1, s$  операций ТЭП будет иметь вид

$$P_i^{\text{бд}} = \prod_{j=1}^s P_{ij}^{\text{он}} = \prod_{j=1}^s P_{ij}^{\text{сд}} P_{ij}^{\text{бд}} = \prod_{j=1}^s P_{ij}(H_1)P_{ij}(H_2|H_1). \quad (6)$$

Вероятность безошибочных действий оператора вычислим по формуле

$$\begin{aligned} P_{ij}^{\text{бд}} &= \prod_{j=1}^m (p_{ij}^{\text{бд}})^{k_{ij}} \approx \exp \left[ -\sum_{j=1}^m (1 - p_{ij}^{\text{бд}})^{k_{ij}} \right] = \\ &= \exp \left[ -\sum_{j=1}^m (p_{ij}^{\text{он}})^{k_{ij}} \right] = \exp \left[ -\sum_{j=1}^m v_{ij} \tau_{ij} k_{ij} \right] \end{aligned} \quad (7)$$

где  $p_{ij}^{\text{бд}}$ ,  $p_{ij}^{\text{он}}$  — соответственно, вероятности безошибочных и ошибочных действий  $i$ -го оператора при однократном выполнении  $j$ -й операции;  $v_{ij}$  — интенсивность ошибок при выполнении оператором операций  $j$ -го типа;  $k_{ij}$  — количество операций  $j$ -го типа, выполняемых оператором;  $\tau_{ij}$  — математическое ожидание времени выполнения  $j$ -й операции;  $m$  — число типов операций ТЭП, выполняемых  $i$ -м оператором.

Для конкретных операторов, показатели  $p_{ij}^{\text{бд}}$ ,  $p_{ij}^{\text{он}}$  и  $v_{ij}$  могут быть определены на основе статистических данных, полученных при выполнении ТЭП, по формулам:

$$p_{ij}^{\text{он}} = (N_{ij} - n_{ij})/N_{ij}; \quad p_{ij}^{\text{бд}} = n_{ij}/N_{ij}; \quad v_{ij} = n_{ij}/(N_{ij} \bar{\tau}_{ij}), \quad (8)$$

где:  $N_{ij}$  — общее число операций ТЭП  $j$ -го типа, выполненных  $i$ -м оператором;  $n_{ij}$  — число операций, выполненных  $i$ -м оператором с предпосылками к происшествиям;  $\bar{\tau}_{ij}$  — средняя продолжительность операции  $j$ -го типа.

Вероятность своевременных действий оператора при условии, что время выполнения ПОО  $t_j$  есть случайная величина, с плотностью распределения времени ее выполнения  $f(t)$ , вычислим при помощи зависимости

$$P_{ij}^{\text{сд}} = P_{ij}(H_1) = \text{вер}(t_{ij} < t_j^{\text{тп}}) = \int_0^{t_j^{\text{тп}}} f(t) dt. \quad (9)$$

При произвольном законе распределения вычисление интеграла (9), как правило, не представляет труда. Если случайный параметр  $t_j$  имеет нормальное распределение с плотностью

$$f(t) = \frac{1}{\sigma_t \sqrt{2\pi}} e^{-(t-m_t)/2\sigma_t^2}, \quad (10)$$

то задача сводится к поиску табличной функции Лапласа (интеграла вероятностей)

$$\Phi_0(t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_0^t e^{-z^2/2} dt, \text{ где } z = (t - m_t) / \sigma_t,$$

где  $m_t, \sigma_t$  — соответственно, математическое ожидание и среднеквадратическое отклонение случайной величины  $t$ , подчиненной нормальному закону распределения.

В этом случае вероятность своевременного выполнения  $j$ -й операции определим по выражению

$$\begin{aligned} P_{ij}^{ca} &= P_{ij}(H_1) = \text{вер}(t_{ij} < t_j^{tp}) = \\ &= \int_0^{t_j^{tp}} f(t) dt = \Phi_0\left(\frac{t_j^{tp} - \bar{t}_{ij}}{\sigma_t}\right), \end{aligned} \quad (11)$$

где  $\bar{t}_{ij}$  — математическое ожидание времени выполнения операции  $j$ -го типа.

Подставив выражения (7) и (11) в формулу (6), можно рассчитать показатель безопасности действий обслуживающего персонала при выполнении множества операций  $j = 1, s$  ТЭП.

Для оценки показателей надежности персонала в настоящее время применяются методы широкой номенклатуры — от вероятностных, использующих деревья событий, до экспертных, основанных на эвристических рассуждениях [1]. Кроме того, часто используются эмпирические кривые, позволяющие судить о характере зависимости надежности и безопасности действий обслуживающего персонала от внешних факторов, а именно о вероятности совершить ошибку в зависимости от времени, отпущенного на решение задачи; от типа поведения; коэффициента загруженности оператора; неожиданности задач; объема инструкции; стресса; наложения событий; длины очереди и т.п.

Из аналитических методов наиболее прост и удобен с точки зрения возможностей анализа и синтеза сложных систем, не нарушающим адекватность моделей случайных процессов, при некоторых необходимых допущениях математический аппарат теории марковских процессов [1]. Целесообразность использования математического аппарата теории марковских процессов при исследовании управляемых случайных процессов обусловлена, прежде всего, их большими возможностями для учета всех существенных связей, анализа и синтеза сложного процесса по частям, а также определенной простотой и общностью моделей, т.е. возможностью их развития без проведения всех исследований заново [4]. При этом марковские процессы наиболее приспособлены к использованию динамического программирования, так как, по сути, многошаговые.

#### 4. Подготовка специалистов по охране труда как элемента эргатической системы

Технический прогресс в обрабатывающих производствах, промышленности и других отраслях экономики сопровождается непрерывным повышением роли специалиста в достижении как высокой эффективности, так и безопасности производственной деятельности. Повсеместная механизация производственных процессов, автоматизация работы различных систем управления, широкое применение ЭВМ существенно меняют характер труда и обуславливают возникновение новых требований к профессиональной подготовке специалистов как элемента эргатической системы. Одним из направлений повышения безопасности труда на предприятиях, вне зависимости от форм их деятельности, выступает совершенствование системы обучения специалистов с точки зрения формирования высокого уровня компетентности работника [5]. Не вызывает сомнений, что неправильные и несвоевременные действия оператора при выполнении потенциально опасных операций технологических процессов создают предпосылки к происшествиям, которые в итоге, и приводят к несчастным случаям, авариям и катастрофам, связанным с нанесением неприемлемого материального ущерба самим работникам, предприятиям и окружающей природной среде.

Основной недостаток систем обучения работников предприятий, обусловлен тем, что они строятся без соответствующего научного обоснования, а только с учетом практического опыта разработчика и, как правило, мало учитывают специфику и характер работы того или иного специалиста. При этом разработанные программы обучения не уделяют должного внимания потенциально опасным операциям, действиям работника в аварийных и чрезвычайных ситуациях, а также формированию соответствующих умений и навыков безопасного выполнения работ.

В связи с этим для повышения эффективности системы управления охраной труда, необходим научно-методический аппарат, который позволит с учетом потенциальной опасности и технологических особенностей производственных процессов обосновать комплекс мероприятий по снижению риска аварий и катастроф.

#### 5. Заключение

Разработанный математический аппарат позволяет учитывать функциональное состояние персонала и эксплуатационно-технические характеристики систем, а также оптимизировать параметры эргатической системы с учетом потенциальной опасности выполняемых операций. При этом лицо, принимающее решение, обладая данным аппаратом, сможет

самостоятельно прогнозировать опасность ТЭП и обосновать комплекс превентивных мероприятий безопасности с учетом особенностей конкретного

производства (например опасности технологических операций, уровня подготовки специалистов, используемых технических средств и др.).

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Майструк А.В. Управление безопасностью эксплуатации сложных технических систем: математические методы и практика их применения. — М.: ВА РВСН им. Петра Великого, 2007.
2. Губинский А.И. Надежность и качество функционирования эргатических систем. — Л.: Наука, 1982.
3. Майструк А.В., Боркин В.С. Особенности задачи оптимизации программы обучения специалистов предприятий с учетом требований безопасности // Известия МГТУ «МАМИ». — 2011. — № 1(11). — С. 152–159.
4. Майструк А.В., Майструк А.А., Боркин В.С. Моделирование безопасности эргатических систем // Известия МГИУ. Естественные и технические науки. — 2012. — № 3(26). — С. 53–58.
5. Боркин В.С., Майструк А.В. Анализ особенностей системы обучения специалистов предприятий по охране труда в России // Известия МГИУ. Естественные и технические науки. 2012. № 3(26). С. 64–67.

## System Analysis and Modeling of Potentially Hazardous Operating Procedures

A.V. Maystrouck, Doctor of Engineering, Professor, Moscow State Industrial University

V.S. Borkin, Post-graduate student, Professor, Moscow State Industrial University

*The article addresses system analysis and modeling of potentially hazardous operating procedures as ergatic systems. It presents a mathematical model of a potentially hazardous process; thus allows to comprehensively evaluate functional state of human operator and reliability of technical systems.*

**Keywords:** safety, potentially hazardous operating procedures, ergatic systems, operator, accident.

### О проекте приказа Минобрнауки России

В июле 2013 г. в УМС «Техносферная безопасность» УМО вузов по университетскому политехническому образованию был разработан проект ФГОС подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре по направлению 20.06.01 «Техносферная безопасность» (к настоящему времени не утвержден). В нем предлагалось ввести рекомендуемые научные специальности (ВАК), которым соответствует направление подготовки в аспирантуре. Минобрнауки России решило вынести этот пункт за пределы ФГОС и оформить его отдельным при-

казом. От МГТУ им. Н.Э. Баумана в министерство был направлен список соответствующих специальностей. Однако в проект приказа внесены изменения, в частности появились научные специальности 03.02.13, 05.07.06, 05.07.10, которые не соответствуют образовательной программе проекта ФГОС, но в то же были исключены некоторые специальности, которые предлагались. Предлагаем вниманию читателей Проект приказа о соответствии и просим высказать свое мнение, пока не принято окончательное решение.

### Проект приказа

#### Об установлении соответствия Номенклатуре специальностей научных работников направлений подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре)

(размещен на: [http://regulation.gov.ru/project/14582.html?point=view\\_project&stage=2&stage\\_id=9557](http://regulation.gov.ru/project/14582.html?point=view_project&stage=2&stage_id=9557))

В соответствии с абзацем 3 подпункта «в» пункта 4 Положения о Высшей аттестационной комиссии при Министерстве образования и науки Российской Федерации, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 23 сентября 2013 г. № 836 (Собрание

законодательства Российской Федерации, 2013, № 40, ст. 5072), п р и к а з ы в а ю :

Установить соответствие Номенклатуре специальностей научных работников направлений подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре).

Министр Д.В. Ливанов

На странице 19 журнала читатели могут ознакомиться с выдержкой, касающегося направления «Техносферная безопасность» из Приложения к проекту приказа «Об установлении соответствия Номенклатуре специальностей научных работников направлений подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре)».