

## Научные основы промышленной безопасности в многотомном издании «Безопасность России. Правовые, социально-экономические и научно-технические аспекты»



**Н.А. Махутов,**  
чл.-кор. РАН, д-р техн. наук,  
проф., гл. науч. сотрудник,  
kei51@mail.ru



**М.М. Гаденин,**  
канд. техн. наук, вед.  
науч. сотрудник



**С.Н. Буйновский,**  
д-р техн. наук,  
гл. редактор



**А.И. Гражданкин,**  
д-р техн. наук,  
зав. отделом

ИМАШ РАН, Москва, Россия

ЗАО НТЦ ПБ, Москва, Россия

В связи с выходом в свет тома «Научные основы промышленной безопасности» многотомного издания «Безопасность России. Правовые, социально-экономические и научно-технические аспекты» излагаются освещенные в нем фундаментальные основы анализа, обеспечения, регулирования, надзора и повышения промышленной безопасности. Отмечается, что данное издание приурочено к 300-летию образования в России по указам Петра I двух важных государственных структур — Берг-коллегии (1719 г.) и Академии наук и художеств (1724 г.), трансформированных в настоящее время в Федеральную службу по экологическому, технологическому и атомному надзору (Ростехнадзор) и в Российскую академию наук. Освещена постановка общих проблем поэтапного развития в России науки, промышленности и надзора за промышленной безопасностью при совершенствовании соответствующих подходов, структур, методов, норм, правил.

**Ключевые слова:** промышленная безопасность, объекты техносферы, многотомное издание «Безопасность России», Ростехнадзор, Российская академия наук, научное обоснование безопасности, чрезвычайные ситуации, аварии, катастрофы, риск, прочность, ресурс, защищенность.

**Для цитирования:** Махутов Н.А., Гаденин М.М., Буйновский С.Н., Гражданкин А.И. Научные основы промышленной безопасности в многотомном издании «Безопасность России. Правовые, социально-экономические и научно-технические аспекты» // Безопасность труда в промышленности. — 2020. — № 4. — С. 17–26. DOI: 10.24000/0409-2961-2020-4-17-26

### *К 300-летию юбилеям горного надзора России и Российской академии наук*

#### **Введение**

В связи с юбилейными датами, важными для истории становления и развития в России науки и промышленности, Правительство Российской Федерации (РФ) выпустило два распоряжения: «Об утверждении плана основных мероприятий по подготовке и проведению празднования 300-летия российского горного и промышленного надзора» (от 03.11.2018 № 2384-р) и «Об образовании организационного комитета по подготовке и проведению празднования 300-летия Российской академии наук» (от 20.11.2018 № 2518-р). Этими документами подчеркнуты историческая значимость и актуальность развития промышленности и промышленного над-

зора за ее безопасностью с соответствующим научным обоснованием решения данных проблем. В историческом плане символами такой постановки задач стали два указа Петра I — в 1719 г. о создании Берг-коллегии [1, 2] и в 1724 г. — о создании Академии наук и художеств в Санкт-Петербурге [3, 4]. Основная цель этих государственных структур — становление в Российской империи горнорудного и горнодобывающего дела, производства военной техники, с одной стороны, и научных исследований и прикладных разработок, с другой. Берг-коллегия и Академия наук на протяжении трех столетий изменяли названия, функции и место расположения, став в настоящее время Федеральной службой по эко-

гическому, технологическому и атомному надзору (Ростехнадзор) и Российской академией наук (РАН).

В число основных мероприятий, предложенных Ростехнадзором и РАН и утвержденных Правительством РФ, входили издание книг по истории российского горного и промышленного надзора, российской науки, проведение научно-практических конференций и форумов. В этой связи подготовлен и вышел в свет специальный том «Научные основы промышленной безопасности» [3] (рис. 1, а) многотомного издания (в 56 томах) «Безопасность России. Правовые, социально-экономические и научно-технические аспекты» (рис. 1, б), издающегося с 1998 г. по рекомендациям Администрации Президента РФ и Совета Безопасности РФ [5], в котором обобщены результаты работ Ростехнадзора и РАН в рассматриваемом направлении, что позволило не только отразить историческую сторону этой их деятельности, но и плодотворность полученных результатов при их взаимодействии в решении проблемы обеспечения безопасности эксплуатации объектов техносферы на современном этапе.

Многотомное издание «Безопасность России. Правовые, социально-экономические и научно-тех-



▲ Рис. 1. Специализированный том «Научные основы промышленной безопасности» (а) многотомного издания «Безопасность России. Правовые, социально-экономические и научно-технические аспекты» (б)

▲ Fig. 1. Specialized book «Industrial safety scientific foundations» (а) of the multivolume series «Safety of Russia. Legal, socio-economic and scientific-technical aspects» (б)

нические аспекты» на протяжении двух последних десятилетий ведет систематическое обобщение результатов научных исследований и практических мероприятий по обеспечению и повышению уровня решения всего комплекса проблем национальной безопасности страны [5]. Такая постановка проблем безопасности в 1997 г. сформирована решениями Администрации Президента РФ и Совета Безопасности РФ. С 1998 г. по настоящее время выпущено в свет 56 томов этой серии общим объемом более 32 тыс. страниц. В состав авторов, участвовавших в написании этих изданий, вошли около 900 ведущих специалистов и разработчиков широкого спектра проблем обеспечения безопасности России. Среди них были руководители государства, отраслевых ведомств, РАН, надзорных органов, системы высшего образования, промышленности, обороны, строительства, энергетики, транспорта, специалисты по нефтегазохимии, экологии, экономике, информатизации.

Координацию фундаментальных исследований проблем безопасности России и научное руководство многотомным изданием в соответствии с названными выше решениями осуществляет РАН, а проблемы промышленной безопасности стали предметом разработок Ростехнадзора.

Юбилейный том «Научные основы промышленной безопасности» с предисловием руководителя Ростехнадзора А.В. Алёшина и президента РАН А.М. Сергеева по предложению редакционного совета и по согласованию в 2019 г. с руководством Ростехнадзора и РАН освещает опыт и основные результаты реализации их совместной деятельности, направленной на выполнение современных требований стратегии национальной безопасности страны, основ государственной политики в сфере обеспечения промышленной безопасности, фундаментальной науки и межотраслевой научной деятельности, стратегии научно-технологического развития, национальных проектов на ближайшую (2020–2025 гг.) и отдаленную (2030–2050 гг.) перспективы [6–8].

Надлежащее сочетание в будущем знаний, формируемых в результате фундаментальных научных исследований РАН по закономерностям развития человека, общества, природы и техносферы [9], и обоснованных организационных и научно-технических решений Ростехнадзора по реализации надзорной деятельности в области промышленной безопасности [10] конструктивно способствует достижению сформулированных в федеральном законе [11] двух стратегических приоритетов: повышению уровня жизни народа и обеспечению национальной безопасности страны.

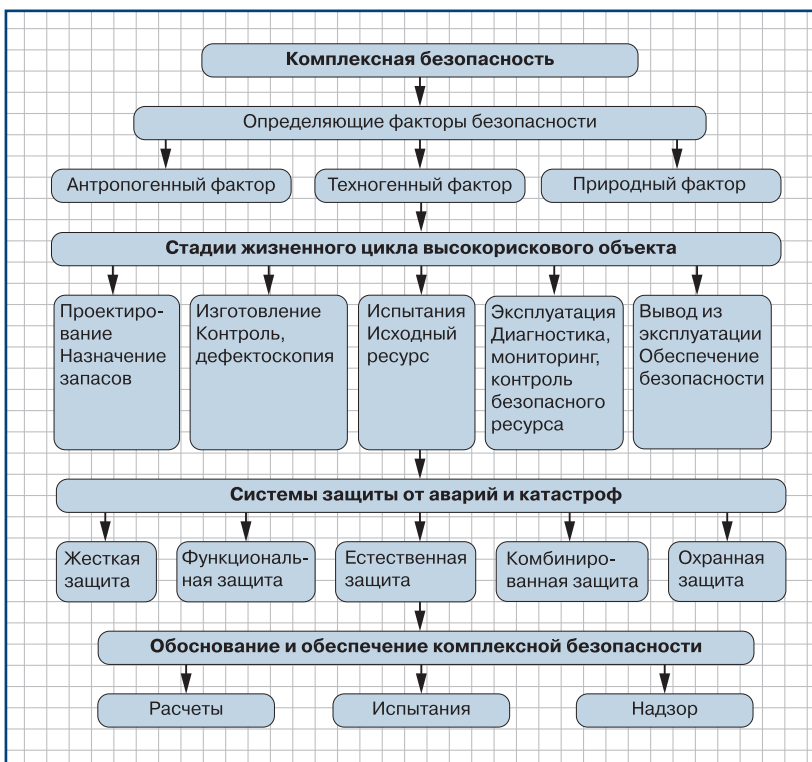
### Комплексная безопасность

В многовековой истории Российского государства проблемы комплексного обеспечения безопасности занимали, занимают и будут занимать одно из ведущих мест. При этом важно учитывать непре-

рывное расширение на современном этапе спектра потенциальных угроз безопасности на всех стадиях жизненного цикла объектов техносферы (рис. 2) с учетом их техногенного, природного и антропогенного факторов. При этом на основе результатов соответствующих исследований этих процессов строятся системы жесткой, функциональной, комбинированной защиты промышленных объектов от аварий и катастроф [12], обосновываются и обеспечиваются необходимые мероприятия, проводятся соответствующие расчеты, испытания и реализуется предусмотренная законодательством надзорная деятельность. Жизнедеятельность и жизнеобеспечение человека, общества и государства входили и входят в состав основных приоритетов на сложнейших этапах их развития.

Важно отметить, что научные исследования в этом направлении в области математики, физики, химии, материаловедения, машиноведения напрямую связаны с именами выдающихся ученых и академиков: Л. Эйлера, Д. Бернулли, М.В. Ломоносова, Н.И. Лобачевского, П.Л. Чебышева, А.М. Ляпунова, А.Г. Столетова, Н.П. Лебедева, Д.И. Менделеева, Н.Е. Жуковского, К.Э. Циолковского, В.И. Вернадского, А.Ф. Иоффе, В.А. Стеклова, Б.Г. Галеркина, Е.А. Чудакова, И.П. Бардина, А.А. Благоданова, А.П. Александрова, К.В. Фролова, Н.П. Лаверова, В.И. Субботина, В.В. Болотина, В.А. Легасова, Н.А. Доллежала. В сфере промышленного развития страны видное место с петровских времен заняли промышленники и руководители служб надзора: Н.Н. Демидов, Я.В. Брюс, А.Л. Нарышкин, А.А. Нартов, В.Л. Беленко, А.А. Скочинский, Л.Г. Мельников, М.П. Васильчук.

В настоящее время в научных исследованиях проблем комплексного обеспечения безопасности участвуют ведущие отделения РАН: энергетики, машиностроения, механики и процессов управления; химии и наук о материалах; математических наук; нанотехнологий и информационных технологий; наук о Земле; общественных наук; глобальных проблем и международных отношений; Комиссия РАН по техногенной безопасности. Правовую, нормативно-техническую, экспертную, лицензионную, надзорную деятельность в области промышленной безопасности ведут все основные структуры Ростехнадзора — его профильные (горный надзор, общепромышленный надзор, строительный надзор, атомный надзор, надзор в угольной промышленности, управление специальной безопасности) и региональные управления.



▲ Рис. 2. Структура анализа и обеспечения комплексной безопасности промышленных объектов  
 ▲ Fig. 2. Structure of the analysis and ensuring integrated safety and security of industrial facilities

В рассматриваемом томе отражены ключевые вопросы междисциплинарного и межотраслевого многофакторного и многокритериального анализа проблем обеспечения промышленной безопасности — важных составляющих национальной безопасности страны. В нем изложены основные результаты, этапы, события, принципы построения структур управления промышленной безопасностью, которые сформированы на базе выполнения фундаментальных академических исследований и прикладных отраслевых разработок в головных научных, конструкторских, технологических, эксплуатирующих организациях и организациях государственного над-

РАН в сфере общей и промышленной безопасности определены федеральными законами [13, 14]. Базовые документы для дальнейшей совместной деятельности Ростехнадзора и РАН в области промышленной безопасности: Указ Президента РФ «Об основах государственной политики Российской Федерации в области промышленной безопасности на период до 2025 года и дальнейшую перспективу» [15, 16] и распоряжение Правительства РФ от 17.09.2018 № 1952-р «Об утверждении плана по реализации Основ государственной политики Российской Федерации в области промышленной безопасности на период до 2025 года и дальнейшую перспективу».



ву». Прежде всего это касается установления единых критериев оценки рисков аварий на промышленных объектах и категорирования таких объектов с использованием риск-ориентированных подходов и инструментария цифровой трансформации экономики страны.

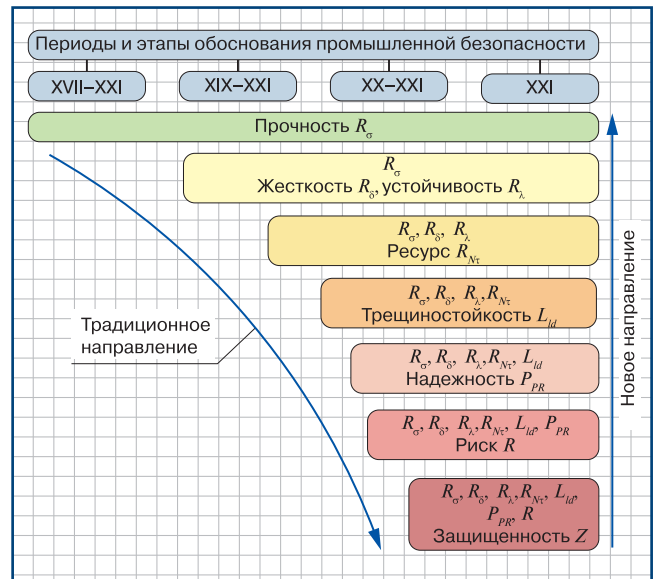
**Развитие научных подходов и критериев обеспечения промышленной безопасности**

В юбилейном томе последовательно анализируется возрастающая с течением времени актуальность решения проблем роста техногенных угроз; особенностей противодействия им в XVIII–XXI вв. в части становления промышленной деятельности и государственного надзора за промышленной безопасностью, в том числе на базе последовательного развития и использования (рис. 3) критериев прочности, жесткости, устойчивости, ресурса, трещиностойкости, надежности, риска и защищенности [17, 18].

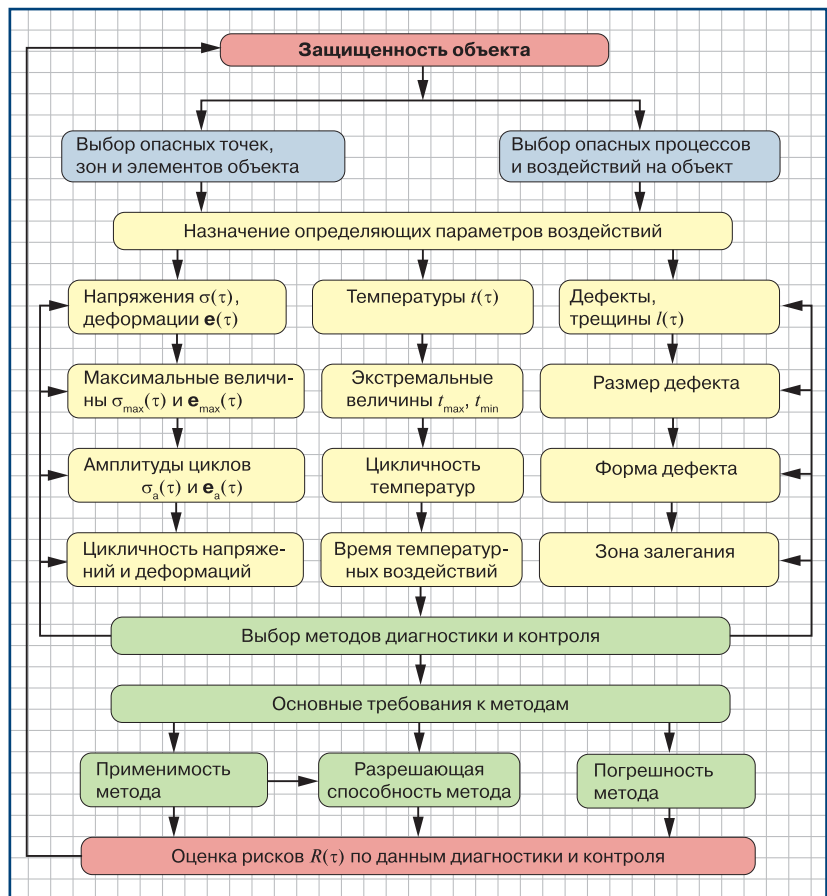
Второй раздел издания посвящен развитию методов анализа, нормирования и регулирования промышленной безопасности. При этом основное внимание уделено взаимодействию РАН и Ростехнадзора во второй половине XX — начале XXI вв.

по таким вопросам, как формирование общей структуры методов анализа, обоснования и обеспечения промышленной безопасности, развития механизмов научно-технической и методологической поддержки ее государственного регулирования. В нем рассматривается последовательность развития и использования названных методов в процедурах обеспечения промышленной безопасности и защищенности.

При этом особое значение придается анализу причин и последствий аварий на объектах промышленного комплекса, использованию в этом анализе результатов системных исследований таких ситуаций на основе построения моделей и сценариев их развития и с учетом традиционно развивающихся подходов к определению базовых эксплуатационных параметров прочности, жесткости, устойчивости, ресурса, надежности, живучести — напряжений  $\sigma(\tau)$ , деформаций  $e(\tau)$ , температур  $t(\tau)$ , дефектов  $l(\tau)$  в опасных зонах конструкции при экстремальных (максимальных, минимальных, амплитудных) значениях и режимах их нагруженности, ставших исходной научной основой построения и использования новых подходов (рис. 4) к количественной оценке рисков, безопасности и защищенности промышленных объек-



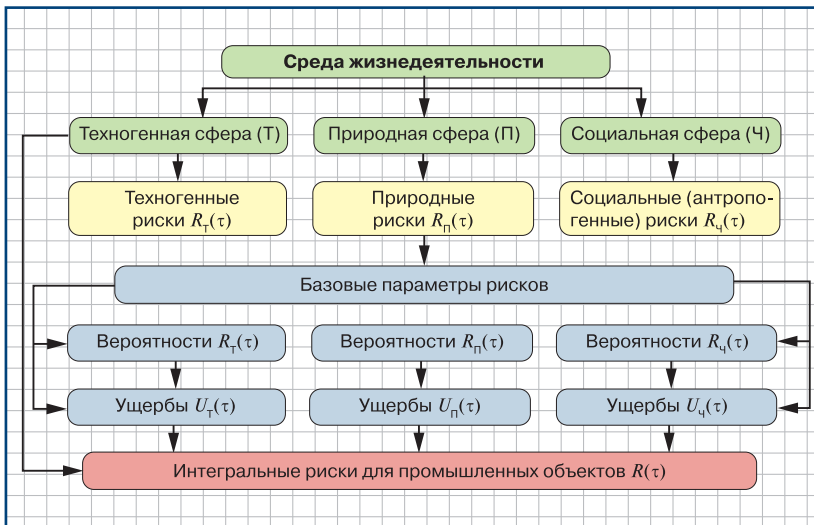
**▲ Рис. 3. Исторически сложившаяся последовательность развития научных подходов и критериев обеспечения промышленной безопасности**  
**▲ Fig. 3. Historically established sequence of the scientific approaches and criteria development for ensuring industrial safety**



**▲ Рис. 4. Структура подходов к обеспечению защищенности объекта на основе оценки риска возникновения предельного состояния по параметрам эксплуатационной нагруженности**  
**▲ Fig. 4. Structure of the approaches to ensuring security level of the facility based on risk assessment of the occurrence of the limit state according to the operational loading parameters**

тов. Здесь же освещается последовательность развития механизмов научно-технической и методической поддержки диагностики и мониторинга состояния промышленных объектов, государственного регулирования промышленной безопасности при их эксплуатации [19, 20].

В третьем разделе излагаются базовые подходы и принципы формирования научной базы комплексного обеспечения промышленной безопасности на основе использования интегральных критериев риска  $R(\tau)$ . В этой связи рассматривается место промышленной безопасности в комплексной системе обеспечения безопасности — в сложной техногенно- (Т), природно- (П), антропогенной (Ч) системе, классифицируются соответствующие этим ее составляющим определяющие факторы промышленной безопасности с анализом опасности возникновения аварий от каждого из них —  $R_T(\tau)$ ,  $R_P(\tau)$ ,  $R_C(\tau)$ , а также определяющих их базовых параметров — вероятностей по каждому из названных факторов  $P_T(\tau)$ ,  $P_P(\tau)$ ,  $P_C(\tau)$  и возможных при этом ущербов  $U_T(\tau)$ ,  $U_P(\tau)$ ,  $U_C(\tau)$ . На их основе формируется общая структура критериев обеспеченности промышленной безопасности с использованием научно обоснованных представлений о предельных состояниях объектов при возможных авариях, назначается система контроля технического состояния и эксплуатационной надежности, вводятся в действие системы и комплексы противоаварийной защиты (рис. 5).



▲ Рис. 5. Структура комплексной системы анализа и обеспечения безопасности сложной социально-природно-техногенной системы по риск-критериям

▲ Fig. 5. Structure of the integrated system of analysis and ensuring safety of the complex socio-natural and technogenic system based on risk-criteria

На основе этого формулируются и излагаются многокритериальные методы оценки промышленной безопасности, основанные на изученных закономерностях оценки, нормирования опасностей при возникновении и развитии по различным сценариям

аварийных ситуаций на опасных производственных объектах. Риск-показатели в этих случаях при оценках промышленных опасностей рассматриваются напрямую связанными с исходными, повреждаемыми и предельными состояниями несущих элементов промышленных объектов, для оценки которых используются качественные и количественные методы контроля и технической диагностики.

В четвертом разделе издания рассматриваются междисциплинарные основы анализа проблем обеспечения промышленной безопасности, являющиеся одним из важных результатов фундаментальных и поисковых исследований, проводимых президиумом, отделениями и институтами РАН в данном направлении. В этой связи излагаются (рис. 6) подходы к категорированию промышленных объектов техносферы по уровням их безопасности в процессе эксплуатации  $S(\tau)$ , рисков  $R(\tau)$ , по вероятности возникновения чрезвычайных ситуаций  $P(\tau)$  и возможным последствиям  $U(\tau)$ , включая классификацию поражающих факторов и характеризующих их параметров. При этом описывается структура анализируемых опасностей во взаимосвязанной комплексной социально-природно-техногенной системе жизнеобеспечения.

Для количественной оценки промышленной безопасности по риск-параметрам предлагается анализировать состояния: штатные (нормальные), отклонения от штатных, проектные, запроектные и гипотетические, по стадиям жизненного цикла промышленных объектов — проектирование, изготовление, эксплуатация и вывод из эксплуатации.

В обоснование этих подходов приводятся используемые методы обоснования безопасности по условиям достижения в элементах объекта предельного состояния, определяемого по риск-критериям, прочности ресурса и живучести с изучением основных закономерностей механики повреждений и формированием расчетно-экспериментальных уравнений состояния и расчетно-экспериментального обоснования ресурса и срока безопасной эксплуатации промышленных объектов [9, 21].

На основе анализа условий эксплуатации и указанных выше параметров выполняется построение систем диагностики и мониторинга текущего состояния рассматриваемого объекта и выбираются комплексы и барьеры защиты от возникновения аварийных ситуаций в целях обеспечения защищенности  $Z(\tau)$  этих объектов в процессе эксплуатации. Для этого используют системы технической диагностики состояний объектов и мониторинга эксплуатации опасных производственных объектов, критически и страте-

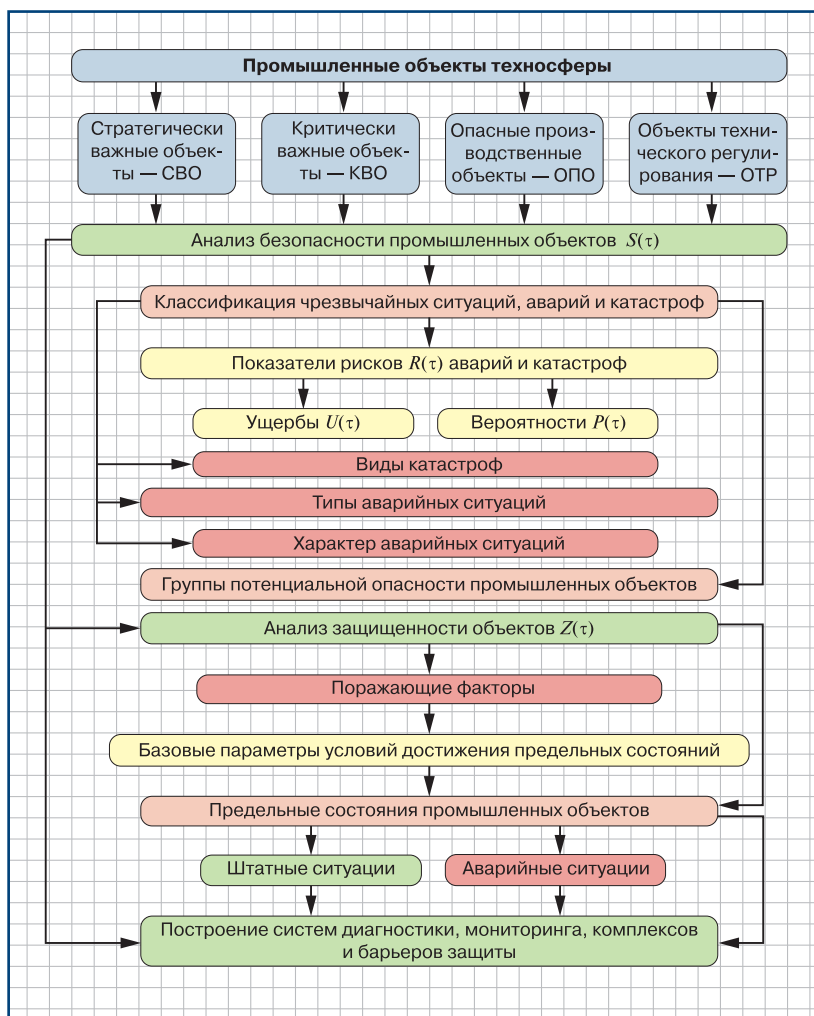
гически важных объектов с учетом специфики их назначения и условий эксплуатации [9]. При этом в общем случае анализируются процедуры нормирования рисков в промышленной сфере с учетом данных об имевших место авариях и экспертизах промышленной безопасности [10, 19, 20].

Пятый раздел посвящен практической реализации научных основ обеспечения промышленной безопасности на межотраслевом, отраслевом и объектовом уровнях. В этом направлении рассматриваются и анализируются определяющие факторы и параметры безопасности объектов техносферы. К числу первых (см. рис. 5) относятся человеческий, техногенный и природный факторы, а ко вторым — риск-параметры, вероятности возникновения аварийных ситуаций и возможные ущербы от их реализации (рис. 7).

Современная межотраслевая нормативно-правовая база промышленной безопасности [10, 13, 15, 16], критериальная база прочности, ресурса, надежности, живучести и безопасности объектов техносферы [9, 18, 21, 22], а также развитие риск-ориентированного подхода в оценках промышленной безопасности [9, 19–22] базируются на определении риска  $R(\tau)$  как сформированного на научной основе взаимосвязанного функционала от изменяющегося во времени параметра вероятности возникновения чрезвычайной ситуации  $P(\tau)$  по определяющим его факторам (человеческим, техногенным, природным) и параметра соответствующего этой ситуации ущерба  $U(\tau)$  с условием непревышения этим риском допустимого значения  $[R(\tau)]$  (см. рис. 7).

Задачей регулирующих структур в этой процедуре является научно обоснованное социально приемлемое назначение допустимого значения  $[R(\tau)]$ , а обеспечивающие эффективность этого процесса экономические структуры во взаимодействии с научным сообществом должны определять необходимые затраты  $Z(\tau)$  на мероприятия по достижению на практике уровней текущих рисков не выше допустимых при соответствующем параметре их эффективности  $[m_z]$  [9, 12].

Для этого необходимы данные анализа каскадного развития, а также учет неопределенностей при количественной оценке риска аварий [9, 23, 24]. При этом исходной базой в анализе безопасности опасных производственных объектов I–IV классов опасности являются систематизированные данные



▲ Рис. 6. Структура междисциплинарных подходов к анализу промышленной безопасности объектов с учетом категорирования опасностей чрезвычайных ситуаций

▲ Fig. 6. Structure of the interdisciplinary approaches to the analysis of the facilities industrial safety taking into account the categorization of emergency hazards

по аварийности и травматизму. В реализации этих подходов важное место занимает создаваемая и развиваемая система нормативных документов: рекомендаций, руководств, обоснований, федеральных норм и правил и федеральных законов. Практическое использование указанных подходов проиллюстрировано на случаях анализа состояния таких конкретных объектов, как технические устройства на нефтегазовых комплексах, магистральные нефтепроводы и нефтепродуктопроводы, объекты шельфовых разработок природных ресурсов, а также при проведении горных работ, при обеспечении безопасности и взрывоустойчивости зданий и сооружений.

В заключительном шестом разделе издания излагаются обобщенные подходы к перспективным методам повышения промышленной безопасности в интересах человека, общества и государства с использованием трехвекового опыта взаимодействия отечественной науки и государственного надзора за безопасностью

и на основе формирования соответствующего законодательства в области нормативного регулирования и обеспечения промышленной безопасности (рис. 8). В этой связи системно рассматриваются постановка новых задач обеспечения промышленной безопасности, фундаментальные и прикладные разработки в области решения социально-экономических проблем промышленной безопасности, основы законодательного, нормативного и информационного обеспечения промышленной безопасности на объектовом, отраслевом, региональном и федеральном уровнях, роль государства в предупреждении промышленных аварий, катастроф и ликвидации их последствий, методология, научное обеспечение государственной политики в области промышленной безопасности, программы и нормативы подготовки специалистов и руководителей по управлению рисками и промышленной безопасностью [6–24].

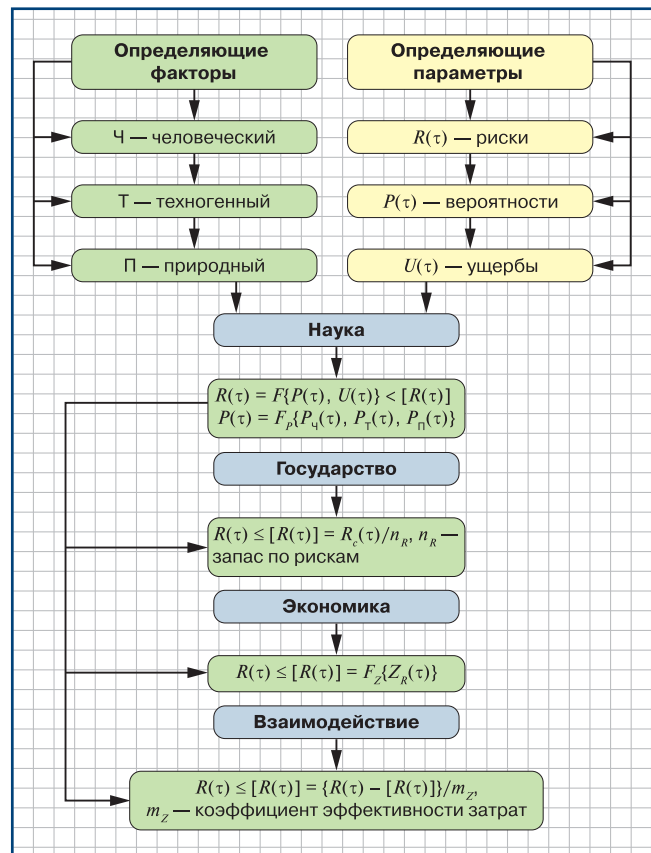
Особое внимание в этом разделе издания уделено факторам взаимосвязи промышленной и национальной безопасности страны, анализу и повышению безопасности критически и стратегически важных промышленных объектов, перспективным программам исследования проблем промышленной безопасности в направлении стратегического планирования развития страны с учетом угроз кризисных и аварийных ситуаций, разработкам вероятностных методов прогностической обработки больших объемов данных по проблемам безопасности с использованием систем искусственного интеллекта, информационно-аналитической поддержке системных исследований по проблемам промышленной безопасности.

### Заключение

В ближайшей (2020–2025 гг.) и отдаленной перспективе в деятельности всех заинтересованных структур по обеспечению промышленной безопасности основное место будет занимать научное обоснование методологии, нормативов, программ и планов количественной оценки безопасности и защищенности всего спектра уязвимых объектов техносферы с использованием методов стратегического прогнозирования, планирования и управления развитием страны с достижением двух стратегических приоритетов: устойчивости социально-экономического развития и обеспечения национальной безопасности.

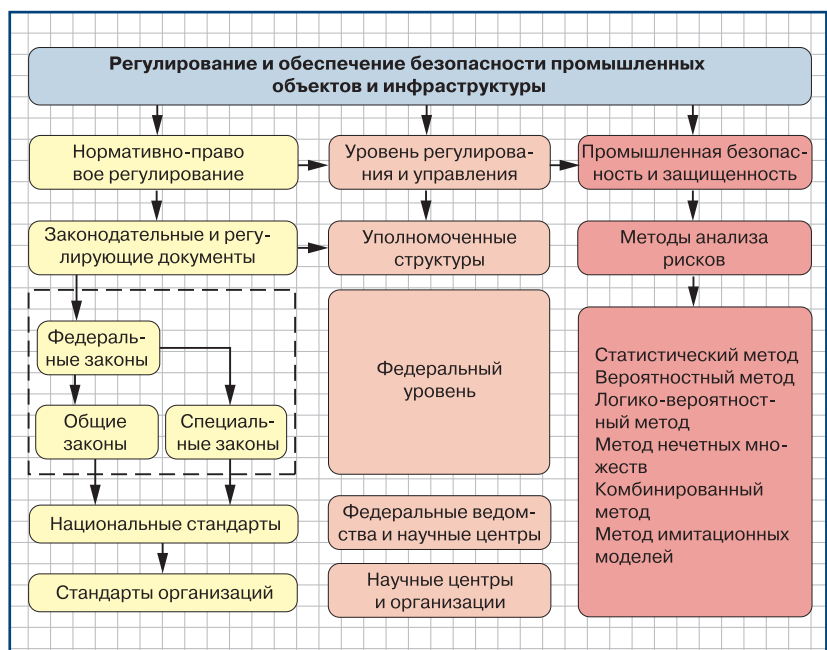
Применительно к промышленному развитию как материальной основе социально-экономического развития и к промышленной безопасности как важнейшему компоненту национальной безопасности базовыми будут процедуры формирования и реализации комплексов национальных проектов,

программ и планов. В этом направлении директивный характер имеет базовый документ «Основы го-



▲ Рис. 7. Основные условия взаимодействия науки, государства и производства при обеспечении промышленной безопасности

▲ Fig. 7. Basic conditions for the interaction of science, the State and production at ensuring industrial safety



▲ Рис. 8. Структура нормативного регулирования и обеспечения промышленной безопасности

▲ Fig. 8. Structure of normative regulation and ensuring industrial safety



сударственной политики в области промышленной безопасности на период до 2025 года и дальнейшую перспективу», утвержденный Указом Президента Российской Федерации [15]. Редакция этих Основ увязывается с международными программами Организации Объединенных Наций по снижению рисков стихийных бедствий до 2030 г. [25] и государств — участников Содружества Независимых Государств — в области промышленной безопасности и защиты от чрезвычайных ситуаций.

Одной из важных задач перспективных научных исследований и прикладных разработок во исполнение Конституции, Стратегии национальной безопасности, Основ государственной политики Российской Федерации, рамочных программ Организации Объединенных Наций и Содружества Независимых Государств будет оставаться их надлежащее информационное обеспечение. Редакционный совет многотомной серии «Безопасность России» при поддержке и по согласованию с Советом Безопасности Российской Федерации, Администрацией Президента Российской Федерации, Федеральным Собранием Российской Федерации планирует в дальнейшем более детальное рассмотрение и издание томов как по общепромышленным, так и по отраслевым проблемам обеспечения безопасности на базе критериев формирующихся, критических и приемлемых стратегических рисков.

## Список литературы

1. Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору. К 300-летию горного надзора в России/ под общ. ред. А.В. Алёшина. — М.: ЗАО НТЦ ПБ, 2019. — 320 с.
2. Фролов Д.И., Шурский О.М., Волосухин Я.В. Реформам Петра Великого по надзору за гидротехническими сооружениями — 300 лет// Безопасность труда в промышленности. — 2019. — № 12. — С. 12–18. DOI: 10.24000/0409-2961-2019-12-12-18
3. Безопасность России. Правовые, социально-экономические и научно-технические аспекты. Научные основы промышленной безопасности/ науч. руководитель Н.А. Махутов. — М.: МГОФ «Знание», 2019. — 824 с.
4. Российская академия наук. История и современность. Краткий очерк. — М.: Наука, 1999. — 272 с.
5. Фундаментальные исследования и прикладные разработки проблем комплексной безопасности: материалы 20-летней (1998–2018 гг.) реализации проекта «Многотомная серия «Безопасность России». Правовые, социально-экономические и научно-технические аспекты». — М.: МГОФ «Знание», 2018. — 128 с.
6. Научное обеспечение основ государственной политики в области промышленной безопасности/ А.Л. Рыбас, Н.А. Махутов, М.М. Гаденин и др.// Безопасность труда в промышленности. — 2018. — № 11. — С. 7–14. DOI: 10.24000/0409-2961-2018-11-7-14
7. Перспективы исследований в области анализа риска для совершенствования государственного регулирования и повышения безопасности объектов нефтегазохимического комплекса/ С.Г. Радионова, С.А. Жулина, Н.А. Махутов и др.// Безопасность труда в промышленности. — 2017. — № 9. — С. 5–13. DOI: 10.24000/0409-2961-2017-9-5-13
8. Алёшин А.В. Качественный рост уровня промышленной безопасности при снижении административной нагрузки на бизнес: возможно ли это?// Безопасность труда в промышленности. — 2015. — № 10. — С. 14–16.
9. Махутов Н.А. Безопасность и риски: системные исследования и разработки. — Новосибирск: Наука, 2017. — 724 с.
10. Каталог изданий ЗАО НТЦ ПБ. Нормативные правовые акты, справочные и информационные материалы. Нормативные документы Ростехнадзора, МПР России, МЧС России. Тематические сборники и рекомендации. Периодические издания. Программные средства. Информация. URL: <https://www.safety.ru/downloads/price.pdf> (дата обращения: 01.02.2020).
11. О стратегическом планировании в Российской Федерации: федер. закон от 28 июня 2014 г. № 172-ФЗ. URL: <http://base.garant.ru/70684666/> (дата обращения: 01.02.2020).
12. Безопасность России. Правовые, социально-экономические и научно-технические аспекты. Фундаментальные и прикладные проблемы комплексной безопасности/ науч. руководитель Н.А. Махутов. — М.: МГОФ «Знание», 2017. — 992 с.
13. О промышленной безопасности опасных производственных объектов: федер. закон от 21 июля 1997 г. № 116-ФЗ. — М.: ЗАО НТЦ ПБ, 2020. — 56 с.
14. О Российской академии наук, реорганизации государственных академий наук и внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации: федер. закон от 27 сент. 2013 г. № 253-ФЗ (ред. от 19 июля 2018 г.). URL: <https://legalacts.ru/doc/federalnyi-zakon-ot-27092013-n-253-fz-o/> (дата обращения: 01.02.2020).
15. Об основах государственной политики Российской Федерации в области промышленной безопасности на период до 2025 года и дальнейшую перспективу: Указ Президента Рос. Федерации от 6 мая 2018 г. № 198. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71836636/> (дата обращения: 01.02.2020).
16. О проекте Основ государственной политики в области промышленной безопасности/ А.Л. Рыбас, О.М. Пенкин, В.И. Сидоров и др.// Безопасность труда в промышленности. — 2015. — № 9. — С. 12–15.
17. Научные проблемы определения ресурса и управления сроком безопасной эксплуатации промышленных объектов/ Н.А. Махутов, М.М. Гаденин, А.С. Печёркин, Б.А. Красных// Безопасность труда в промышленности. — 2019. — № 4. — С. 7–15. DOI: 10.24000/0409-2961-2019-4-7-15
18. Расчетно-экспериментальные подходы к анализу и обеспечению ресурса и срока безопасной эксплуатации промышленных объектов/ Н.А. Махутов, М.М. Гаденин, А.С. Печёркин, Б.А. Красных// Безопасность труда в промышленности. — 2020. — № 1. — С. 7–15. — DOI: 10.24000/0409-2961-2020-1-7-15
19. Методические основы по проведению анализа опасностей и оценки риска аварий на опасных производствен-



ных объектах: рук. по безопасности. — Сер. 27. — Вып. 16. — М.: ЗАО НТЦ ПБ, 2020. — 56 с.

20. *Методические* рекомендации по проведению количественного анализа риска аварий на опасных производственных объектах магистральных нефтепроводов и нефтепродуктопроводов: рук. по безопасности. — Сер. 08. — Вып. 24. — М.: ЗАО НТЦ ПБ, 2016. — 122 с.

21. *Гаденин М.М.* Многопараметрический анализ условий безопасной эксплуатации и защищенности машин и конструкций по критериям прочности, ресурса и живучести// Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций. — 2012. — № 6. — С. 22–36.

22. *Петрова И.М., Филимонов М.А., Лагуткин М.Г.* Оценка вероятности отказа механических систем на основе моделирования их технического состояния// Безопасность труда в промышленности. — 2020. — № 2. — С. 12–17. DOI: 10.24000/0409-2961-2020-2-12-17

23. *Проблемы* внедрения и функционирования систем управления промышленной безопасностью в организациях, эксплуатирующих опасные производственные объекты/ С.Н. Буйновский, Ю.Ф. Карабанов, В.А. Ткаченко, В.К. Шалаев// Безопасность труда в промышленности». — 2018. — № 9. — С. 39–44. DOI: 10.24000/0409-2961-2018-9-39-44

24. *Гражданкин А.И., Печёркин А.С., Николаенко О.В.* Об установлении допустимых уровней риска аварии для оценки достаточности компенсирующих мероприятий в обосновании безопасности опасного производственного объекта нефтегазового комплекса// Безопасность труда в промышленности. — 2017. — № 12. — С. 51–56. DOI: 10.24000/0409-2961-2017-12-51-56

25. *Сендайская* рамочная программа по снижению риска бедствий на 2015–2030 гг. URL: [https://www.unisdr.org/files/43291\\_russiansendaiframeworkfordisasterri.pdf](https://www.unisdr.org/files/43291_russiansendaiframeworkfordisasterri.pdf) (дата обращения: 01.02.2020).

kei51@mail.ru

Материал поступил в редакцию 21 февраля 2020 г.

«Bezopasnost Truda v Promyshlennosti»/ «Occupational Safety in Industry», 2020, № 4, pp. 17–26.  
DOI: 10.24000/0409-2961-2020-4-17-26

Scientific Fundamentals of Industrial Safety in the Multivolume Series «Safety of Russia. Legal, Socio-Economic and Scientific-Technical Aspects»

**N.A. Makhutov**, RAS Corresponding Member, Dr. Sci. (Eng.), Prof., Chief Research Associate, kei51@mail.ru  
**M.M. Gadenin**, Cand. Sci. (Eng.), Lead Researcher IMASH RAN, Moscow, Russia  
**S.N. Buynovskiy**, Dr. Sci. (Eng.), Chief Editor  
**A.I. Grazhdankin**, Dr. Sci. (Eng.), Department Head STC «Industrial Safety» CJSC, Moscow, Russia

## Abstract

Due to publication of the book «Scientific fundamentals of industrial safety in the multivolume series «Safety of Russia. Legal, socio-economic and scientific-technical aspects» the funda-

mental bases of the analysis, ensuring, regulation, supervision and improving industrial safety are stated in it. It is noted that this publication is devoted to the 300th anniversary of the formation in Russia under the Decrees of Peter I of two important state structures — Berg College (1719) and the Academy of Sciences and Arts (1724). They are transformed now in the Federal Environmental, Industrial and Nuclear Supervision Service (Rostekhnadzor), and in the Russian Academy of Sciences. The challenge problems of the step-by-step development in Russia of sciences, industry and industrial safety supervision at the improvement of the relevant approaches, structures, methods, norms, rules is highlighted in the article. Special attention is given to the long-lived and effective interaction of the Russian Academy of Sciences and Rostekhnadzor in the area of formation and implementation of the state policy in the field of ensuring integrated safety and security based on the fundamental regularities of the law of development of the complicated socio-natural-technogenic system. General theory is considered concerning safety, theory of risks within the framework of the risk-oriented approaches to safety analyses, and, also their legal, normative and technical, criterial, organizational base. Areas, programs and mechanisms of further improvement of industrial safety state supervision taking into account functioning of the life support systems in the zones of acceptable risks are noted. It is shown that the considered book of «Safety of Russia» is oriented on the domestic science and industry heads and leading specialists involved in the problems of industrial safety, and also training, retraining and certification of staff in the system of higher education and professional activity.

**Key words:** industrial safety, technosphere objects, multivolume series «Safety of Russia», Rostekhnadzor, Russian Academy of Sciences, safety scientific justification, emergency situations, accidents, disasters, risk, strength, life time, security.

## References

1. Aleshin A.V. Federal Environmental, Industrial and Nuclear Supervision Service. To the 300th anniversary of mining supervision in Russia. Moscow: ZAO NTTs PB, 2019. 320 p. (In Russ.).
2. Frolov D.I., Shchurskiy O.M., Volosukhin Ya.V. Reforms of Peter the Great on Supervision of Hydraulic Structures — 300 Years. *Bezopasnost Truda v Promyshlennosti = Occupational Safety in Industry*. 2019. № 12. pp. 12–18. (In Russ.). DOI: 10.24000/0409-2961-2019-12-12-18
3. Makhutov N.A. Safety of Russia. Legal, socio-economic and scientific-technical aspects. Scientific basis of industrial safety. Moscow: MGOF «Znanie», 2019. 824 p. (In Russ.).
4. Russian Academy of Sciences. History and the present time. Brief digest. Moscow: Nauka, 1999. 272 p. (In Russ.).
5. Fundamental research and applied developments of the integrated safety and security problems: materials of the 20-year (1998–2018) implementation of the project «Multivolume series «Safety of Russia». Legal, socio-economic, scientific and technical aspects». Moscow: MGOF «Znanie», 2018. 128 p. (In Russ.).
6. Rybas A.L., Makhutov N.A., Gadenin M.M., Pecherkin A.S., Nadein V.A. Scientific Support of the State Policy Fundamentals in the Field of Industrial Safety. *Bezopasnost Truda v Promyshlennosti = Occupational Safety in Industry*. 2018. № 11. pp. 7–14. (In Russ.). DOI: 10.24000/0409-2961-2018-11-7-14

7. Radionova S.G., Zhulina S.A., Makhutov N.A., Gadenin M.M., Lisin Yu.V., Neganov D.A., Nadein V.A., Pecherkin A.S. Research Prospects in the Field of Risk Analysis for Improvement of Government Regulation and Safety Increase of the Oil and Gas Chemical Complex Objects. *Bezopasnost Truda v Promyshlennosti = Occupational Safety in Industry*. 2017. № 9. pp. 5–13. (In Russ.). DOI: 10.24000/0409-2961-2017-9-5-13
8. Aleshin A.V. The Qualitative Growth of the Level of Industrial Safety while Reducing the Administrative Burden on Business: Is it Really Possible? *Bezopasnost Truda v Promyshlennosti = Occupational Safety in Industry*. 2015. № 10. pp. 14–16. (In Russ.).
9. Makhutov N.A. Safety and risks: system research and developments. Novosibirsk: Nauka, 2017. 724 p. (In Russ.).
10. Catalogue of publications of STC «industrial Safety» CJSC Normative legal acts, reference and information materials. Regulatory documents of Rostekhnadzor, MPR of Russia, EMERCOM of Russia. Thematic compilations and recommendations. Periodicals. Software. Information. Available at: <https://www.safety.ru/downloads/price.pdf> (accessed: February 1, 2020). (In Russ.).
11. On strategic planning in the Russian Federation: Federal Law № 172-FZ of 28 June 2014. Available at: <http://base.garant.ru/70684666/> (accessed: February 1, 2020). (In Russ.).
12. Makhutov N.A. Safety of Russia. Legal, socio-economic, scientific-technical aspects. Fundamental and applied problems of integrated safety and security. Moscow: MGOF «Znanie», 2017. 992 p. (In Russ.).
13. On industrial safety of hazardous production facilities: Federal Law of July 21, 1997 № 116-FZ. Moscow: ZAO NTTs PB, 2020. 56 p. (In Russ.).
14. About the Russian Academy of Sciences, reorganization of state academies of sciences, and amendments to certain legislative acts of the Russian Federation: Federal Law of September 27, 2013 № 253-FZ (as amended on July 19, 2018). Available at: <https://legalacts.ru/doc/federalnyi-zakon-ot-27092013-n-253-fz-o/> (accessed: February 1, 2020). (In Russ.).
15. On the fundamentals of the state policy of the Russian Federation in the field of industrial safety for the period up to 2025 and beyond: Decree of the President of the Russian Federation of May 6, 2018 № 198. Available at: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71836636/> (accessed: February 1, 2020). (In Russ.).
16. Rybas A.L., Penkin O.M., Sidorov V.I., Pecherkin A.S., Klovach E.V., Shalaev V.K. About the Project of Bases of State Policy in the Field of Industrial Safety. *Bezopasnost Truda v Promyshlennosti = Occupational Safety in Industry*. 2015. № 9. pp. 12–15. (In Russ.).
17. Makhutov N.A., Gadenin M.M., Pecherkin A.S., Krasnykh B.A. Scientific Problems of Service Life Determination and Management of Industrial Objects Safe Operation Life. *Bezopasnost Truda v Promyshlennosti = Occupational Safety in Industry*. 2019. № 4. pp. 7–15. (In Russ.). DOI: 10.24000/0409-2961-2019-4-7-15
18. Makhutov N.A., Gadenin M.M., Pecherkin A.S., Krasnykh B.A. Calculation and Experimental Approaches to the Analysis and Provision of the Service Life and Safe Operation Life of Industrial Facilities. *Bezopasnost Truda v Promyshlennosti = Occupational Safety in Industry*. 2020. № 1. pp. 7–15. (In Russ.). DOI: 10.24000/0409-2961-2020-1-7-15
19. Methodological bases for hazard analysis and risk assessment of accidents at hazardous production facilities: Safety guide. Ser. 27. Iss. 16. Moscow: ZAO NTTs PB, 2020. 56 p. (In Russ.).
20. Methodical recommendations for conducting quantitative risk analysis of accidents at hazardous production facilities of the main oil and oil-product pipelines: Safety guide. Ser. 08. Iss. 24. Moscow: ZAO NTTs PB, 2016. 122 p. (In Russ.).
21. Gadenin M.M. Multiparameter analysis of the conditions of safe operation and security of the machines and structures according to the criteria of strength, resource and survivability. *Problemy bezopasnosti i chrezvychaynykh situatsiy = Safety emergencies problems*. 2012. № 6. pp. 22–36. (In Russ.).
22. Petrova I.M., Filimonov M.A., Lagutkin M.G. Assessment of the Probability of Mechanical Systems Failure based on the Modeling of Their Technical Condition. *Bezopasnost Truda v Promyshlennosti = Occupational Safety in Industry*. 2020. № 2. pp. 12–17. (In Russ.). DOI: 10.24000/0409-2961-2020-2-12-17
23. Buynovskiy S.N., Karabanov Yu.F., Tkachenko V.A., Shalaev V.K. Problems of Implementation and Functioning of Industrial Safety Management Systems in the Organizations Operating Hazardous Production Facilities. *Bezopasnost Truda v Promyshlennosti = Occupational Safety in Industry*. 2018. № 9. pp. 39–44. (In Russ.). DOI: 10.24000/0409-2961-2018-9-39-44
24. Grazhdankin A.I., Pecherkin A.S., Nikolaenko O.V. On the Establishment of the Tolerable Risk Levels of Accident for Assessment of Compensatory Measures Sufficiency in Substantiation of Safety of Hazardous Production Facility of Oil and Gas Complex. *Bezopasnost Truda v Promyshlennosti = Occupational Safety in Industry*. 2017. № 12. pp. 51–56. (In Russ.). DOI: 10.24000/0409-2961-2017-12-51-56
25. Sendai framework program on disasters risk reduction for 2015–2030. Available at: [https://www.unisdr.org/files/43291\\_russiansendaiframeworkfordisasterri.pdf](https://www.unisdr.org/files/43291_russiansendaiframeworkfordisasterri.pdf) (accessed: February 1, 2020). (In Russ.).

Received February 21, 2020