

ТЕОРИЯ И МЕТОДОЛОГИЯ

УДК 911.3:33

КЛАССИФИКАЦИЯ СЕКТОРОВ ЭКОНОМИКИ ПО СТЕПЕНИ ИХ ТЕХНОГЕННОЙ ОПАСНОСТИ

С.В. Бадина¹, А.А. Панкратов², В.Л. Бабурин³, Р.О. Бобровский⁴

^{1,4} ФГБОУ ВО «РЭУ имени Г.В. Плеханова», лаборатория Региональной политики и региональных инвестиционных процессов

¹⁻³ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова

² МГИМО МИД России, базовая кафедра «Международные аграрные рынки и внешнеэкономическая деятельность в агропромышленном комплексе», доц. по кафедре

¹ Географический факультет, НИЛ геоэкологии Севера, науч. сотр.,
канд. геогр. наук; e-mail: bad412@yandex.ru

² Экономический факультет, кафедра макроэкономической политики и стратегического управления, инж., канд. экон. наук; e-mail: pankratov_aleksey_ml@mail.ru

³ Географический факультет, кафедра экономической и социальной географии России,
проф., д-р геогр. наук; e-mail: vbaburin@yandex.ru

⁴ Лаборант-исследователь; e-mail: rbobrovskiy@yandex.ru

Данное исследование посвящено разработке подхода к классификации отраслей экономики по степени их потенциальной техногенной опасности для населения. В статье приведен краткий анализ истории формирования законодательства Российской Федерации в сфере техногенной безопасности, произведен обзор действующих нормативных правовых документов. Проанализированы существующие классификации опасных производственных объектов экономики на основании отечественных и зарубежных исследований, дано обоснование и осуществлена классификация отраслей и видов экономической деятельности по степени их потенциальной опасности. К отраслям наивысшего класса опасности отнесены добыча угля, производство кокса и нефтепродуктов, химических веществ и химических продуктов, резиновых и пластмассовых изделий, металлургическое производство, обеспечение электрической энергией, газом и паром, кондиционирование воздуха. Среди отраслей среднего класса опасности выделены добыча нефти и природного газа, металлических руд, производство пищевых продуктов, напитков, табачных изделий, бумаги и бумажных изделий, лекарственных средств и материалов, применяемых в медицинских целях, производство прочей неметаллической минеральной продукции, некоторые подотрасли машиностроения, водоснабжения и водоотведения, транспорта, научных исследований и др. Апробация предлагаемого подхода на примере Москвы показала, что на территории города функционируют 635 предприятий, имеющих вид экономической деятельности, отнесенный к среднему или высокому классу опасности, на них работает около 241 тыс. человек (по состоянию на 2020 г.), причем основная часть (более 90%) – на предприятиях, относящихся к средне опасным отраслям. Применение данных сотовых операторов позволило установить, что в ареалах потенциальной техногенной опасности ежедневно сосредоточено до четверти населения Москвы, что существенно выше, чем указано в официальных документах. Повышенная концентрация населения в местах максимальной техногенной опасности является серьезной проблемой с точки зрения необходимости обеспечения безопасности граждан, проведения спасательных и эвакуационных мероприятий в случае возникновения чрезвычайных ситуаций.

Ключевые слова: потенциально опасная отрасль, безопасность жизнедеятельности, безопасность экономической деятельности, техногенная опасность, уязвимость, риск, Москва

DOI: 10.55959/MSU0579-9414.5.78.3.1

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время проблематика оценки влияния опасного воздействия производственных объектов

на состояние природной среды и жизнедеятельность человека приобретает особую актуальность [Битюкова, 2019]. В современных условиях все более

усиливаются тенденции к повышению безопасности и экологичности экономической деятельности, связанные со снижением производственной нагрузки на окружающую среду, обеспечением комфортных и безопасных условий труда и проживания населения [Бобылев, Порфирьев, 2019].

Значимость рассматриваемой проблематики особенно проявляется в контексте современных российских экономико-экологических реалий [Бабурин, Горячко, 2009]. Основу российской индустриальной системы вплоть до настоящего времени во многом составляют крупные объекты индустриальной инфраструктуры, построенные еще в советский период, размещение которых в большинстве случаев было приурочено к городам – центрам сосредоточения трудовых ресурсов. Данное обстоятельство в настоящее время определяет значительную долю существующих экологических проблем большинства российских городов, некоторые из которых, такие как, например, Норильск, Новокузнецк, Череповец, Липецк, Магнитогорск, Красноярск, Челябинск, Омск, Нижний Тагил и др. характеризуются негативным состоянием природной среды – в первую очередь, высоким уровнем загрязнения атмосферы от стационарных источников [Государственный... Минприроды..., 2021]. При этом если неблагоприятный экологический фон для населения формируется при функционировании предприятий в штатном режиме, то при условии возникновения аварийной ситуации воздействие многократно возрастает и может принять масштаб техногенной катастрофы.

Несмотря на активную реализацию политики реновации промышленных зон в Москве, проблема техногенной опасности весьма характерна и для нее, так как на территории города и в настоящее время сосредоточено значительное количество потенциально опасных производственных объектов, таких как крупные тепловые электростанции, мусоросжигательные и нефтеперерабатывающие заводы (НПЗ), предприятия химической, металлургической и пищевой промышленности, производства строительных материалов и железобетонных изделий, научно-исследовательские организации, работающие с опасными веществами и микроорганизмами. При этом интегральный уровень риска в Москве определяется в первую очередь высокой уязвимостью населения, обусловленной повышенной концентрацией и мобильностью граждан [Бадина, Бабкин, 2021].

Фрагментированное исследование отдельных производственных объектов с точки зрения их потенциальной техногенной опасности не позволяет получить системного видения проблемы техногенного риска, поэтому, по мнению авторов, необходим переход к укрупненным категориям – отраслям и видам экономической деятельности, которые в

своей совокупности формируют общее негативное воздействие хозяйственной активности на безопасность жизнедеятельности населения. Разработка предлагаемого авторами научного подхода к классификации секторов и отраслей экономики по степени потенциальной опасности весьма значима с точки зрения практических аспектов управления процессами социально-экономического и пространственного планирования и развития в части администрирования и принятия эффективных управленческих решений, касающихся вопросов обеспечения безопасности жизнедеятельности населения.

На примере Москвы хорошо прослеживается тот факт, что информация о перечне потенциально опасных объектов конкретного города не всегда актуальна и однозначна. Во-первых, главным лимитирующим фактором является то, что часть информации просто засекречена (например, данные Государственного реестра опасных производственных объектов находятся в закрытом доступе, поэтому использовать их в исследовательских целях не представляется возможным). Согласно материалам государственной программы города Москвы «Безопасный город»¹, на ее территории расположено 117 потенциально опасных объектов, в том числе 17 радиационно-опасных, 40 химически опасных, 6 биологически (эпидемиологически) опасных, 54 взрывопожароопасных. При этом в других действующих документах, находящихся в открытом доступе, фигурируют несколько иные цифры: согласно действующему Генплану Москвы², среди объектов I–III классов санитарной опасности 210 объектов имеют ориентировочные санитарно-защитные зоны (далее – СЗЗ), 55 предприятий имеют расчетные границы СЗЗ, у 287 объектов границы СЗЗ утверждены и относятся к категории «установленные»³. Кроме того, в Генплане не предоставляется перечня предприятий по соответствующим классам опасности, не дается их значимых характеристик. Такой

¹ Постановление Правительства Москвы от 23 сентября 2011 г. № 443-ПП «Об утверждении государственной программы города Москвы “Безопасный город”» (в ред. постановлений Правительства Москвы 2012–2019 гг.).

² Обоснование выбранного варианта размещения объектов федерального, регионального значения города Москвы с оценкой их влияния на комплексное развитие территории города. Книга 1. 472 с.

³ Подробнее о дифференциации понятий «ориентировочная», «расчетная» и «установленная» СЗЗ см. п. 2.2 раздела II «Общие положения» Постановления Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 25 сентября 2007 г. № 74 «О введении в действие новой редакции санитарно-эпидемиологических правил и нормативов СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 „Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов“». URL: <https://docs.cntd.ru/document/902065388> (дата обращения 19.07.2022).

разброс значений, несомненно, требует уточнения и актуализации, поскольку наиболее динамично развивающиеся и трансформирующиеся отрасли промышленности Москвы (например, пищевая, предприятия которой используют аммиак в качестве хладагента в холодильных установках, химическая, в том числе фармацевтическая, парфюмерно-косметическая, производство бытовой химии и др.) вместе с тем являются и наиболее потенциально опасными. Кроме того, появление большого количества мелких производителей вне надзорного поля в жилых районах зачастую без организации необходимых санитарно-защитных зон, а также застройка санитарно-защитных зон давно функционирующих предприятий являются дополнительными факторами повышения опасности. Также, согласно действующему законодательству⁴, к потенциально опасным объектам относятся и те, которые не обязательно несут потенциальную угрозу, но при этом отличаются высокой уязвимостью – в них возможно одновременное пребывание более пяти тысяч человек, что дополнительно подчеркивает важность решения обозначенных проблем.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Для решения заявленной цели – формирования подхода к классификации секторов и отраслей экономики по степени их потенциальной техногенной опасности в рамках исследования были использованы разнообразные материалы и методы.

Разработка указанного подхода основывалась на комплексном анализе соответствующей нормативной и правовой документации и научной литературы с целью выявления ключевых факторов и критериев отнесения каждой из отраслей к соответствующему классу опасности. Для этого были рассмотрены исторические основы формирования экологического законодательства в Российской Федерации, проанализированы современные нормативные правовые документы в исследуемой сфере. Помимо этого, был произведен обзор современных отечественных и зарубежных исследований в области разработки подходов к классификации видов экономической деятельности по степени их потенциальной опасности.

В исследовании широко использовался метод классификаций и обобщений, основу которого составила аналитическая работа со структурой видов экономической деятельности в соответствии с общероссийским классификатором видов экономической деятельности (далее – ОКВЭД-2). Применяя экспертный, логический и сравнительный методы,

а также учитывая выявленные в рамках анализа литературных источников факторы и критерии потенциальной опасности отраслей, была произведена классификация видов экономической деятельности по рассматриваемому признаку, выделены отрасли с преобладанием производственных объектов среднего и высокого классов опасности.

В рамках исследования локализации опасных производственных объектов на территории города Москвы и их соотношения с реальной пространственной концентрацией московского населения применялись методы статистической обработки данных, а также геоинформационный и картографический методы. Для анализа статистической информации использовались данные системы корпоративной статистики о деятельности российских компаний «СПАРК-Интерфакс»⁵, а также большие данные – данные операторов сотовой связи. Данные сотовых операторов за счет своего высокого временного и пространственного разрешения предоставляют наиболее достоверную (по отношению к данным официальной статистики) информацию о численности наличного населения Москвы в заданных временных срезах и локациях, что особенно важно в исследованиях природного и техногенного риска. В работе были использованы обезличенные данные операторов сотовой связи о местах локализации абонентов за 2019 г., предоставленные Департаментом информационных технологий города Москвы. Исходные данные сотовых операторов представляют собой информацию о местонахождении абонентов в течение суток (с временной дробностью 30 мин) по условным ячейкам 500 × 500 м, полученные в результате измерения расположения мобильного телефона относительно трех станций сотовой связи. Методика анализа данных сотовых операторов для целей оценки пространственной уязвимости населения Москвы подробно изложена в предыдущих работах авторов (например, [Бадина и др., 2021]).

Предлагаемый авторами отраслевой подход, который, безусловно, не отрицает объектный, но осуществляется в более мелком масштабе, позволит подняться на более высокий уровень обобщения, не требующий длительных итеративных процедур в части отнесения того или иного производственного объекта к соответствующему классу опасно-

⁴ Закон города Москвы от 5 ноября 1997 г. № 46 «О защите населения и территорий города от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера».

⁵ «СПАРК-Интерфакс» – закрытая система профессионального анализа рынков и компаний Российской Федерации. Система содержит данные о более чем 12 млн российских компаний, систематизированных в соответствии с классификатором ОКВЭД-2. В системе для каждой отдельной компании за последние 5 лет приводится более 100 операционных показателей ее деятельности, в том числе выручка, чистая прибыль, рентабельность, количество занятых, объем основных фондов и другие показатели. URL: <https://spark-interfax.ru/> (дата обращения 29.10.2022).

сти, упростит и ускорит принятие управленческих решений. Это хорошо иллюстрируется конкретной задачей в сфере оценки техногенного риска для населения Москвы: в системе «СПАРК-Интерфакс», используемой авторами в качестве источника информации о предприятиях, функционирующих на территории города Москвы, для каждого предприятия дана информация о его отраслевой принадлежности в соответствии с классификатором ОКВЭД-2. Всего исходная база данных включает порядка 10 тыс. объектов, что крайне затрудняет возможность обработки каждой строки в ручном режиме.

Предлагаемый авторами подход позволит автоматизировать процедуру отнесения той или иной организации к определенному классу опасности в соответствии с ее отраслевой принадлежностью (кодом классификатора). Особенно актуальным это может быть в случае необходимости первичного анализа больших объемов данных (вплоть до сортировки по уровням техногенной опасности предприятий всей страны или группы стран).

Законодательная база и история ее развития.

Основным документом, регламентирующим подходы к классификации опасных производственных объектов, является Федеральный закон «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» (далее 116-ФЗ)⁶. Совместно с этим законом действуют санитарные правила и нормы (СанПиН) СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03⁷, в которых приводится классификация опасных производственных объектов.

Первые нормативно-правовые документы, содержащие и определяющие понятие опасного производственного объекта, появились в СССР в период 1920–1930-е гг. Они действовали главным образом в горнодобывающей промышленности и регламентировали ведение горных работ с точки зрения обеспечения необходимой безопасности для рабочих и местного населения. Затем последующие нормативно-правовые документы стали распространять свое действие на производственные объекты, технологические особенности которых предусматривали функционирование под высоким давлением и температурой, относящиеся к так называемым объектам «котлонадзора». С развитием газификации и трубопроводного транспорта стало

формироваться законодательство, регулирующее безопасность в данной области. По мере развития химической и нефтехимической промышленности сформировалась категория взрывоопасных и химически опасных производств. Для безопасности эксплуатации химических производств и исключения отравлений работающего персонала и химического загрязнения окружающей среды в 1970-е гг. был разработан ГОСТ 12.1.007-76⁸.

В соответствии с действующим законодательством вредные вещества по степени опасности подразделяются следующим образом: 1) чрезвычайно опасные; 2) высоко опасные; 3) умеренно опасные; 4) малоопасные. Класс опасности вредных веществ определяется воздействием на организм человека и живые организмы. Впоследствии представленная классификация нашла свое отражение в 116-ФЗ.

Отнесение производственных объектов к опасным осуществляется на основании идентификации, которая проводится собственником объекта или специализированной экспертной организацией. Правильность проведения идентификации производственных объектов проверяется Ростехнадзором перед внесением указанного объекта в Реестр опасных производственных объектов.

В таблице 1 авторами исследования на основании данных 116-ФЗ предложена систематизация критериев выделения опасных производственных объектов, которые определяют технологические и производственные особенности тех или иных отраслей материального производства. Указанные критерии послужили методологическим основанием для разработки классификации секторов и отраслей экономики по степени их потенциальной опасности. Опасные производственные объекты в зависимости от уровня потенциальной опасности аварий на них для жизненно важных интересов человека и общества подразделяются на четыре класса опасности: I – чрезвычайно высокой опасности; II – высокой опасности; III – средней опасности; IV – низкой опасности. Соотнесение критериев опасных производственных объектов и установленных классов опасности формирует матрицу дифференциации различных типов опасных производственных объектов.

Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 регламентируют критерии определения радиуса СЗЗ для промышленных объектов в зависимости от отраслевой принадлежности и класса опасности. СЗЗ – территории, для которых характерен наиболее высокий

⁶ Федеральный закон от 21 июля 1997 г. № 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов». URL: <https://base.garant.ru/11900785/> (дата обращения 19.07.2022).

⁷ Постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 25 сентября 2007 г. № 74 «О введении в действие новой редакции санитарно-эпидемиологических правил и нормативов СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 „Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов“». URL: <https://docs.cntd.ru/document/902065388> (дата обращения 19.07.2022).

⁸ Межгосударственный стандарт от 1 января 1977 г. «Классификация и общие требования безопасности / Occupational safety standards system. Noxious substances. Classification and general safety requirements». URL: <https://docs.cntd.ru/document/5200233> (дата обращения 19.07.2022).

уровень опасности для населения за счет максимальной близости к объектам, оказывающим негативное влияние на человека. Количественные критерии выделения СЗЗ: для промышленных объектов и производств I класса – 1000 м; II класса – 500 м; III класса – 300 м; IV класса – 100 м.

Таблица 1

Опасные производственные объекты и критерии их отнесения к определенным классам опасности

Тип опасного объекта	Дополнительный признак	Класс опасности
Объекты, где производятся, используются, перерабатываются, образуются, хранятся, транспортируются, уничтожаются опасные вещества (воспламеняющиеся, окисляющие, горючие, токсичные, высокотоксичные)	–	Исходя из количества опасных веществ, в соответствии с таблицами 1 и 2 Приложения к закону
Объекты по хранению/уничтожению химического оружия или объекты спецхимии	–	I – чрезвычайно высокая
Объекты бурения и добычи нефти, газа и газового конденсата	Опасные выбросом сернистого водорода объемом >6% объема продукции	II – высокая
	1–6%	III – средняя
	Остальные	IV – низкая
Газораспределительные станции, сети газораспределения и газопотребления	Предназначенные для транспортировки газа под давлением >1,2 МПа или сжиженного газа под давлением >1,6 МПа	II – высокая
	0,005–1,2 МПа или 0,005–1,6 МПа	III – средняя
Объекты, где используется оборудование, работающее под избыточным давлением >0,07 МПа: пара, газа; воды при температуре нагрева >115°C; иных жидкостей при температуре, превышающей температуру их кипения	>1,6 МПа или температурой рабочей среды > 250°C	III – средняя
	Остальные	IV – низкая
Объекты, где используются стационарные грузоподъемные механизмы	Подвесные канатные дороги	III – средняя
	Остальные	IV – низкая
Объекты, где получают, транспортируют, используют расплавы черных и цветных металлов, сплавы на их основе (металлургия)	Использующие оборудование, рассчитанное на >10 т расплава	II – высокая
	0,5–10 т	III – средняя
Объекты, где ведутся горные работы (кроме добычи общераспространенных полезных ископаемых и разработки россыпных месторождений, осуществляемых открытым способом без применения взрывных работ), работы по обогащению полезных ископаемых (угольная и горнорудная промышленность)	Шахты и иные объекты подземных горных работ, где могут произойти взрывы газа/пыли, выбросы породы/газа/пыли, горные удары, прорывы воды	I – чрезвычайно высокая
	Остальные объекты подземных горных работ или объекты открытых горных работ с объемом разработки >1 млн м³/год или объекты переработки угля/горючих сланцев	II – высокая
	Объекты открытых горных работ с объемом разработки 100 тыс. – 1 млн м³/год или объекты по обогащению полезных ископаемых	III – средняя
	Объекты открытых горных работ с объемом разработки <100 тыс. м³/год	IV – низкая
Объекты, где осуществляется хранение или переработка растительного сырья, способного самовозгораться или самостоятельно гореть после удаления источника зажигания	Элеваторы и объекты мукомольного, крупяного и комбикормового производства	III – средняя
	Остальные	IV – низкая

Источник: составлено авторами на основе данных 116-ФЗ.

Классификация видов экономической деятельности по классам профессионального риска утверждена Приказом Минтруда России от 30.12.2016 № 851н «Об утверждении Классификации видов экономической деятельности по классам профессионального риска» (Приказ Минтруда № 851н от 2016 г.). Чем выше класс профессионального риска вида экономической деятельности, тем больший размер страхового тарифа должна платить организация в Фонд социального страхования, соответственно, более высокий класс того или иного вида деятельности следует понимать как присутствие в нем более высокого профессионального риска.

Научные подходы к классификации отраслей и секторов экономики по степени их потенциальной опасности. Проведенный авторами исследования анализ научных подходов к классификации производственных объектов по степени потенциальной опасности показал, что все их можно разделить на несколько направлений: работы, акцентирующие внимание на опасности производств для окружающей природной среды (чаще всего, написанные экологами, ландшафтоведами и физико-географами [Дьяконов, Дончева, 2005; Говорушко, 2007; Сисина, 2012; Мун и др., 2012; Колесниченко и Спицына, 2015; Kirchsteiger, 1999; Krausmann et al., 2011; Porfiruyev, Tulupov, 2017]), и работы, фокусирующиеся на опасности производств для персонала и населения, проживающего в непосредственной близости (как правило, разработанные специалистами технического профиля [Шевчук, Соколов, 2015; Григорян, 2016; Енина, 2019; Булва, 2019; Гутарев, 2020; Пак, 2020; Shaluf et al., 2002; Glatron, Beck, 2008]). В большинстве работ из отраслей экономики рассматриваются только промышленное производство как наиболее опасный вид деятельности, в некоторых случаях рассматривается также сельское хозяйство. При разработке подходов к классификациям учитываются такие параметры, как вероятность присутствия людей в здании и их эвакуации, вероятность пожара в здании, землеемкость, ресурсоемкость, отходность отраслей, объемы выбросов в атмосферу опасных веществ, предельно допустимые концентрации вредных веществ (ПДК), классы токсичности веществ и др. В этой связи важна проработка нового географического направления – изучения специфики распределения населения в ареалах потенциально опасного воздействия в случае чрезвычайной ситуации (например, в границах СЗЗ).

Эмпирические исследования, содержащие классификации отраслей по степени опасности. Классификация именно отраслей экономики по степени опасности нередко прослеживается в разного рода отчетах о чрезвычайных ситуациях. Так, МЧС России ежегодно публикует Государственный до-

клад [Государственный... МЧС России..., 2021], на основе которого можно сформировать выводы об опасности отраслей.

Близким по смыслу к классификации отраслей экономики по степени опасности можно считать раздел отчета, рассматривающий потенциальную опасность в промышленности и энергетике. В нем, как правило, для основных отраслей промышленности перечислены число предприятий и иных объектов, а также чрезвычайные ситуации, которые случились за отчетный год, либо часто случаются на соответствующих предприятиях и объектах (табл. 2).

На основании таблицы можно отметить, что среди отраслей максимальная доля объектов I класса опасности характерна для объектов нефтеперерабатывающей и химической промышленности, II класса – нефтегазодобывающей промышленности, III класса – для объектов газораспределения и газопотребления. Тем не менее максимальное число аварий и случаев смертельного травматизма (в пересчете на число опасных производственных объектов) характерно для угольной промышленности.

В докладе Global assessment report on disaster risk reduction [UNDRR, 2019] рассматриваются ядерные, химические/промышленные угрозы и приводится статистика распределения особо опасных стационарных объектов в странах Европейского Союза: 28% – объекты нефтегазовой инфраструктуры и промышленности; 27% – химические объекты; 11% – объекты металлургического производства; 8% – объекты распределения и хранения, товаропроводящей инфраструктуры; 6% – взрывчатые вещества; 6% – электростанции.

Классификацию отраслей по степени потенциальной опасности для персонала предлагает Отдел по безопасности и здоровью труда Калифорнии (DOSH)⁹, являющийся аналогом федеральной Администрации по безопасности и здоровью труда (OSHA). OSHA рассчитывает специализированный удельный показатель, характеризующий количество травм и заболеваний на рабочем месте приведших к тому, что пострадавшие сотрудники остались вне работы, ограничили трудовую деятельность или перевелись на другую работу, поскольку не могли выполнять обычную работу в течение календарного года. На основе этого показателя OSHA ежегодно публикует перечни отраслей с наиболее высокими значениями показателя. Из отраслей промышленности ими обладают химическая промышленность, цветная металлургия и металлообрабатывающая промышленность, производство древесины, а также строительство и транспорт.

⁹ High Hazard Unit. URL: <https://www.dir.ca.gov/dosh/high-hazard-unit.html> (дата обращения 19.07.2022).

Таблица 2

Структура опасных производственных объектов (ОПО) различных отраслей по классам опасности, число аварий и случаев смертельного травматизма за 2015–2020 гг.

Отрасль	Число ОПО	Доля ОПО классов опасности, %				Среднегодовое число аварий за 2015–2020 гг.		Среднегодовое количество случаев смертельного травматизма за 2015–2020 гг.	
		I	II	III	IV	кол-во	к числу ОПО	кол-во	к числу ОПО
Угольная промышленность	491 (93 шахты, 309 разрезов, 89 объектов обогащения)					5	0,0095	24	0,0479
Горнорудная и нерудная промышленность	2472 (карьеры, обогагательные фабрики, рудники и др.)	3				4	0,0018	41	0,0167
Металлургическая и коксохимическая промышленность	1446	1				2	0,0017	10	0,0070
Производство, хранение и применение взрывчатых материалов промышленного назначения и средств инициирования	816	6				2	0,0018	3	0,0034
Химическая промышленность	5634	3	8	64	25	7	0,0012	4	0,0007
Оборонно-промышленный комплекс						4		5	
Нефтегазодобывающая промышленность	8019	7	14	56	23	11	0,0014	11	0,0014
Нефтехимическая и нефтегазоперерабатывающая промышленность, нефтепродуктообеспечение	4140	9	9	78	4	16	0,0038	7	0,0017
Магистральный трубопроводный транспорт и подземное хранение газа	3225 (протяженность – 264 226 км)					8	0,0025	2	0,0007
Газораспределение и газопотребление	61270	0	2	95	3	26	0,0004	3	0,0000
Энергетика (далее: ЭС – электростанция)	ТЭС – 549; АЭС – 11 (с 38 энергоблоками); газотурбинные (газопоршневые) ЭС – 381; малые (технологические) ЭС – 20 467; ГЭС – 159; котельные – 87080; электроподстанции – 909744; теплосети – 197 580 км; ЛЭП – 4 909 327 км					47		30	

Источник: составлено авторами по данным ежегодных государственных докладов МЧС России «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации» за 2015–2021 гг.

В исследовании [Lees, 2012] на примере Великобритании приводятся такие рассчитанные для отраслей показатели, как ежегодный риск (вероятность смерти в 10^5 лет) и норма несчастных случаев со смертельным исходом (вероятность смерти в

первые 10^8 часов воздействия). Исходя из приведенных данных, можно сделать вывод, что наибольшей опасностью характеризуются морское рыболовство, добыча нефти, газа и угля, деятельность железнодорожного транспорта, строительство (табл. 3).

Таблица 3

Ежегодный риск и норма несчастных случаев со смертельным исходом в различных отраслях и видах занятости в Великобритании

Отрасль или вид занятости	Ежегодный риск		Норма несчастных случаев со смертельным исходом	
	1974–1978	1987–1990	1974–1978	1987–1990
Глубоководная добыча рыбы	280	84	140	42
Морская добыча нефти и газа	165	125	82	62
Добыча угля	21	14,5	10,5	7,3
Железнодорожный транспорт	18	9,6	9	4,8
Строительство	15	10	7,5	5
Сельское хозяйство	11	7,4	5,5	3,7
Химическая и сопутствующая промышленность	8,5	2,4	4,3	1,2
Вся обрабатывающая промышленность	—	2,3	—	1,2
Производство транспортных средств	1,5	1,2	0,75	0,6
Производство одежды	0,5	0,09	0,25	0,05

Источник: составлено авторами по данным [Lees, 2012].

Исходя из проанализированных нормативных и правовых документов, научных исследований опасности объектов различных отраслей, которые составили основу представленной авторами в данном исследовании классификации, отрасли экономики по мере уменьшения степени потенциальной опасности располагаются в следующем порядке: угольная, нефтегазовая, химическая, металлургическая, прочие отрасли. Исходя из проанализированной литературы, техногенную опасность следует понимать как характеристику отрасли или отдельного предприятия, отражающую величину негативных последствий неблагоприятного для жизни и здоровья людей (персонала или местного населения) и/или окружающей природной среды явления, с учетом вероятности возникновения этого явления.

На основании 116-ФЗ и СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 авторами исследования была проведена классификация производственных объектов всех отраслей экономики по классам опасности с соответствующим радиусом СЗЗ, затем были оставлены лишь отрасли, представленные в Москве. Если тот или иной вид экономической деятельности подразумевает эксплуатацию опасных производственных объектов того или иного класса опасности (с учетом среднего размера данного производственного объекта), то виду экономической деятельности присваивается соответствующий тип опасности. Типы опасности присваиваются укрупненным группировкам классификатора ОКВЭД-2 в случае, если в него входят более мелкие группировки различного класса опасности, присваиваются с использовани-

ем усредненных значений. Обобщенные результаты произведенной авторами исследования классификации для отраслей высокого и среднего классов опасности представлены в табл. 4.

Примером решения практических задач с использованием полученных результатов может быть оценка риска для наличного населения в ареалах воздействия потенциально опасных объектов. Оценку риска в данном случае целесообразно проводить с учетом реального пространственного распределения наличного населения, что в рамках исследования достигается за счет использования данных мобильных операторов. Применение этих данных позволяет получать наиболее достоверную картину о численности наличного населения в каждой «точке» городского пространства в заданный временной интервал.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В целях апробации предлагаемого подхода к классификации отраслей экономики по степени их потенциальной техногенной опасности для населения авторами была произведена классификация предприятий Москвы по степени потенциальной опасности в соответствии с их принадлежностью соответствующим видам экономической деятельности. Источником данных послужила выборка предприятий с ключевыми экономическими показателями компаний, сформированная в системе «СПАРК-Интерфакс». Из данной выборки были отобраны предприятия, относящиеся к видам деятельности среднего и высокого классов опасности.

Таблица 4

Классификация секторов (разделы А, В, С, D и т.д.) и отраслей (виды деятельности с точностью до двух знаков) ОКВЭД-2 по классам опасности

Код и наименование сектора	Код отрасли	Наименование отрасли	Класс опасности	
			Средний (III класс)	Высокий (II и I классы)
В – добыча полезных ископаемых	05	Добыча угля		+
	06	Добыча нефти и природного газа	+	
	07	Добыча металлических руд	+	
С – обрабатывающие производства	10	Производство пищевых продуктов	+	
	11	Производство напитков	+	
	12	Производство табачных изделий	+	
	17	Производство бумаги и бумажных изделий	+	
	19	Производство кокса и нефтепродуктов		+
	20	Производство химических веществ и химических продуктов		+
	21	Производство лекарственных средств и материалов, применяемых в медицинских целях	+	
	22	Производство резиновых и пластмассовых изделий		+
	23	Производство прочей неметаллической минеральной продукции	+	
	24	Производство металлургическое		+
	25	Производство готовых металлических изделий, кроме машин и оборудования	+	
	27	Производство электрического оборудования	+	
	28	Производство машин и оборудования, не включенных в другие группировки	+	
	30	Производство прочих транспортных средств и оборудования	+	
D – обеспечение электрической энергией, газом и паром; кондиционирование воздуха	35	Обеспечение электрической энергией, газом и паром; кондиционирование воздуха		+
Е – водоснабжение; водоотведение, организация сбора и утилизации отходов, деятельность по ликвидации загрязнений	36	Забор, очистка и распределение воды	+	
	37	Сбор и обработка сточных вод	+	
	38	Сбор, обработка и утилизация отходов; обработка вторичного сырья	+	
Н – транспортировка и хранение	49	Деятельность сухопутного и трубопроводного транспорта	+	
М – деятельность профессиональная, научная и техническая	72	Научные исследования и разработки	+	

Источник: составлено авторами.

Поскольку в Москве много предприятий, не ведущих производственную деятельность непосредственно в ее пределах, а лишь зарегистрированных или имеющих здесь офис, для каждой компании авторами исследования был уточнен адрес производства в Москве, соответственно были исключены компании, не имеющие фактического производства в городе. В суммарную выборку предприятий, ра-

ботающих на территории Москвы и имеющих вид деятельности, отнесенный к среднему или высокому классу опасности¹⁰, было включено 635 предприятий.

¹⁰ Постановление Правительства Москвы от 23 сентября 2011 г. № 443-ПП «Об утверждении государственной программы города Москвы “Безопасный город”» (в ред. постановлений Правительства Москвы 2012–2019 гг.).

Пространственная локализация данных предприятий была отображена авторами на ГИС-основе с СЗЗ из Генплана города Москвы, которая в свою очередь была наложена на картографическую основу OpenStreetMap. При подробном рассмотрении карты с двумя наложенными друг на друга слоями определялись предприятия и объекты в пределах СЗЗ. Затем для восполнения отсутствующих в некоторых случаях данных (численность занятых, некоторые финансовые показатели и др.) были внесены необходимые дополнения с использованием информационных ресурсов официальных сайтов компаний. После этого предприятия были классифицированы по степени опасности в зависимости от отраслевой принадлежности. При этом из выборки не были исключены объекты, выявленные в пределах СЗЗ, но не являющиеся самостоятельными юридическими лицами (таких в выборке оказалось 137). В соответствии со своей отраслевой принадлежностью они также были классифицированы по степени потенциальной опасности: высокая (электростанции/тепловые станции/котельные, нефтебазы, полигоны твердых бытовых отходов/свалки, станции аэрации), средняя (заводы железобетонных изделий/асфальтобетонные заводы, очистные сооружения/канализационные станции/склады), низкая (водопроводные станции, деревообрабатывающие и ремонтные предприятия, автобазы/автостоянки, организации с содержанием животных).

Как видно из таблицы 5, на предприятиях города Москвы, относящихся к средне- и высокоопасным видам деятельности, работают около 231 тыс. человек (по состоянию на 2020 г., или 3,3% от общего количества занятых в экономике Москвы), причем основная часть (более 90%) – на предприятиях, относящихся к среднеопасным отраслям. Совокупная валовая прибыль данных предприятий в 2020 г. составила около 346 млрд руб. (соотношение между средне- и высокоопасными предприятиями примерно такое же – 86% валовой прибыли приходится на предприятия средней опасности). Стоимость основных фондов – около 1,6 трлн руб., причем основная

часть приходится на предприятия высокоопасных отраслей (главным образом, за счет высокой стоимости фондов московских электростанций и НПЗ). Сопоставить эти финансовые показатели с общемо-сковскими на данном этапе не представляется возможным, поскольку для этого требуется проверка всех компаний, зарегистрированных в Москве на предмет ведения производственной деятельности на территории города. В зависимости от отраслевой принадлежности каждому предприятию авторами присвоен соответствующий оценочный радиус СЗЗ.

Расположение рассматриваемых предприятий отображено на карте (рис.). Несмотря на то что к настоящему времени уже много московских промышленных предприятий закрыто или выведено за пределы Москвы в Московскую область и другие регионы России, основные опасные предприятия располагаются по-прежнему в пределах двух колец московских промзон: вдоль малого кольца Московской железной дороги (МКЖД), с наибольшей концентрацией в восточной и юго-восточной частях, и в отдельных промзонах, примыкающих к Московской кольцевой автомобильной дороге (МКАДу).

При наложении предприятий, вид деятельности которых относится к среднему или высокому классам опасности, на СЗЗ (установленные, расчетные и ориентировочные), выделенные в Генплане Москвы, установлено, что высокая концентрация предприятий по сравнению с СЗЗ характерна для восточной и северной частей пояса промзон, примыкающего к МКЖД, а также в западной, северной и южной промзонах, примыкающих к МКАДу. В некоторых промзонах (главным образом, в южной и юго-восточной частях промзоны, примыкающей к МКЖД) хорошо видно, что значительные площади СЗЗ не заняты крупными опасными предприятиями, это является отражением процесса, когда промышленные предприятия ликвидируются и сносятся, либо меняют свой вид деятельности на сдачу помещений в аренду, при этом СЗЗ этого предприятия документально еще не ликвидирована.

Таблица 5

Основные экономические показатели предприятий Москвы, имеющих вид деятельности, отнесенный к среднему или высокому классу опасности

Класс опасности	Среднесписочная численность работников, тыс. чел.	Стоимость основных фондов, млрд руб.	Валовая прибыль, млрд руб.
Высокий	21,9	876,2	47,1
Средний	209,5	700,1	298,8
<i>Итого</i>	<i>231,4</i>	<i>1576,3</i>	<i>345,9</i>

Источник: составлено авторами по данным СПАРК и сайтов компаний.

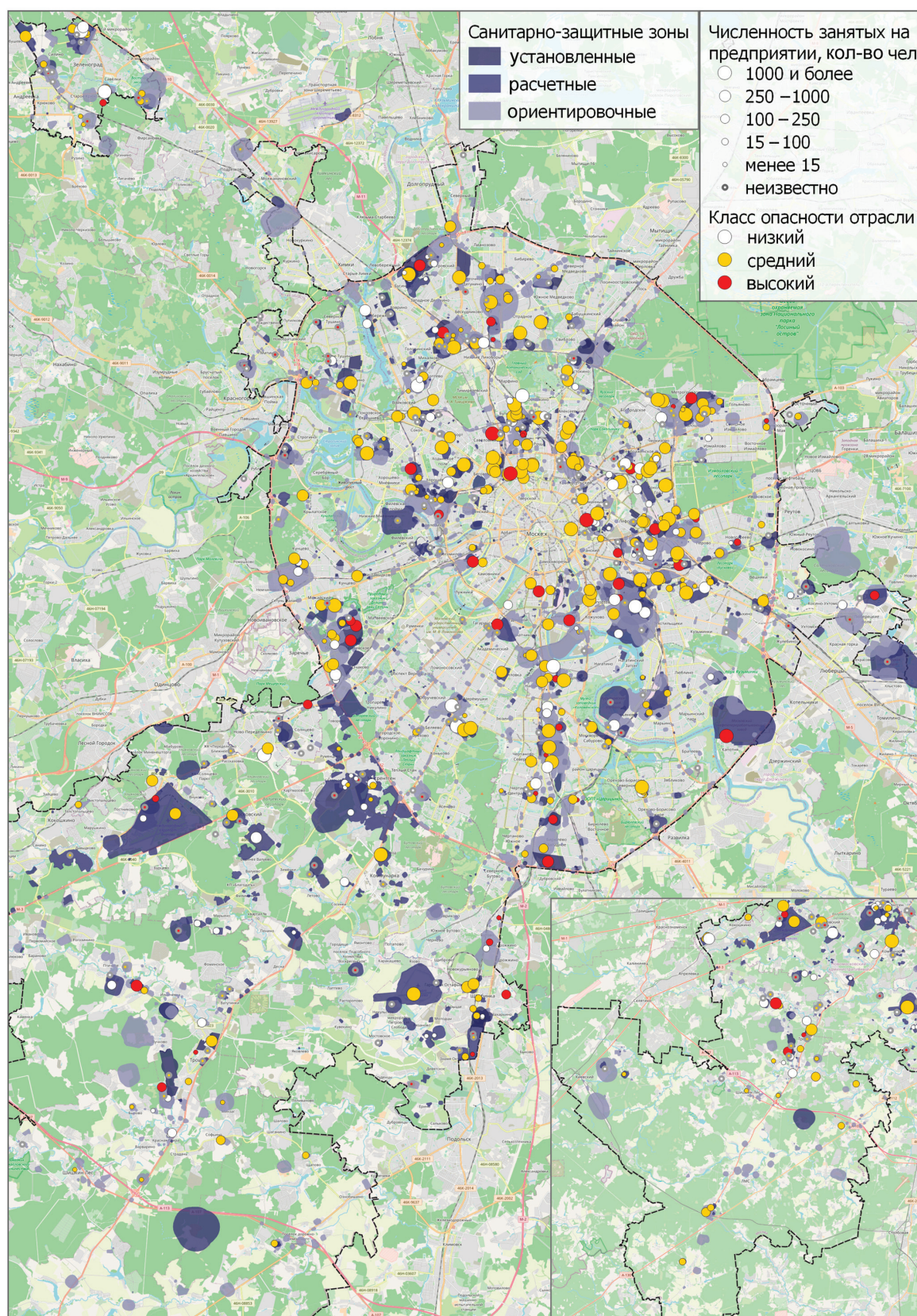


Рис. Предприятия г. Москвы, имеющие вид деятельности, отнесенный к среднему и высокому классам опасности и ССЗ в Генплане Москвы.

Источник: составлено авторами по данным СПАРК и сайтов компаний, Генплана г. Москвы

Fig. Moscow enterprises with medium and highly hazardous business activities and sanitary protection zones on the General Plan of Moscow.

Source: compiled by the authors based on the SPARK data, company websites and the General Plan of Moscow

С применением данных сотовых операторов было установлено, что фактическое количество населения, ежедневно присутствующее в границах СЗЗ, существенно превышает цифру, которая фигурирует в официальных документах [Badina et al., 2022]. Первичный анализ суточного распределения населения Москвы по СЗЗ¹¹ показал, что минимальное значение количества населения, сосредоточиваемого во всех СЗЗ (в ночное время), составляет 1590 тыс. человек (около 14,5% населения Москвы), а максимальное (в дневное время) – 2940 тыс. человек, что составляет почти 24% населения Москвы в это время. При этом по данным «Института Генплана Москвы» в пределах СЗЗ постоянно проживает лишь 93,2 тыс. человек, что несопоставимо меньше полученных авторами исследования значений. Столь существенное расхождение является следствием активной мобильности городского населения в суточных, недельных и сезонных циклах, расположения крупных офисных центров, новых жилищных комплексов, крупных транспортно-пересадочных узлов и проч. в ареалах потенциального техногенного воздействия опасных предприятий. Такая повышенная фактическая плотность населения по сравнению с официальными источниками может существенным образом затруднить эвакуационные мероприятия, вызвать нехватку сил и средств в случае возникновения крупной техногенной чрезвычайной ситуации, поэтому столь важно продолжение научного поиска в данном направлении.

ВЫВОДЫ

В современных российских и зарубежных исследованиях практически не встречаются методологические подходы к классификациям отраслей экономики по степени опасности. Основной фокус в них сосредотачивается на классификации предприятий – опасных производственных объектов, хотя необходимость решения конкретных прагма-

¹¹ Обоснование выбранного варианта размещения объектов федерального, регионального значения города Москвы с оценкой их влияния на комплексное развитие территории города. Книга 1. 472 с.

тических задач в ряде случаев требует более укрупненного отраслевого подхода.

На основании проведенного анализа и сопоставления разнообразных подходов к исследованию техногенной опасности различных предприятий и видов экономической деятельности предложена классификация отраслей экономики по заявленному критерию. К отраслям наивысшего класса опасности отнесены добыча угля; производство кокса и нефтепродуктов; химических веществ и химических продуктов; резиновых и пластмассовых изделий; металлургическое производство; обеспечение электрической энергией, газом и паром, кондиционирование воздуха. Среди отраслей среднего класса опасности выделены добыча нефти и природного газа, металлических руд; производство пищевых продуктов, напитков, табачных изделий; производство бумаги и бумажных изделий; производство лекарственных средств и материалов, применяемых в медицинских целях; производство прочей неметаллической минеральной продукции; некоторые подотрасли машиностроения, водоснабжения и водоотведения, транспорта, научных исследований и др.

Пример Москвы продемонстрировал, что, во-первых, официальные документы не дают полной и актуальной картины потенциально опасных предприятий города, во-вторых, что наиболее значимо, корректного представления о численности населения, ежедневно находящегося в границах санитарно-защитных зон потенциально опасных предприятий. Исследование показало, что на территории Москвы функционируют 635 предприятий, имеющих вид экономической деятельности, отнесенный к среднему или высокому классу опасности, на которых работает около 241 тыс. человек (по состоянию на 2020 г.), причем основная часть (более 90%) – на предприятиях, относящихся к среднеопасным отраслям. При этом, наряду с сотрудниками, в ареалах потенциальной техногенной опасности ежедневно сосредоточено до четверти населения столицы, что может быть серьезной проблемой с точки зрения необходимости обеспечения безопасности граждан, проведения эвакуационных мероприятий в случае возникновения чрезвычайных ситуаций.

Благодарности. Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и Правительства Москвы в рамках научного проекта № 21-35-70004.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Бабурин В.Л., Горячко М.Д. Стратегическое управление региональным развитием: экономико-географический подход // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. Геогр. 2009. № 5. С. 53–58.

Бадина С.В., Бабкин Р.А. Оценка уязвимости наличного населения Москвы к природным и техногенным опасностям // ИнтерКарто. ИнтерГИС. 2021. Т. 27. № 4. С. 184–201.

- Бадина С.В., Бабкин Р.А., Березняцкий А.Н. Перспективы применения данных сотовых операторов в исследованиях природного и техногенного риска // *Федерализм*. 2021. Т. 26. № 4. С. 111–126.
- Битюкова В.Р. Человек в мегаполисе. Рецензия на книгу «Человек в мегаполисе: опыт междисциплинарного исследования» // *Демографическое обозрение*. 2019. Т. 6. № 1. С. 217–222.
- Бобылев С.Н., Порфирьев Б.Н. В поисках новой экономики // *Вестн. Моск. ун-та. Сер. 6. Экономика*. 2019. № 4. С. 3–7.
- Булва А.Д. Методика определения ранга организаций для дифференцированного планирования мероприятий гражданской обороны // *Технологии гражданской безопасности*. 2019. Т. 16. № 2(60). С. 70–78.
- Говорушко С.М. Промышленные отходы: проблемы хранения и использования // *Экология урбанизированных территорий*. 2007. № 4. С. 80–84.
- Государственный доклад «О состоянии защиты населения и территорий Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в 2020 году». М.: МЧС России. ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ). 2021. 264 с.
- Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2020 году». М.: Минприроды России; МГУ имени М.В. Ломоносова, 2021. 1000 с.
- Григорян Е.С. Иерархическая модель факторов стратегической устойчивости промышленных предприятий // *Азимут научных исследований: экономика и управление*. 2016. Т. 5. № 3(16). С. 103–106.
- Гутарев С.В. Некоторые подходы к классификации и разработке паспортов безопасности потенциально опасных объектов // *Технологии гражданской безопасности*. 2020. Т. 17. № 3(65). С. 48–52.
- Дьяконов К.Н., Дончева Л.В. Экологическое проектирование и экспертиза. М.: Аспект Пресс. 2005. 384 с.
- Енина Е.П. Методология оценки системы мероприятий по предупреждению чрезвычайных ситуаций на предприятиях машиностроения // *Технологии гражданской безопасности*. 2019. Т. 16. № 3(61). С. 54–60.
- Колесниченко Е.А., Спицына Е.В. Факторы экономической безопасности: региональный уровень анализа // *Лесотехнический журнал*. 2015. Т. 5. № 3(19). С. 273–282.
- Мун С.А., Ларин С.А., Браиловский В.В. и др. Сравнительный анализ экологической опасности базовых отраслей промышленности Кемеровской и Донецкой областей // *Экология человека*. 2011. № 12. С. 14–20.
- Пак А.В. Оценка влияния класса опасности опасных производственных объектов на величину индивидуального риска статистическими методами // *Неделя науки СПбПУ*. 2020. С. 269–272.
- Сисина Н. Теоретические основы анализа природоохранной деятельности предприятий // *РИСК: Ресурсы, информация, снабжение, конкуренция*. 2012. № 1. С. 611–616.
- Шевчук Л.М., Соколов С.М. Обоснование классификации опасности промышленных предприятий и размеров санитарно-защитных зон // *Белорусский гос. мед. ун-т. Вып. 5*. Минск: РНМБ, 2015. С. 223–225.
- Badina S., Babkin R., Bereznyatsky A., Bobrovskiy R. Spatial aspects of urban population vulnerability to natural and man-made hazards, *City and Environment Interactions*, 2022, vol. 15, 100082.
- Glatron S., Beck E. Evaluation of socio-spatial vulnerability of city dwellers and analysis of risk perception: industrial and seismic risks in Mulhouse, *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 2008, vol. 8, no. 5, p. 1029–1040.
- Kirchsteiger Ch. Trends in accidents, disasters and risk sources in Europe, *Journal of loss prevention in the process industries*, 1999, vol. 12.1, p. 7–17.
- Krausmann E., Cozzani V., Salzano E., Renni E. Industrial accidents triggered by natural hazards: an emerging risk issue, *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 2011, vol. 11, p. 921–929.
- Lees F. Lees' Loss prevention in the process industries: Hazard identification, assessment and control. Butterworth-Heinemann, 2012, 3708 p.
- Porfiriev B.N., Tulupov A.S. Environmental hazard assessment and forecast of economic damage from industrial accidents, *Studies on Russian Economic Development*, 2017, vol. 28, no. 6, p. 600–607.
- Shaluf I.M., Ahmadun F., Mat Said A., Mustapha S., Sharif R. Technological man-made disaster precondition phase model for major accidents, *Disaster Prevention and Management*, 2002, vol. 11, no. 5, p. 380–388.
- UNDRR. Global assessment report on disaster risk reduction, 2019, 425 p.

Поступила в редакцию 29.08.2022

После доработки 15.11.2022

Принята к публикации 01.12.2022

CLASSIFICATION OF ECONOMIC SECTORS ACCORDING TO THE DEGREE OF THEIR TECHNOGENIC DANGER

S.V. Badina¹, A.A. Pankratov², V.L. Baburin³, R.O. Bobrovskiy⁴

^{1,4} *Plekhanov Russian University of Economics, Laboratory of Regional Policy and Regional Investment Processes*
¹⁻³ *Lomonosov Moscow State University*

¹ *Senior Scientific Researcher; Moscow State University, Faculty of Geography, Laboratory of Geoecology of the North, Scientific Researcher, Ph.D. in Geography; e-mail: bad412@yandex.ru*

² *Faculty of Economics, Department of Macroeconomic Policy and Strategic Management, Engineer, Ph.D. in Economics; e-mail: pankratov_aleksey_ml@mail.ru*

³ *Faculty of Geography, Department of Economic and Social Geography of Russia, D.Sc. in Geography, Professor; e-mail: vbaburin@yandex.ru*

⁴ *Research Assistant; e-mail: rbobrovskiy@yandex.ru*

The study develops an approach to the classification of economy sectors according to the degree of their potential technogenic danger to the population. The article provides a brief analysis of the history of the RF legislation in the field of industrial safety, and a review of current regulatory legal documents. The existing classifications of hazardous facilities were analyzed based on domestic and foreign studies. Industries and types of economic activity were classified according to the degree of their potential danger. The sectors with the highest hazard class include coal mining; production of coke and oil products; chemical products; rubber and plastic products; metallurgical production; provision of electricity, gas and steam; air conditioning. The sectors with the middle class of danger are the extraction of oil and natural gas, metal ores; production of foodstuff, drinks, tobacco products; production of paper; production of medicines and materials used for medical purposes; production of other non-metallic mineral products; sub-sectors of mechanical engineering, water supply and sanitation, transport, scientific research, etc. The proposed approach was tested in Moscow and it became clear that there are 635 enterprises operating in the city that have a type of economic activity classified as medium or high hazard class, they employ about 241 thousand people (as in 2020), and most of them (more than 90%) work at enterprises belonging to medium-hazardous industries. According to mobile operators' data it was found out that up to a quarter of the Moscow population is daily concentrated in the areas of potential technogenic danger, which is significantly higher than indicated in official documents. Increased actual concentration of population in places of greatest danger is a serious problem from the point of view of ensuring the safety of citizens, and organizing rescue and evacuation measures in case of emergencies.

Keywords: potentially hazardous industry, life safety, economic activity safety, man-made hazard, vulnerability, risk, Moscow

Acknowledgements. The research was financially supported by the Russian Foundation for Basic Research and Moscow city Government (project 21-35-70004).

REFERENCES

- Baburin V.L., Gorjachko M.D. Strategicheskoe upravlenie regional'nym razvitiem: jekonomiko-geograficheskij podhod [Strategic management of regional development: economic and geographical approach], *Vestn. Mosk. Un-ta, Ser. 5, Geogr.*, 2009, no. 5, p. 53–58. (In Russian)
- Badina S., Babkin R., Berezhnitskiy A., Bobrovskiy R. Spatial aspects of urban population vulnerability to natural and man-made hazards, *City and Environment Interactions*, 2022, vol. 15, 100082.
- Badina S.V., Babkin R.A. Ocenka ujazvimosti nalichnogo naselenija Moskvy k prirodnyim i tehnogennym opasnostjam [Assessment of the vulnerability of the present population of Moscow to natural and man-made hazards], *InterKarto, InterGIS*, 2021, vol. 27, no. 4, p. 184–201. (In Russian)
- Badina S.V., Babkin R.A., Berezhnitskiy A.N. Perspektivy primeneniya dannyh sotovyh operatorov v issledovaniyah prirodnoho i tehnogennogo riska [Prospects of applying the data of mobile network carriers to study the natural and technogenic risk], *Federalizm*, 2021, vol. 26, no. 4, p. 111–126. (In Russian)
- Bitjukova V.R. Chelovek v megapolise. Recenzija na knigu "Chelovek v megapolise: opyt mezhdisciplinarnogo issledovaniya" [Man in the metropolis. Review of the book "Man in the metropolis: the experience of interdisciplinary research"], *Demograficheskoe obozrenie*, 2019, vol. 6, no. 1, p. 217–222. (In Russian)
- Bobylev S.N., Porfir'ev B.N. V poiskah novoj jekonomiki [Searching a new economy], *Vestn. Mosk. Un-ta, Ser. 6, Jekonomika*, 2019, no. 4, p. 3–7. (In Russian)
- Bulva A.D. Metodika opredelenija ranga organizacij dlja differencirovannogo planirovaniya meroprijatij grazhdanskoj oborony [Methodology for determining the rank of organizations for differentiated planning of civil defense activities], *Tehnologii grazhdanskoj bezopasnosti*, 2019, vol. 16, no. 2(60), p. 70–78. (In Russian)

- D'jakonov K.N., Doncheva L.V. *Jekologicheskoe proektirovanie i jekspertiza* [Environmental design and expertise], Moscow, Aspekt Press, 2005, 384 p. (In Russian)
- Enina E.P. Metodologija ocenki sistemy meroprijatij po preduprezhdeniju chrezvychajnyh situacij na predpriyatiyah mashinostroenija [Methodology for assessing the system of measures to prevent emergency situations at engineering enterprises], *Tehnologii grazhdanskoj bezopasnosti*, 2019, vol. 16, no. 3(61), p. 54–60. (In Russian)
- Glatron S., Beck E. Evaluation of socio-spatial vulnerability of citydwellers and analysis of risk perception: industrial and seismic risks in Mulhouse, *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 2008, vol. 8, no. 5, p. 1029–1040.
- Gosudarstvennyj doklad "O sostojanii i ob ohrane okruzhajushhej sredy Rossijskoj Federacii v 2020 godu" [State report "On the state and protection of the environment of the Russian Federation in 2020"], Moscow, Minprirody Rossii, Lomonosova MSU, 2021, 1000 p. (In Russian)
- Gosudarstvennyj doklad "O sostojanii zashhity naselenija i territorij Rossijskoj Federacii ot chrezvychajnyh situacij prirodnoho i tehnogennoho haraktera v 2020 godu" [State report "On the state of protection of the population and territories of the Russian Federation from natural and technogenic emergencies in 2020"], Moscow, MChS Rossii, FGBU VNII GOChS (FC), 2021, 264 p. (In Russian)
- Govorushko S.M. Promyshlennye othody: problemy hranenija i ispol'zovanija [Industrial waste: problems of storage and use], *Jekologija urbanizirovannyh territorij*, 2007, no. 4, p. 80–84. (In Russian)
- Grigorjan E.S. Ierarhicheskaja model' faktorov strategicheskoi ustojchivosti promyshlennyh predpriyatij [Hierarchical model of factors of the strategic stability of industrial enterprises], *Azimet nauchnyh issledovanij: jekonomika i upravlenie*, 2016, vol. 5, no. 3(16), p. 103–106. (In Russian)
- Gutarev S.V. Nekotorye podhody k klassifikacii i razrabotke pasportov bezopasnosti potencial'no opasnyh ob'ektov [Some approaches to the classification and development of safety data sheets for potentially hazardous objects], *Tehnologii grazhdanskoj bezopasnosti*, 2020, vol. 17, no. 3(65), p. 48–52. (In Russian)
- Kirchsteiger Ch. Trends in accidents, disasters and risk sources in Europe, *Journal of loss prevention in the process industries*, 1999, vol. 12.1, p. 7–17.
- Kolesnichenko E.A., Spicyna E.V. Faktory jekonomicheskoi bezopasnosti: regional'nyj uroven' analiza [Factors of economic security: regional level of analysis], *Lesotekhnicheskij zhurnal*, 2015, vol. 5, no. 3 (19), p. 273–282. (In Russian)
- Krausmann E., Cozzani V., Salzano E., Renni E. Industrial accidents triggered by natural hazards: an emerging risk issue, *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 2011, vol. 11, p. 921–929.
- Lees F. *Lees' Loss prevention in the process industries: Hazard identification, assessment and control*, Butterworth-Heinemann, 2012, 3708 p.
- Mun S.A., Larin S.A., Brailovskij V.V. et al. Sravnitel'nyj analiz jekologicheskoi opasnosti bazovyh otraslej promyshlennosti Kemerovskoj i Doneckoj oblastej [Comparative analysis of ecological danger of basic industries of the Kemerovo and Donetsk regions], *Jekologija cheloveka*, 2011, no. 12, p. 14–20. (In Russian)
- Pak A.V. Ocenka vlijanija klassa opasnosti opasnyh proizvodstvennyh ob'ektov na velichinu individual'nogo riska statisticheskimi metodami [Assessment of the influence of the hazard class of hazardous facilities on the magnitude of individual risk using the statistical methods], *Nedelja nauki SPbPU*, 2020, p. 269–272. (In Russian)
- Porfirjev B.N., Tulupov A.S. Environmental hazard assessment and forecast of economic damage from industrial accidents, *Studies on Russian Economic Development*, 2017, vol. 28, no. 6, p. 600–607.
- Shaluf I.M., Ahmadun F., Mat Said A., Mustapha S., Sharif R. Technological man-made disaster precondition phase model for major accidents, *Disaster Prevention and Management*, 2002, vol. 11, no. 5, p. 380–388.
- Shevchuk L.M., Sokolov S.M. [Specifying the hazard classification of industrial enterprises and the size of sanitary protection zones], *Belorusskij gosudarstvennyj medicinskij universitet, vyp. 5* [Byelorussian State Medical University, iss. 5], Minsk, RNMB, 2015, p. 223–225. (In Russian)
- Sisina N. Teoreticheskie osnovy analiza prirodoohrannojo dejatel'nosti predpriyatij [Theoretical foundations of the analysis of environmental activities of enterprises], *RISK: Resursy, informacija, snabzhenie, konkurencija*, 2012, no. 1, p. 611–616. (In Russian)
- UNDRR, Global assessment report on disaster risk reduction, 2019, 425 p.

Received 29.08.2022

Revised 15.11.2022

Accepted 01.12.2022