



Сравнительный анализ проблем с сантехникой и вентиляцией в Азии, Европе и США

Рецензия эксперта на статью получена
30.03.2026 [The expert review of the article
was received on March 3, 2026]

Махатма Ганди однажды сказал: «*Санитария важнее независимости*». Инженерные системы водоотведения и вентиляции являются фундаментальными компонентами, обеспечивающими санитарно-гигиеническую безопасность внутренней среды многоквартирных жилых и коммерческих зданий [1, 2]. Корректная работа этих систем предотвращает проникновение в помещения вредных веществ и патогенных микроорганизмов.

Нарушения герметичности трубопроводов или дисбаланс вентиляционных потоков создают предпосылки для миграции канализационных газов, состав которых включает сероводород, аммиак, метан, диоксид углерода, диоксид серы и оксиды азота. Данные соединения обладают токсикологическим потенциалом и при высоких концентрациях могут оказывать негативное воздействие на респираторную и нервную системы человека [3].

Помимо химических рисков, некорректная организация воздухообмена способствует аэрозольному распространению патогенных микроорганизмов, что повышает эпидемиологическую уязвимость зданий, особенно в условиях высокой плотности заселения [4].

Целью настоящего исследования является проведение сравнительного анализа нормативных систем и инженерных практик в различных регионах мира на основе унифицированных критериев: стандартизации, сертификации специалистов, контроля качества монтажных работ и механизмов государственного надзора. Методология работы базируется на эмпирических наблюдениях, документальном анализе нормативно-правовых актов и техническом обследовании инженерных систем.

Исправная канализация и вентиляция — основа санитарной безопасности зданий. Нарушение герметичности труб, неправильное соединение узлов канализационной системы, дисбаланс воздухообмена ведут к проникновению токсичных газов и аэрозольному распространению патогенов. Исследование сравнивает мировые нормы и практики контроля этих инженерных систем

УДК 628.1.3+697.9. Научная специальность: 2.1.4.

Сравнительный анализ проблем с сантехникой и вентиляцией в Азии, Европе и США

Алексей Александрович Волинский, доктор философии (PhD), профессор, кафедра инженерной механики, Университет Южной Флориды (г. Тампа, штат Флорида, США); **Татьяна Андреевна Марченко**, д.м.н., профессор, 4-й Научно-исследовательский центр совершенствования защитных мероприятий (4 НИЦ СЗМ), Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России (федеральный центр науки и высоких технологий) (г. Москва)

Статья представляет сравнительный анализ нормативных систем и практик монтажа сантехнических и вентиляционных систем в жилых и коммерческих зданиях на материале стран Азии, Европы и США. Исследование выявляет вариации в стандартизации, механизмах сертификации, процедурах контроля качества и институтах надзора. Анализируются технические особенности систем водоотведения и вентиляции, включая применение гидрозатворов, конфигурации напольных сливов, управление конденсатом и организацию воздухообмена.

Ключевые слова: водоотведение, вентиляция, гидрозатвор, строительные нормы, сравнительный анализ, сантехника, качество воздуха, нормативное регулирование.

UDC 628.1.3 + 697.9. Scientific specialty: 2.1.4.

Comparative Analysis of Plumbing and Ventilation Issues in Asia, Europe, and the USA

Alexei A. Volinsky, PhD, Professor, Department of Mechanical and Aerospace Engineering, University of South Florida (Tampa, FL, USA); **Tatiana An. Marchenko**, Doctor of Medical Sciences, Professor, 4th Research Center for Improving Protective Measures, All-Russian Research Institute for Civil Defense and Emergencies of the Ministry of Emergency Situations of Russia (Moscow)

This article presents a comparative analysis of regulatory frameworks and installation practices for plumbing and ventilation systems in residential and commercial buildings across Asia, Europe, and the USA. The study identifies variations in standardization, certification mechanisms, quality control procedures, and supervisory institutions. Technical characteristics of drainage and ventilation systems are analyzed, including the use of water traps, floor drain configurations, condensate management, and air exchange organization.

Key words: drainage, ventilation, water trap, building codes, comparative analysis, plumbing, indoor air quality, regulatory framework.



:: Фото 1. Соединения сливов раковин без надлежащего уплотнения в Китае: негерметичное соединение слива раковины с канализационной трубой и отсутствие гидрозатвора (а); канализационная труба раковины без надлежащей герметизации (б); пластиковый пакет с водой для предотвращения выхода канализационных газов из напольного слива без гидрозатвора в гостиничном номере в КНР (в)

Конкретные примеры реализации инженерных систем

Системы водоотведения в Китае, Таиланде и Камбодже

Анализ инженерных практик в странах Азии демонстрирует специфику реализации нормативных требований к системам водоотведения. В Китае основным регулирующим документом является национальный стандарт GB 50015–2019 “Code for Design of Building Water Supply and Drainage”. Формирование и обновление данных норм находится в компетенции Министерства жилищного и городского сельского развития КНР (Ministry of Housing and Urban-Rural Development, MOHURD) — центрального органа, отвечающего за разработку строительных стандартов, технических регламентов и политику в сфере качества городской застройки. При этом MOHURD ограничивается нормотворческой функцией и не осуществляет непосредственный контроль за соблюдением строительных норм на объектах, что формирует институциональный разрыв между разработкой требований и их практической реализацией. Однако, несмотря на наличие детализированной нормативной базы, полевые наблюдения выявляют случаи отклонения от требований, особенно в части герметизации соединений сантехнических приборов с канализационными стояками. На фото 1 задокументированы примеры соединений сливов раковин без надлежащего уплотнения, что создаёт техническую возможность для проникновения газов из системы канализации.

В Таиланде и Камбодже нормативное регулирование осуществляется в рамках более общих законодательных актов: Building Control Act [5] и Royal Kram No. NS/RKM/1119/019 [6], соответственно. Данные документы устанавливают базовые принципы безопасности строитель-

ства, однако степень детализации требований к конкретным узлам внутренних инженерных систем варьируется. В ряде случаев отсутствие жёсткой регламентации конструктивных решений для гидрозатворов приводит к упрощению монтажных схем. В качестве временных компенсаторных мер жильцами и персоналом зданий применяются локальные методы герметизации, такие как использование пакетов с водой для перекрытия сливов, фото 1в [7].

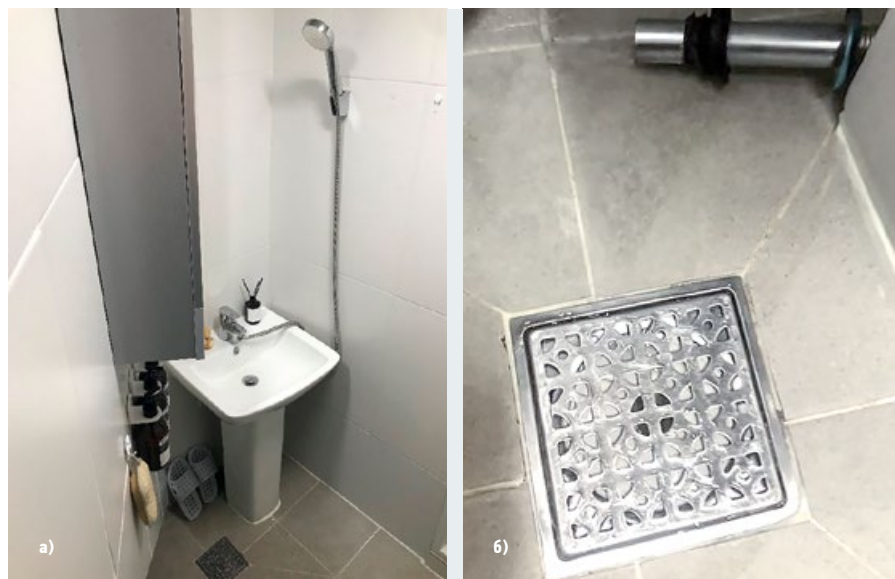
Конфигурация санитарных помещений в Южной Корее

В архитектурной практике Южной Кореи широко распространена концепция «мокрого помещения» (wet room), при которой ванная комната проектируется как единое гидроизолированное пространство с уклоном пола к центральному напольному сливу. В рамках данной конфигурации допускается прямой слив воды от

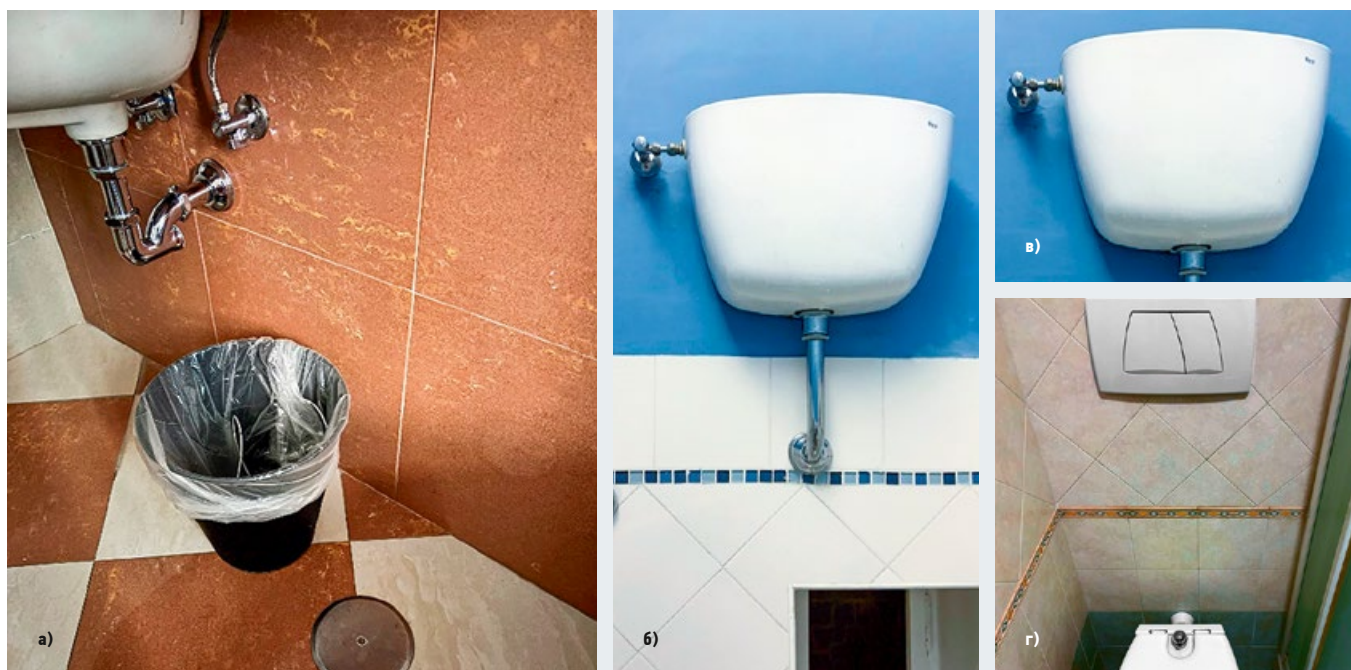
раковины и душа на пол, с последующим отведением через общий напольный слив, как показано на фото 2а.

Данное техническое решение не противоречит местным строительным нормам, которые не содержат императивного требования об обязательном подключении каждого сантехнического прибора к индивидуальному канализационному отводу [8]. Такая организация пространства обусловлена культурно-функциональными факторами, направленными на оптимизацию полезной площади в условиях высокой плотности городской застройки и упрощение процедур влажной уборки помещений.

В отличие от западных стандартов, предусматривающих строгое зонирование и индивидуальное подключение приборов, корейская модель представляет собой альтернативный инженерный подход, адаптированный к локальным условиям эксплуатации, фото 2б.



:: Фото 2. Раковина и душ в ванной комнате в Южной Корее: слив прямо на пол без отдельной канализационной трубы, что соответствует концепции «мокрой комнаты» (а); открытая сливная труба раковины, направленная на пол ванной комнаты (б)



❖ Фото 3. Типичная схема устройства ванной комнаты в отеле в Риме (Италия): правильно установленная раковина с герметичным напольным сливом (а); конденсация влаги на поверхности сливного бачка унитаза (б); увеличенный вид капель конденсата на бачке (в); скрытый бачок унитаза за стеной, вызывающий образование конденсата и плесени на поверхности стены (г)

Управление конденсатом в Италии

На фото 3а представлена типичная схема устройства ванной комнаты в городе Риме (Италия), где раковина подключена к отдельной сливной трубе в соответствии с действующими санитарными нормами, а ревизионное отверстие канализационной системы закрыто герметичной заглушкой. Такая конфигурация обеспечивает гигиеническую изоляцию и предотвращает поступление канализационного газа в помещение.

Однако в климатических условиях Италии, характеризующихся периодами высокой влажности, актуальным аспектом эксплуатации сантехнических систем является управление конденсацией влаги на поверхностях оборудования.

Конструктивной особенностью многих санузлов является высокое расположение смывных бачков унитазов. При отсутствии в нормативной базе жёстких требований по теплоизоляции данных ёмкостей, на их поверхности возникают условия для конденсации водяного пара из окружающего воздуха. Термодинамический анализ процессов теплообмена на границе раздела фаз подтверждает неизбежность образования конденсата при контакте тёплого влажного воздуха с холодной поверхностью резервуара, заполненного водопроводной водой [9, 10].

На фото 3б–г представлены примеры интенсивного конденсатообразования, которое может приводить к увлажнению строительных конструкций и развитию

плесневых грибков, требуя дополнительных мер по вентиляции помещений или теплоизоляции оборудования.

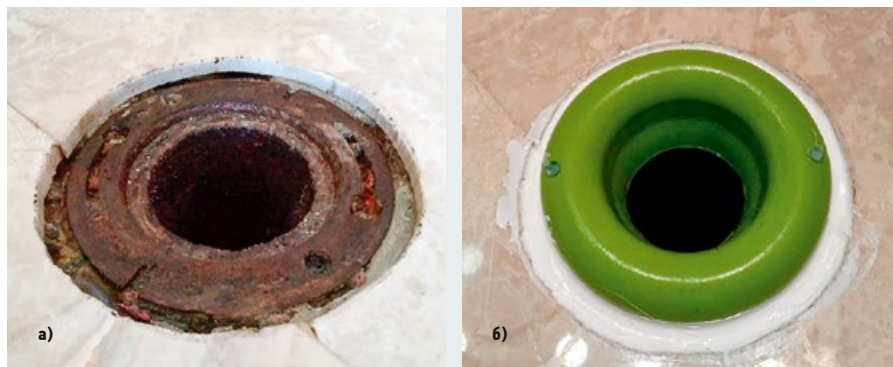
Эксплуатация напольных сливов в Польше

Нормативная база Республики Польша, включая постановление министра инфраструктуры §125 [11] и Строительный закон (Prawo budowlane) [12], содержит чёткие требования по оснащению всех санитарно-технических устройств сифонами (гидрозатворами) на фото 4а. Контроль за соблюдением данных норм возложен на административную инспекцию строительного надзора (Powiatowy Inspektorat Nadzoru Budowlanego) и Государственную санитарную инспекцию (Państwowa Inspekcja Sanitarna) [13].



❖ Фото 4. Сантехнические устройства в Польше: напольный слив в ванной комнате с правильно установленным гидрозатвором, предотвращающим выход канализационного газа (а); душевая комната в хостеле New World в Варшаве с отсутствующими вставками гидрозатвора и открытыми канализационными трубами (б); увеличенный фрагмент изображения (б), на котором чётко видно отсутствие вставки гидрозатвора (в)

Однако в процессе эксплуатации зданий, особенно в секторе временного размещения (хостелы), фиксируются случаи вмешательства в конструкцию напольных сливов. Как показано на фото 4б-в, удаление внутренних вставок сифонов (вероятно, для увеличения пропускной способности слива) приводит к нарушению герметичности системы и открытию прямого канала для поступления газов из канализации в жилые помещения. Данная практика классифицируется как нарушение эксплуатационного регламента и требует административного реагирования со стороны надзорных органов.



❖ Фото 5. Особенности монтажа сантехнических устройств в США: углублённый в результате укладки плитки во время ремонта фланец унитаза (а); увеличенное уплотнительное кольцо, используемое для герметизации унитаза над новым уровнем пола (б)

Модификации систем естественной вентиляции в России

Жилой фонд Российской Федерации, в значительной степени сформированный ещё в советский период, оснащён системами естественной вентиляции, рассчитанными на гравитационное побуждение тяги. Современная практика эксплуатации данных зданий характеризуется частыми индивидуальными модификациями вентиляционных каналов со стороны жильцов, в частности, установкой настенных электрических вентиляторов [14].

Действующие нормативные документы, такие как СП 60.13330.2020 [15] и ГОСТ 70824–2023 [16], регламентируют параметры воздухообмена, но не содержат специфических механизмов регулирования индивидуальных вмешательств в общедомовые системы. Установка механического побудителя в канал естественной вентиляции создаёт локальную зону повышенного давления, что может приводить к опрокидыванию тяги в соседних каналах и перетоку воздуха (включая запахи) между квартирами. Техническим решением, позволяющим минимизировать негативное влияние таких модифи-

каций, является установка пассивных обратных клапанов, предотвращающих обратный поток воздуха при выключенном вентиляторе. Следует подчеркнуть, что данная мера носит компенсационный характер и не относится к обязательным требованиям нормативных документов, а применяется как практический способ снижения риска перетока воздуха в условиях нарушенной конфигурации вентиляционного канала.

Системы принудительной вентиляции и особенности монтажа в США

В Соединённых Штатах Америки стандартом для жилого строительства является применение систем принудительной механической вентиляции, регламентируемых стандартом ASHRAE 62.2 [17]. Нормативная база также включает International Plumbing Code (IPC) [18], Uniform Plumbing Code (UPC), International Residential Code (IRC) [19] и International Energy Conservation Code (IECC) [20].

Принцип компартментализации и требования к герметичности ограждающих конструкций, проверяемые методом «аэродверей» (blower door test) [21, 22],

способствуют изоляции воздушных объёмов отдельных жилых единиц.

Тем не менее, в процессе реновации жилого фонда возникают специфические технические коллизии. Распространённой ситуацией при замене напольных покрытий является изменение уровня чистого пола относительно фланца унитаза. Если фланец оказывается ниже уровня нового покрытия, стандартное восковое уплотнение не обеспечивает требуемой герметичности. Для компенсации данного геометрического несоответствия применяются специализированные технические решения (фото 5): утолщённые уплотнительные кольца, удлинители фланцев или проставочные элементы, позволяющие восстановить герметичность соединения в соответствии с требованиями кодексов.

Сравнительный анализ нормативных систем

Проведённый анализ позволяет систематизировать подходы к регулированию инженерных систем в рассматриваемых странах. Данные сведены в табл. 1, которая демонстрирует вариативность моделей стандартизации и контроля.

❖ Сравнительный анализ систем стандартизации и контроля инженерных систем

табл. 1

Критерий	Китай	Таиланд / Камбоджа	Южная Корея	Италия	Польша	Россия	США
Стандартизация	GB 50015–2019, CJ/T 186–2018	Building Control Act / Royal Kram	KS (Korean Standards)	UNI Standards	Постановление 2002, Prawo budowlane	СП 60.13330, ГОСТ 70824	ASHRAE, IPC, UPC, IRC
Детализация требований	Высокая на уровне национальных стандартов	Базовые требования к безопасности	Гибкие рамки для проектных решений	Фокус на безопасности и гигиене	Конкретные технические условия	Детализированные нормы проектирования	Комплексная система кодексов
Механизмы сертификации	Квалификационные экзамены	Регистрация инженеров	Система лицензирования	Профессиональная аттестация	Строительные лицензии	Допуски СРО	Обязательное лицензирование подрядчиков
Институты надзора	MOHURD	Локальные административные органы	Министерство земли и транспорта	Муниципальные технические отделы	Powiatowy Inspektorat (PINB)	Госстройнадзор, Жилищная инспекция	Building Department
Практики контроля	Приёмка завершённых объектов	Выборочные инспекции	Контроль на этапах строительства	Проверка соответствия проекту	Многоуровневый надзор	Приёмка в эксплуатацию	Обязательные поэтапные инспекции
Калибровка стандарт/практика	Зазор в реализации скрытых работ	Вариативность в частном секторе	Соответствие локальным традициям	Климатическая адаптация норм	Зависимость от эксплуатационной дисциплины	Зазор в области индивидуальных модификаций	Высокое соответствие регламентам

Факторы, влияющие на реализацию стандартов

Эффективность функционирования инженерных систем определяется не только качеством нормативной базы, но и эксплуатационными факторами. Экономические условия диктуют стратегии строительства: например, практика сдачи жилья с черновой отделкой (shell and core) в ряде стран Азии перекладывает ответственность за финальный монтаж сантехники на собственников, что усложняет централизованный контроль качества. Архитектурные традиции, такие как «мокрые комнаты» в Корее, формируют специфические инженерные решения, которые могут отличаться от международных унифицированных подходов, но быть функционально обоснованными в локальном контексте.

Существенным фактором является культура эксплуатации и индивидуальной модернизации жилья. В России массовая установка принудительной вентиляции в каналы естественной тяги демонстрирует, как пользовательские модификации могут изменять проектную аэродинамику здания. В США строгая регламентация и институт инспекций минимизируют подобные вмешательства, однако проблемы возникают на стыке различных видов работ (укладка полов и сантехника) при реновации.

Экономические и экологические аспекты

Несоответствие инженерных систем стандартам влечёт за собой измеримые экономические и экологические последствия. Нарушение герметичности и конденсация приводят к повреждению строительных конструкций и необходимости дорогостоящих ремонтов, включая мероприятия по удалению плесени. Энергетическая эффективность зданий снижается при неконтролируемой инфильтрации воздуха или нарушении режимов вентиляции.

Кстати, с экологической точки зрения, утечки из канализационных систем являются источником эмиссии метана — парникового газа с высоким потенциалом глобального потепления, что подчёркивает важность герметичности систем не только для гигиены, но и для экологической устойчивости.

Выводы

Исследование демонстрирует, что эффективность систем водоотведения и вентиляции определяется комплексным взаимодействием четырёх факторов: качества стандартизации, уровня сертификации специалистов, строгости процедур кон-



•• Современный туалет в отеле в Китае

троля качества и действенности институциональных механизмов надзора. Сравнительный анализ выявил различные модели калибровки между формальными требованиями и практиками реализации в исследуемых регионах.

Технические решения, применяемые в различных странах, варьируются от строгой унификации до адаптации к местным культурным и климатическим осо-

бенностям. Оптимизация санитарно-технических систем требует согласованности нормативных рамок, профессиональной подготовки кадров, внедрения эффективных процедур верификации скрытых работ и развития институциональной инфраструктуры контроля на всех этапах жизненного цикла здания, от проектирования и строительства до эксплуатации и ремонта. •

1. The 9 foundations of a healthy building. Version 2. Healthy Buildings Program. Harvard T.H. Chan School of Public Health. Boston, MA, US. 2017.36 p.
2. Jinglin J. How human activities and ventilation systems impact indoor air composition and chemistry in buildings: Thesis. Purdue University (USA). 2024.
3. Zhang L., Qiu Y., Sharma K.R., Shi T., Song Y., Sun J., Liang Z., Yuan Z., Jiang F. Hydrogen sulfide control in sewer systems: A critical review of recent progress. *Water Research*. 2023. Vol. 240. No. 120046.
4. Qian H., Zheng X. Ventilation control for airborne transmission of human exhaled bio-aerosols in buildings. *Journal of Thoracic Disease (Influenza and Other Respiratory Viruses)*. 2018. Vol. 10. No. 19. Pp. 2295–2304.
5. Building Control Act, Buddhist Era (B.E.) 2522 (1979). Kingdom of Thailand.
6. Law on Construction. Royal Kram No. NS/RKM/1119/019. Kingdom of Cambodia. November 2, 2019.
7. Volinsky A.A. Why China stinks. Deficiencies in plumbing and ventilation systems in China. *International Journal of Civil Engineering and Technology*. 2020. Vol. 11. No. 7. Pp. 16–20.
8. Home life: Drains and sinks in Korea. Souf of Seoul of April 16, 2022. Web-source: blog.southofseoul.net. Access date: March 12, 2026.
9. Hu Y., Zhang Y., Wang J. Dynamic indices for evaluating indoor humidity and temperature in residential buildings. *Nature Scientific Reports*. 2023. Vol. 13. No. 11234.
10. Narkhede H., Dhamangaonkar P.R., Parashar K. CFD simulation for condensation of humid air over vertical plate in presence of non-condensable gas. In: *Recent Advances in Fluid Dynamics*. Proc. of the 2nd National and 1st International Conference on Advances in Fluid Flow and Thermal Sciences (ICAFFTS-2021; September 24–25, 2021; Surat, India). Springer. 2022. Pp. 425–439.
11. Regulation of the Minister of Infrastructure §125 on the technical conditions to be met by buildings and their location. Ministry of Infrastructure of the Republic of Poland. April 12, 2002.
12. New Building Law of September 19, 2020. Ministry of Economic Development and Technology of the Republic of Poland. 2020.
13. Construction Products Act of April 16, 2004 (as Amended). Main Office of Building Supervision of the Republic of Poland (GUNB).
14. Беляков И.А., Коврина О.Е. Совершенствование систем естественной вентиляции многоквартирных жилых зданий // *Инженерный журнал: наука и инновации*, 2020. №12. С. 1–10.
15. СП 60.13330.2020. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха [СНиП 41-01-2003] (с Попр., с Изм. №1–4) / Дата введ.: 01.07.2021.
16. ГОСТ 70824–2023. Инженерные сети зданий и сооружений внутризданий. Устройство систем вентиляции многоквартирных жилых зданий. Правила и контроль выполнения работ / Дата введ.: 01.02.2024.
17. ANSI/ASHRAE Standard 62.2–2022: Ventilation and Acceptable Indoor Air Quality in Residential Buildings. ASHRAE. Atlanta, GA, US. 2022.
18. International Plumbing Code (IPC). Section 405.4.1: Water Closet Connection. International Code Council (ICC). Country Club Hills, IL, US. 2015.
19. International Residential Code (IRC). Chapter 27: Plumbing Fixtures. International Code Council (ICC). Country Club Hills, IL, US. 2021.
20. International Energy Conservation Code (IECC). International Code Council (ICC). Country Club Hills, IL, US. 2021.
21. Walker I.S., Less B.D., Lozinsky C.H., Lorenzetti D., Casquero-Modrego N., Sohn M. Compartmentalization and ventilation system impacts on air and contaminant transport for a multifamily building. *International Journal of Ventilation*. 2024. Vol. 23. Issue 3. Pp. 259–286.
22. Гильмуллин А.Ф. Система водоснабжения многоквартирного дома // *Научный результат. Технические науки*, 2017. Т. 3. №3. С. 45–49.

References — see page 78.

Comparative Analysis of Plumbing and Ventilation Issues in Asia, Europe, and the USA. Pp. 22–26.

Alexei A. Volinsky, PhD, Professor, Department of Mechanical and Aerospace Engineering, University of South Florida (USA); **Tatiana A. Marchenko**, Doctor of Medical Sciences, Professor, 4th Research Center for Improving Protective Measures, All-Russian Research Institute for Civil Defense and Emergencies of the Ministry of Emergency Situations of Russia (Moscow)

1. The 9 foundations of a healthy building. Version 2. Healthy Buildings Program. Harvard T.H. Chan School of Public Health. Boston, MA, US. 2017. 36 p
2. J. Jinglin. How human activities and ventilation systems impact indoor air composition and chemistry in buildings: Thesis. Purdue University (USA). 2024.
3. L. Zhang, Y. Qiu, K.R. Sharma, T. Shi, Y. Song, J. Sun, Z. Liang, Z. Yuan, F. Jiang. Hydrogen sulfide control in sewer systems: A critical review of recent progress. *Water Research*. 2023. Vol. 240. No. 120046.
4. H. Qian, X. Zheng. Ventilation control for airborne transmission of human exhaled bio-aerosols in buildings. *Journal of Thoracic Disease (Influenza and Other Respiratory Viruses)*. 2018. Vol. 10. No. 19. Pp. 2295–2304.
5. Building Control Act, Buddhist Era (B.E.) 2522 (1979). Kingdom of Thailand.
6. Law on Construction. Royal Kram No. NS/RKM/1119/019. Kingdom of Cambodia. November 2, 2019.
7. A.A. Volinsky. Why China stinks. Deficiencies in plumbing and ventilation systems in China. *International Journal of Civil Engineering and Technology*. 2020. Vol. 11. No. 7. Pp. 16–20.
8. Home life: Drains and sinks in Korea. Souf of Seoul of April 16, 2022. Web-source: blog.southofseoul.net. Access date: March 12, 2026.
9. Y. Hu, Y. Zhang, J. Wang. Dynamic indices for evaluating indoor humidity and temperature in residential buildings. *Nature Scientific Reports*. 2023. Vol. 13. No. 11234.
10. H. Narkhede, P.R. Dhamangaonkar, K. Parashar. CFD simulation for condensation of humid air over vertical plate in presence of non-condensable gas. In: *Recent Advances in Fluid Dynamics. Proc. of the 2nd National and 1st International Conference on Advances in Fluid Flow and Thermal Sciences (ICAFFTS-2021; September 24–25, 2021; Surat, India)*. Springer, Singapore, 2022. Pp. 425–439.
11. Regulation of the Minister of Infrastructure §125 on the technical conditions to be met by buildings and their location. Ministry of Infrastructure of Poland. April 12, 2002.
12. New Building Law [statute entering into force on September 19, 2020]. Ministry of Economic Development and Technology of Poland. 2020.
13. Construction Products Act of April 16, 2004 (as Amended). Main Office of Building Supervision of Poland (GUNB).
14. I.A. Belyakov, O.E. Kovrina. Sovershenstvovanie sistem estestvennoj ventilyatsii mnogozhnykh zhilykh zdaniy [Improving the natural ventilation systems of multi-story residential buildings]. *Inzhenernyy zhurnal: nauka i innovatsii* [Engineering Journal: Science and Innovation]. 2020. No. 12. Pp. 1–10. [In Russian]
15. SP 60.13330.2020 [The Code of Practice on Design and Construction (The Code of Practice of Russia) No. 60.13330.2020]. *Otoplenie, ventilyatsiya i konditsionirovanie vozdukhha* [SNiP 41-01-2003] [Heating, ventilation, and air conditioning [The Building Rules & Regulations (National Codes and Standards of Russia) No. 41-01-2003] (with Amendments No. 1–4). Date of impl.: July 1, 2021. [In Russian]
16. GOST 70824–2023 [The State Industry Standard of Russia No. 70824–2023]. *Inzhenernye seti zdaniy i sooruzheniy vnutrennie. Ustrojstvo sistem ventilyatsii mnogokvartirnykh zhilykh zdaniy. Pravila i kontrol' vypolneniya rabot* [Internal utility networks of buildings and structures. Installation of ventilation systems for multi-apartment residential buildings. Rules and supervision of work execution]. Date of impl.: February 1, 2024. [In Russian]
17. ANSI/ASHRAE Standard 62.2–2022: Ventilation and Acceptable Indoor Air Quality in Residential Buildings. ASHRAE. Atlanta, GA, US. 2022.
18. International Plumbing Code (IPC). Section 405.4.1: Water Closet Connection. International Code Council (ICC). Country Club Hills, IL, US. 2015.
19. International Residential Code (IRC). Chapter 27: Plumbing Fixtures. International Code Council (ICC). Country Club Hills, IL, US. 2021.
20. International Energy Conservation Code (IECC). International Code Council (ICC). Country Club Hills, IL, US. 2021.
21. I.S. Walker, B.D. Less, C.H. Lozinsky, D. Lorenzetti, N. Casquero-Modrego, M. Sohn. Compartmentalization and ventilation system impacts on air and contaminant transport for a multifamily building. *International Journal of Ventilation*. 2024. Vol. 23. Issue 3. Pp. 259–286.
22. A.F. Gilmullin. Sistema vodosnabzheniya mnogokvartirnogo doma [Water supply system of an apartment building]. *Nauchnyy rezultat. Tekhnicheskie nauki* ["Research result. Technical sciences" Magazine]. 2017. Vol. 3. No. 3. Pp. 45–49. [In Russian]