

## Пожарная опасность тепличных комплексов и возможные риски последствий пожаров

Александр Георгиевич Фирсов, Марина Викторовна Загуменнова ✉,  
Олег Витальевич Надточий, Екатерина Николаевна Малёмина

Всероссийский ордена «Знак Почета» научно-исследовательский институт противопожарной обороны Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, Московская обл., г. Балашиха, Россия

### АННОТАЦИЯ

**Введение.** Обеспечение продовольственной безопасности — одна из приоритетных целей устойчивого развития на период до 2030 года. Для обеспечения достижения этой цели в Российской Федерации внедряются новые технологии ведения сельского хозяйства. Большое развитие в этом плане получило тепличное производство. Передовые технологии для теплиц обеспечивают конкурентные преимущества, такие как максимальная продуктивность, улучшение качества продукции, сокращение расходов и более экологичная эксплуатация. Тем не менее это влечет за собой и увеличение существующих пожарных рисков и как следствие — увеличение объема ожидаемых последствий пожаров. Авторами рассмотрена существующая классификация и основные виды тепличных комплексов, их строительные и объемно-планировочные характеристики, а также пожарная опасность данных объектов.

**Цели и задачи.** Целью настоящей статьи является анализ пожарной опасности тепличных комплексов, оценка ожидаемых рисков последствий пожаров на данных объектах, а также обзор существующей нормативно-правовой базы в области обеспечения пожарной безопасности тепличных комплексов.

**Материалы и методы.** Проведен анализ статистических данных по пожарам и их последствиям в тепличных комплексах в Российской Федерации за 2018–2024 гг. Проанализированы основные требования пожарной безопасности, предъявляемые к сельскохозяйственным тепличным комплексам.

**Результаты и обсуждение.** На основе статистической информации осуществлен расчет ожидаемых последствий пожаров на данных объектах. Полученные результаты исследований показывают, что современные тепличные комплексы характеризуются не только значительным потенциальным риском возникновения пожаров, но и значительной величиной ожидаемых последствий. Использование современного высокотехнологичного оборудования для ведения сельского хозяйства влечет за собой увеличение существующих пожарных рисков, особенно рисков материальных последствий от пожаров.

**Выводы.** На основе проведенных исследований авторами предложены пути дальнейшего развития системы обеспечения пожарной безопасности сельскохозяйственных тепличных комплексов.

**Ключевые слова:** пожар; теплица; парник; гибель; травмирование; пожарная опасность; продовольственная безопасность

**Для цитирования:** Фирсов А.Г., Загуменнова М.В., Надточий О.В., Малёмина Е.Н. Пожарная опасность тепличных комплексов и возможные риски последствий пожаров // Пожаровзрывобезопасность/Fire and Explosion Safety. 2025. Т. 34. № 5. С. 16–26. DOI: 10.22227/0869-7493.2025.34.05.16-26

✉ Загуменнова Марина Викторовна, e-mail: mary.mar2005@yandex.ru

## Fire hazard of greenhouse complexes and possible risks of fire consequences

Alexander G. Firsov, Marina V. Zagumenнова ✉, Oleg V. Nadtochiy, Ekaterina N. Malemina

All-Russian Research Institute for Fire Protection of Ministry of Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters, Balashikha, Moscow Region, Russian Federation

### ABSTRACT

**Introduction.** Ensuring food security is one of the priority goals of sustainable development for the period until 2030. To ensure the achievement of this goal, new agricultural technologies are being introduced in the Russian Federation. Greenhouse production received great development in this regard. Advanced greenhouse technologies provide competitive advantages such as maximized productivity, improved product quality, reduced costs

and more environmentally friendly operation. However, this also entails an increase in existing fire risks and, as a consequence, an increase in the volume of expected consequences of fires. The authors considered the existing classification and main types of greenhouse complexes, their construction and volume-planning characteristics, as well as the fire risk of these facilities.

**Goals and objectives.** The purpose of this paper is to analyze the fire hazard of greenhouse complexes, assess the expected risks of fire consequences at these facilities, and review the existing regulatory framework in the field of ensuring fire safety of greenhouse complexes.

**Materials and methods.** The statistical data on fires and their consequences in greenhouse complexes in the Russian Federation for 2018–2024 were analyzed. The main fire safety requirements for agricultural greenhouse complexes were analyzed.

**Results.** Based on statistical information, a calculation was made of the expected consequences of fires at these facilities. The obtained research results show that modern greenhouse complexes are characterized not only by a significant potential risk of fires, but also by a significant magnitude of expected consequences. The use of modern high-tech equipment for agriculture entails an increase in existing fire risks, especially the risk of material consequences from fires.

**Conclusions.** Based on the conducted research, the authors proposed ways of further development of the fire safety system for agricultural greenhouse complexes.

**Keywords:** fire; greenhouse; hothouse; death; injury; fire hazard; food safety

**For citation:** Firsov A.G., Zagumennova M.V., Nadtochiy O.V., Malemina E.N. Fire hazard of greenhouse complexes and possible risks of fire consequences. *Pozharovzrybovbezopasnost'/Fire and Explosion Safety*. 2025; 34(5):16-26. DOI: 10.22227/0869-7493.2025.34.05.16-26 (rus).

✉ Marina Victorovna Zagumennova, e-mail: mary.mar2005@yandex.ru

## Введение

Повышение производительности сельского хозяйства и стабильное производство продовольствия имеют решающее значение для достижения целей устойчивого развития (далее — ЦУР) как в Российской Федерации, так и во всем мире [1, 2]. Обеспечение продовольственной безопасности — одно из приоритетных направлений реализации ЦУР, которая направлена на сокращение рисков угрозы голода. Для продовольственного и сельскохозяйственного секторов разрабатываются оперативные меры для обеспечения их жизнеспособности и снижения риска природных и техногенных бедствий (чрезвычайные ситуации, пожары и т.п.), оказывающих значительное воздействие на продовольственную безопасность. Масштабные преобразования в области сельскохозяйственного производства к 2030 г. должны обеспечить создание устойчивых систем производства продуктов питания, внедрить инновационные методы ведения сельского хозяйства, которые позволят повысить качество и увеличить объемы производства. Это должно сопровождаться сохранением экосистем, укреплением способности адаптироваться к изменению климата, экстремальным погодным явлениям и другим бедствиям и постепенно улучшать качество земель и почв [1]. Для активно развивающейся сферы сельского хозяйства для решения поставленных целей применяются аграрные тепличные комплексы. Таким образом, исходя из вышесказанного, основной целью данного исследования является системный анализ пожарной опасности современных тепличных сельскохозяйственных комплексов, оценка эффективности существующих требований

пожарной безопасности, предъявляемых к ним, определение ожидаемых рисков последствий пожаров и путей дальнейшего совершенствования систем пожарной безопасности данных объектов защиты.

Идея создания сооружений с искусственными климатическими условиями для выращивания экзотических растений и сельскохозяйственных культур родилась еще около 4 тыс. лет тому назад в Древнем Египте. Сооружения, близкие по своим конструктивным особенностям к современным парникам, появились примерно в 30 г. н. э. в Римской империи [3, 4]. В дальнейшем в разных странах (в основном на территории Европы), где использовались парники, в их конструкцию постоянно вносились изменения, учитывающие местные природно-климатические и социально-экономические особенности территорий (отапливаемые теплицы, большие по своим размерам оранжереи и т.д.). Однако наибольшая популярность и доступность теплиц и парников связана с индустриализацией XX века. Появление в 60-70-х гг. полимерной (полиэтиленовой) пленки дало возможность использовать парники и теплицы практически на всей территории рискованного земледелия, а также внедрить гибридные сорта сельскохозяйственных культур, дающие более ранние урожаи даже в местах с суровыми климатическими условиями. Позднее вместо пленки стали использовать пластик, в том числе структурированный поликарбонат. Новые конструктивные решения позволили сделать сооружения более экономичными, легкими, светлыми, быстровозводимыми, а также неограниченными по площади и высоте. Все это в комплексе позволило значительно снизить затраты на строительство и эксплуатацию парников и теплиц.

Современные парники и теплицы — это высокотехнологичные производственные сооружения, нивелирующие влияние внешних неблагоприятных климатических условий на процесс выращивания различных сельскохозяйственных культур. Они предназначены для получения стабильного урожая аграрной продукции. Основное различие парников и теплиц заключается в том, что парник — это неотапливаемое культивационное сооружение со светопрозрачным покрытием, а теплица, наоборот, отапливаемое сооружение со светопроницаемыми ограждающими конструкциями, позволяющее осуществлять сельскохозяйственные работы внутри данного сооружения. Нормативный срок службы парников определен 5 годами, а теплиц — не менее 15 лет. По конструктивным особенностям парники, агропромышленные и фермерские теплицы (далее — тепличные комплексы) делятся на однопролетные (ангарные), многопролетные (блочные) и модульные<sup>1</sup>. По типу покрытия они могут быть: стеклянные, пленочные и поликарбонатные. По своему назначению и использованию они подразделяются на следующие категории: производственные, фермерские и сезонные. Площадь производственных тепличных комплексов, как правило, составляет более 3 га, а фермерских — от 0,2 до 2 га<sup>2</sup>. Сезонные теплицы чаще всего однопролетные сооружения, характеризующиеся наибольшими размерами, и предназначены для выращивания сельхозпродукции исключительно в теплый период года [4].

Наибольшее распространение сегодня в сельском хозяйстве России получили промышленные тепличные комплексы Venlo, представляющие собой набор взаимосвязанных блоков жизнеобеспечения [5, 6]. Пример размещения структурных блоков, обеспечивающих функционирование тепличного комплекса, приведен на рис. 1.

Основной и самый большой блок — это сама теплица, которая оборудуется следующими системами управления производственным процессом [6]:

- система полива и дозирования удобрений (прецизионное распределение влаги и нутриентов);
- система формирования микроклимата (оптимизация температурно-влажностного режима и состава воздуха);
- система дезинфекции дренажных растворов (очистка и обеззараживание использованной воды);

<sup>1</sup> СП 107.13330.2012. Теплицы и парники. Актуализированная редакция СНиП 2.10.04–85.

<sup>2</sup> Промышленные теплицы: классификация, особенности и оборудование. URL: <https://verum-agro.ru/novosti/promyshlennye-teplicy-klassifikaciya-osobennosti-i-obvnie/?ysclid=ma6fcks3zq737852076> (дата обращения: 12.05.2025).



**Рис. 1.** Размещение структурных блоков, обеспечивающих функционирование тепличного комплекса (Источник: агрокомбинат «Южный»)

**Fig. 1.** Placement of structural blocks that ensure the functioning of the greenhouse complex (Source: Yuzhny Agro-industrial complex)

- система вентиляции и кондиционирования воздуха (вентиляторы и кондиционеры, обеспечивающие воздухообмен и регулировку температуры);
- система отопления (печное, газовое, электрическое);
- система освещения (светодиодные светильники, фитолампы и др.).

Достижения в области тепличных технологий произвели революцию в сельском хозяйстве, обеспечивая устойчивые и эффективные способы удовлетворения растущего спроса на сельскохозяйственную продукцию.

Несмотря на то что технологические достижения способствуют повышению продовольственной безопасности государства, следует отметить, что применение современных высокотехнологичных систем, обеспечивающих функционирование тепличных комплексов, является возможным новым источником опасностей и угроз [7]. Такие сельскохозяйственные объекты представляют собой уникальную проблему, связанную с тем, что они часто расположены в отдаленных местах и не находятся под постоянным наблюдением, что характеризуется серьезной пожарной опасностью с точки зрения предотвращения и тушения пожаров. Последствия пожара могут быть серьезными из-за большого количества оборудования и материалов, используемых в тепличных комплексах. Они характеризуются значительной пожарной нагрузкой, выраженной в виде горючих синтетических строительных конструкций (полимерная пленка, структурированный поликарбонат), горизонтальных и вертикальных затеняющих шторных экранов, выполненных из полиэстера с вкраплением алюминиевых нитей, полипропиленовых прикорневых тканей и другого горючего укрывного материала, полихлорвиниловых трубопроводов и капельных систем полива, проложенных открытым способом, пластиковой тары и переходных мостков,

горючих лотков и коробов для прокладки электрических кабелей, а также самой изоляции электрических кабелей. Потенциально и сами растения, теряющие влагу (высыхающие) в процессе развития пожара, могут способствовать активному распространению огня. Комплексное сочетание перечисленных выше факторов ведет к повышению рисков возникновения пожаров и их последствий.

### Материалы и методы

По уровню пожарной опасности тепличные комплексы относятся к категории Д (исключение составляют объекты с газовой системой обогрева), классу конструктивной пожарной опасности — С3, классу функциональной пожарной опасности — Ф5.3 и степени огнестойкости — V. Причем изменение степени огнестойкости и класса конструктивной пожарной опасности осуществляется с учетом пределов огнестойкости и классов пожарной опасности, существующих строительных конструкций и подтверждается соответствующим заключением от МЧС России<sup>1</sup>. Несущие и ограждающие конструкции изготавливаются, как правило, из металлического профиля без использования специальных огнезащитных средств и имеют предел огнестойкости R8, что ведет к потере несущей способности железного каркаса при пожаре уже через 8–10 мин. Дополнительно при деформации металлических конструкций происходит разрушение стеклянных переплетов и их обломки при падении могут травмировать людей, находящихся в помещении, в том числе и личный состав оперативного пожарного подразделения, осуществляющего действия по тушению пожара [8]. Сезонные теплицы могут быть изготовлены из деревянных или пластиковых строительных конструкций, что, в свою очередь, еще больше увеличивает существующую пожарную нагрузку.

Пожарная опасность тепличных комплексов также связана с использованием большого количества различного электрического оборудования и приборов. Это устройства вентиляции и кондиционирования воздуха, электрического отопления, различные механизмы контроля климатических параметров воздуха, контроля продукции и воздушного орошения растений и другие. В качестве технологического (искусственного) освещения в помещениях тепличных комплексов используются натриевые лампы высокого давления (давление внутри колбы 10 кПа), дающие необходимый спектр света для интенсивного роста растений. Однако такие электрические лампы взрывоопасны и имеют высокую температуру внутренней горелки 650–750° С, а наружную температуру колбы — от 250° С (при

мощности лампы 70 Вт) до 480°С (при мощности лампы 600 Вт)<sup>3,4</sup>.

Не меньшую опасность представляет и система отопления помещений тепличного комплекса. Так, температура теплоносителя в производственных и фермерских тепличных комплексах «подпочвенного и субстратного обогрева — 40°С, подстеллажного — 65–75°С, бокового — до 90°С, остальных систем — до 115°С»<sup>5</sup>. Дополнительно могут использоваться инфракрасные отопительные приборы. В сезонных теплицах в качестве отопительных приборов чаще используются электрические калориферы и теплогенераторы. Все это является потенциальным источником пожара и в целом увеличивает пожарную опасность тепличных комплексов.

Пожарная опасность тепличных комплексов характеризуется их объемно-планировочными решениями. Как уже отмечалось выше, данные сооружения имеют большие площадные и объемные характеристики. Они, как правило, оборудуются двумя эвакуационными выходами, которые расположены в торцах галереи в диаметрально противоположных направлениях. Результаты исследований, приведенные в работе [9], показывают, что при неблагоприятном развитии пожара, блокирующем один из выходов, людям при эвакуации потребуется преодолеть значительное расстояние порядка 100–300 м и более до другого эвакуационного выхода. При этом критические значения опасных факторов пожара (задымленность, потеря видимости, высокая температура) наступают практически молниеносно и тем самым представляют угрозу жизни и здоровью людей. Пожар в тепличном комплексе, скорее всего, будет иметь объемный характер развития. Для понимания этих процессов необходимы всесторонние исследования.

В дополнение к сказанному помещения тепличных комплексов не оборудуются внутренним противопожарным водопроводом. Что, конечно, негативно сказывается на возможности ликвидации пожара еще в начальной стадии его развития. Исключение в данном случае составляют тепличные комплексы, использующие для отопления природный газ, которые в соответствии с требованиями пожарной безопасности должны оборудоваться внутренним противопожарным

<sup>3</sup> ГОСТ Р МЭК 60192–2011. Лампы натриевые низкого давления. Эксплуатационные требования. URL: [www.standards.ru](http://www.standards.ru)

<sup>4</sup> ГОСТ Р 53073–2008. Лампы натриевые высокого давления. Эксплуатационные требования. URL: [www.standards.ru](http://www.standards.ru)

<sup>5</sup> Строительство промышленных теплиц в фермерском хозяйстве. URL: [troitelstvo/stroitelstvo-promyishlennyih-teplits-v-fermerskom-hozyaystve](http://troitelstvo/stroitelstvo-promyishlennyih-teplits-v-fermerskom-hozyaystve) (дата обращения: 04.05.2025).

водопроводом<sup>6</sup>. Также необходимо отметить, что в современных тепличных комплексах (особенно производственного назначения) для фотосинтеза растений используется повышенная концентрация углекислого газа. Поэтому при возникновении пожара возможно резкое снижение концентрации кислорода в воздухе, а концентрация кислорода в воздухе является одним из опасных факторов пожара, угрожающих жизни и здоровью людей [9].

Пожарная опасность тепличных комплексов также обусловлена наличием на их территории складов удобрений и ядохимикатов (например, аммиачная селитра), складов тары и готовой продукции, котельной (на газовом, жидком или твердом топливе)<sup>7</sup>. Большую опасность представляют камеры дозаривания, которые по своей взрывопожарной опасности относятся к категории А<sup>1</sup>. В них осуществляется доведение незрелых плодов до состояния потребительской спелости. Конструктивно камеры дозаривания представляют собой герметичные газовые устройства с регулируемой температурой, влажностью и дозатором для подачи газа этилена, который, в свою очередь, является взрывопожароопасным газом [10]. Не менее опасны электрические энергоблоки, обеспечивающие бесперебойную работу всего тепличного комплекса круглосуточно. Неправильный монтаж и нарушения при эксплуатации электрооборудования (перегрузка, короткое замыкание, нарушение изоляции, неверный выбор сечения жил электрических проводов) могут привести к возникновению пожара. Таким образом, совокупность различных объектов, входящих в состав тепличного комплекса, в целом формирует его высокую пожарную опасность.

В соответствии с существующим учетом пожаров и их последствий и регламентом предоставления ведомственной статистической информации [11, 12] теплицы, парники и аналогичные объекты относятся к группе объектов сельскохозяйственного растениеводства. С целью использования единой терминологии в рамках данной статьи для обозначения группы объектов сельскохозяйственного растениеводства будет использоваться термин «тепличные комплексы».

<sup>6</sup> Технический регламент о требованиях пожарной безопасности: Федеральный закон от 22.07.2008 № 123-ФЗ (последняя редакция). URL: [www.standards.ru](http://www.standards.ru)

<sup>7</sup> Пожарная безопасность сельскохозяйственных предприятий // ООО Гефест-Аларм. URL: <https://www.gefestalarm.ru/news/pozharnaya-bezopasnost-selskohozyajstvennyh-predpriyatij> (дата обращения: 11.05.2025).

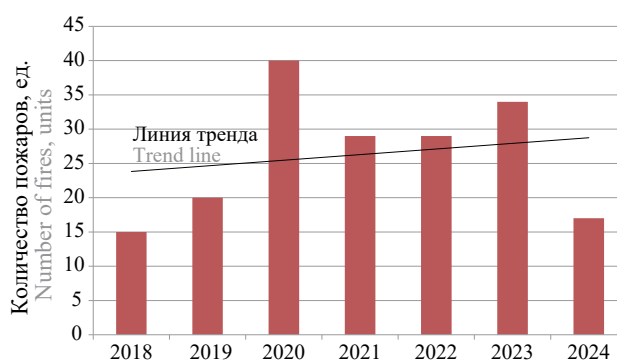


Рис. 2. Динамика распределения количества пожаров в тепличных комплексах за 2018–2024 гг.

Fig. 2. Dynamics of the distribution of the number of fires in greenhouse complexes for 2018–2024

По статистическим данным<sup>8, 9, 10</sup> в тепличных комплексах ежегодно регистрируется около 26 пожаров, которые уничтожают и повреждают площадь (далее — площадь пожара) более 4681 м<sup>2</sup> и наносят материальный ущерб в размере 27 287 тыс. руб. По расчетам при пожарах в среднем погибает 0,14 чел. и получают травмы 1,29 чел. На рис. 2–4 приведена динамика пожаров и их основных последствий на данных объектах за 2018–2024 гг. на территории Российской Федерации.

Анализ статистических данных, приведенных на графиках (рис. 3), показывает, что наибольшая амплитуда количества пожаров и их последствий соответствует периоду 2020–2023 гг., а линейный тренд указывает на динамику роста количества пожаров, консолидированного количества площади пожара и величины материального ущерба от пожара.

Динамика распределения консолидированного количества погибших и травмированных людей при пожаре имеет четко выраженную тенденцию снижения числовых значений (рис. 4). Необходимо отметить, что в 2020 г. была зафиксирована гибель людей при пожаре 1 чел. и травмирование людей при пожаре 3 чел. личного состава оперативных подразделений пожарной охраны при тушении пожара в тепличных комплексах.

Основные причины возникновения пожаров на данных объектах отражены на рис. 5. Порядка 31 % пожаров связаны с нарушениями устройства (эксплуатации) различного электрического оборудования. Более 26 % зарегистрированных пожаров

<sup>8</sup> Пожары и пожарная безопасность в 2024 году: информационно-аналитический сборник / В.С. Гончаренко, Т.А. Четчина, В.И. Сибирко и др. Балашиха: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2025. 112 с.

<sup>9</sup> Пожары и пожарная безопасность в 2023 году: информационно-аналитический сборник / В.С. Гончаренко, Т.А. Четчина, В.И. Сибирко и др. Балашиха: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2024. 110 с.

<sup>10</sup> Пожары и пожарная безопасность в 2022 году: информационно-аналитический сборник / В.С. Гончаренко, Т.А. Четчина, В.И. Сибирко и др. Балашиха: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2023. 80 с.

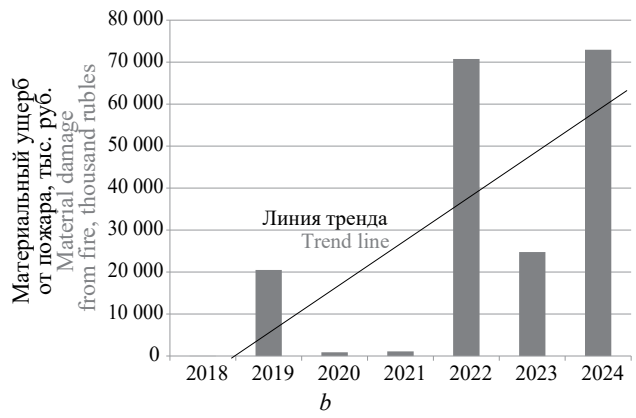
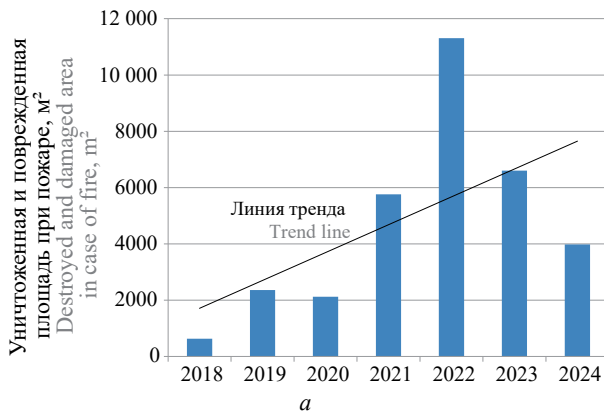


Рис. 3. Динамика распределения площади пожара (а) и материального ущерба от пожара (b) в тепличных комплексах за 2018–2024 гг.

Fig. 3. Dynamics of the distribution of fire area (a) and material damage from fire (b) in greenhouse complexes for 2018–2024

происходит из-за неосторожного обращения с огнем. Третья ведущая причина пожара — это нарушение правил пожарной безопасности при устройстве и эксплуатации печного оборудования (19,6 %).

Одним из параметров, характеризующих комплексное состояние пожарной опасности здания (сооружения), является год его ввода в эксплуатацию, постройки или капитального ремонта. Теоретически чем старше здание, тем больше должен быть уровень его пожарной опасности. Это может быть связано с несоответствием объемно-планировочных и конструктивных решений, технологического процесса производства и технического оборудования, а также систем обеспечения пожарной безопасности современным нормативным требованиям, предъявляемым к объектам. Однако, что касается рассматриваемых объектов, то здесь прослеживается иная статистическая картина. На рис. 6 приведено распределение количества пожаров в тепличных комплексах в зависимости от года ввода в эксплуатацию за 2018–2024 гг. Надо отметить, что наименьшее

количество пожаров отмечается в период более ранней постройки (1937–1989 гг.). А наибольшее количество пожаров приходится на период ввода в эксплуатацию — 2014–2020 гг.

По мнению авторов, это может быть связано с тем, что с каждым годом увеличивается количество промышленных тепличных комплексов, насыщенных значительным количеством различных электронных устройств и электрических приборов. Поэтому количество пожаров, их ожидаемые

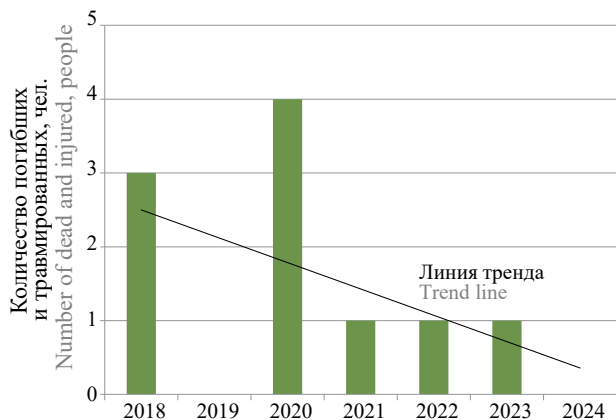
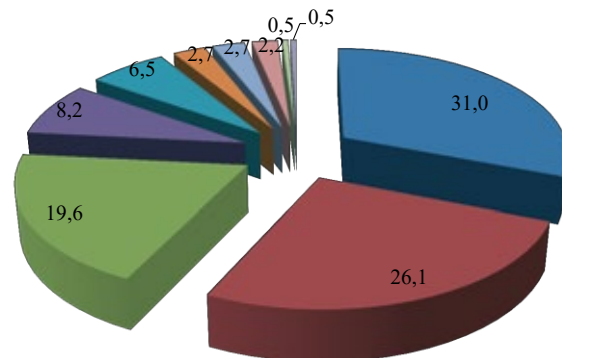


Рис. 4. Динамика распределения консолидированного количества погибших и травмированных людей при пожарах в тепличных комплексах за 2018–2024 гг.

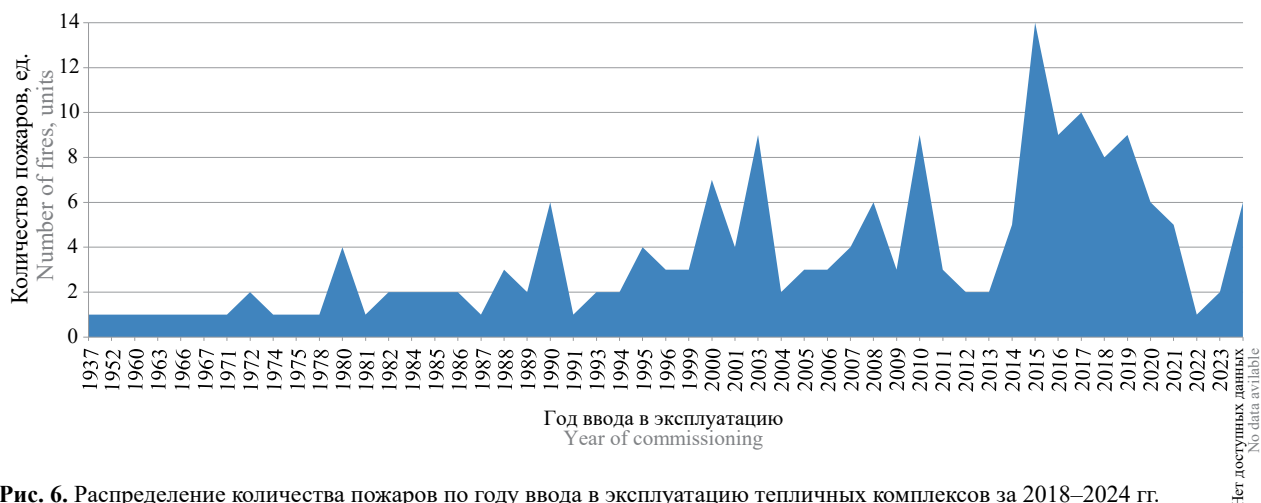
Fig. 4. Dynamics of the distribution of the consolidated number of dead and injured people in fires in greenhouse complexes for 2018–2024



- НПУиЭ электросетей и электрооборудования  
VRIO of electric networks and electrical equipment
- Самовозгорание веществ и материалов  
Spontaneous combustion of substances and materials
- Неосторожное обращение с огнем  
Careless hanging of fire
- Нарушение технологического регламента процесса производства  
Violation of the technological regulation of the production process
- НПУиЭ печного оборудования  
VRIO of furnace equipment
- Взрывы  
Explosions
- Поджог  
Arson
- Грозовые разряды  
Lighting discharges
- Нарушение ППБ при проведении электрогазосварочных работ  
Violation of FS during electric and gas welding operation
- Прочие и неустановленные причины  
Other and unknown causes

Рис. 5. Долевое распределение количества пожаров в тепличных комплексах по причинам их возникновения за 2018–2024 гг.

Fig. 5. The share distribution of the number of fires in greenhouse complexes by the causes of their occurrence in 2018–2024



**Рис. 6.** Распределение количества пожаров по году ввода в эксплуатацию тепличных комплексов за 2018–2024 гг.  
**Fig. 6.** Distribution of the number of fires by the year of commissioning of greenhouse complexes for 2018–2024

последствия, а также риски угрозы жизни и здоровью людей будут постоянно увеличиваться.

### Результаты и обсуждение

Несмотря на относительно небольшое количество пожаров на рассматриваемых объектах, риски их последствий за анализируемый период времени являются значительными. В свою очередь, оценка ожидаемых рисков последствий пожаров позволит выявить существующие проблемы в обеспечении пожарной безопасности и разработать предложения по дальнейшему совершенствованию систем пожарной опасности тепличных комплексов. Определение ожидаемых рисков последствий пожаров на тепличных комплексах осуществлялось путем расчета числовых значений зарегистрированных последствий пожара (уничтоженная и поврежденная площадь, количество погибших и травмированных людей, материальный ущерб) на один зарегистрированный пожар за анализируемый временной период (2018–2024 гг.). Более подробно используемый метод расчета ожидаемых последствий пожаров приведен в источниках [13, 14]. Результаты полученных расчетов приведены в таблице.

Расчетные значения ожидаемых рисков показывают, что ожидаемая площадь пожара составляет более 178 м<sup>2</sup>/пожар, а прямой материальный ущерб более 1 млн руб./пожар. Ожидаемый риск угрозы жизни и здоровью людей составляет  $5 \cdot 10^{-2}$ , что не соответствует принятым нормативным значениям  $10^{-6}$ . Немаловажным является тот факт, что процессы производства постоянно совершенствуются. Внедрение технологий «умного» сельского хозяйства, автоматизация и роботизация технологических процессов могут повысить безопасность, снижая риски, связанные с воздействием опасных факторов

пожаров на людей [15–17]. При этом риски угрозы причинения материального ущерба возрастают.

Однако, несмотря на присутствие значительных рисков последствий пожаров для тепличных комплексов в ряде основополагающих нормативных документов<sup>1, 11</sup>, сегодня нет четких требований по обеспечению пожарной безопасности рассматриваемой группы объектов защиты. Данные документы содержат лишь общие требования к содержанию территорий, зданий и помещений теплиц, а также требования по обеспечению пожарной безопасности других жизнеобеспечивающих блоков (например, склад, котельная, насосная, административное здание и т.д.). Отдельные требования пожарной безопасности применительно к теплицам содержатся в СП<sup>1</sup>. Надо отметить, что нормативные требования основаны на исследованиях в области пожарной безопасности, полученных еще в 80-х гг. прошлого века, и не учитывают современные конструктивно-планировочные особенности, технологии производства и выращивания сельскохозяйственных культур, а также современных мер противопожарной защиты для тепличных комплексов.

Так, например, в работе [18] указывается на наличие существующих противоречий между СП<sup>1</sup> и Федеральным законом<sup>6</sup> в части, касающейся предоставления проектировщикам и заказчикам определенной свободы выбора мер пожарной защиты. Такая ситуация на практике ведет к экономии средств, выделяемых на обеспечение пожарной безопасности, и в целом к увеличению пожарных рисков, что наглядно демонстрирует график на рис. 6. В исследованиях, приведенных в работе [9], отмечено, что инерционность существующих систем пожарной автоматики из-за значительной протяженности

<sup>11</sup> Об утверждении Правил противопожарного режима в Российской Федерации : Постановление Правительства РФ от 16.09.2020 № 1479 (ред. от 30.03.2023). URL: [www.standards.ru](http://www.standards.ru)

Расчетные значения ожидаемых рисков последствий пожаров в тепличных комплексах  
 Estimated values of the expected risks of fire consequences in greenhouse complexes

Наименование показателя Naming of the indicator	Всего за исследуемый период Total for the study period	Среднее значение The average value	Ожидаемый риск на одном пожаре Expected risk per fire
Консолидированная уничтоженная и поврежденная площади пожара, м <sup>2</sup> Consolidated destroyed and damaged fire area, m <sup>2</sup>	32 765	4680,71	178,07
Количество погибших людей при пожаре, чел. Number of people killed in the fire, people	1	0,14	0,01
Количество травмированных людей при пожаре, чел. Number of injured people in case of fire, people	9	1,29	0,05
Консолидированное количество погибших и травмированных людей при пожаре, чел. Consolidated number of people killed and injured in the fire, people	10	1,43	0,05
Прямой материальный ущерб от пожара, тыс. руб. Direct material damage from fire, thousand rubles	191 008	27 286,86	1038,09

теплиц не всегда может обеспечить своевременную эвакуацию людей из помещений.

### Выводы

Методы ведения тепличного хозяйства становятся все более индустриализированными. Благодаря использованию передовых технологий теплицы превращаются в современные производственные объекты, тепличные комплексы с обширной инфраструктурой, которые максимально эффективно используют ресурсы, улучшая производительность сельского хозяйства. Учитывая рост населения планеты и растущую актуальность проблемы изменения климата, проблемы голода, эти технологии крайне необходимы. Они имеют решающее значение для обеспечения продовольственной безопасности государства и защиты окружающей среды. Инновации должны не только повышать способность к стабильному производству высококачественной продукции, но и обеспечивать безопасность производственного процесса в том числе и в области пожарной безопасности.

Учитывая продолжающийся технологический прогресс, следующее поколение тепличных комплексов будет функционировать уже с использованием искусственного интеллекта. В последнее время эта тенденция набирает обороты благодаря стремительному развитию информационно-коммуникационных технологий, включая облачные вычисления,

Интернет вещей, большие данные, машинное обучение, дополненную реальность и робототехнику [19–21]. Роботизация производственных процессов и автоматизация систем управления пожарной безопасностью на основе машинного обучения и методов компьютерного зрения повысят эффективность управления сельскохозяйственным производством и обеспечат его безопасность. Необходимо разрабатывать стратегические направления развития «умного» сельского хозяйства на основе современных технологий для управления рисками [22, 23], в том числе и пожарными.

С целью снижения количества пожаров и ожидаемых рисков от них необходимо продолжить научные исследования, связанные с изучением пожарной безопасности тепличных комплексов, и разработки новых эффективных средств обнаружения, предотвращения и тушения пожаров с использованием искусственного интеллекта. Одним из направлений таких исследований должен стать всесторонний научный аудит действующих нормативных документов по обеспечению пожарной безопасности тепличных комплексов и их адаптации к современным условиям ведения сельскохозяйственного производства. Оптимальное и устойчивое производство сельхозпродукции может способствовать решению не только проблемы обеспечения продовольственной безопасности страны в целом, но и необходимого государственного суверенитета.

### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Цели устойчивого развития в Российской Федерации 2023 : краткий статистический сборник // Росстат. М., 2023. 99 с. URL: [torage/mediabank/SDG\\_Russia\\_2023\\_RUS.pdf](https://torage/mediabank/SDG_Russia_2023_RUS.pdf)
2. Цвиль М.П. Устойчивое развитие: определение, история развития, цели // Universum: экономика и юриспруденция. 2024. № 8 (118). С. 5–9. EDN UXZPIS.

3. Щеглов Е.В., Никитенко С.В., Рабенко И.А. Революция тепличных комплексов: от пленки до аквапоники и led-освещения // АгроФорум. 2023. № 2. С. 93–95. DOI: 10.24412/cl-34984-2023-2-93-95. EDN BIPXCS.
4. Назарова В.И. Современные теплицы и парники. М. : РИПОЛ классик, 2011. 320 с. EDN QNPERJ.
5. Iddio E., Wang L., Thomas Y., McMorro G., Denzer A. Energy efficient operation and modeling for greenhouses : a literature review // Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2020. No. 117. P. 10948. DOI: 10.1016/j.rser.2019.109480. EDN WXVLDU.
6. Клипчаев Э.В. Тепличные комплексы 6-го поколения // Цифровые технологии в сельском хозяйстве: текущее состояние и перспективы развития : мат. II Междунар. науч.-практ. конф. Ставрополь, 20–21 декабря 2023 года. Ставрополь : Ставропольский государственный аграрный университет, 2023. С. 211–216. EDN CTGQRW.
7. Sharma A., Tripathi P. Artificial Intelligence in Agriculture : a Literature Survey // International Journal of All Research Education Scientific Methods. 2021. No. 9 (8). Pp. 510–513. URL: [https://www.researchgate.net/publication/353850168\\_Artificial\\_Intelligence\\_in\\_Agriculture\\_A\\_Literature\\_Survey](https://www.researchgate.net/publication/353850168_Artificial_Intelligence_in_Agriculture_A_Literature_Survey)
8. Барановский А.С., Барановская Е.Н., Полетаев А.Н. Нормативное регулирование в области обеспечения пожарной безопасности. Эвакуация людей из зданий // Актуальные проблемы обеспечения пожарной безопасности и охраны труда : сб. тр. XXXI Междунар. науч.-практ. конф. Том Секция № 11. Химки : Академия гражданской защиты МЧС России, 2021. С. 5–9. EDN FYPRHT.
9. Чудинов А.Н. К вопросу об организации эвакуации людей при пожарах на объектах с протяженным периметром // Актуальные проблемы безопасности в техносфере. 2022. № 4 (8). С. 49–52. DOI: 10.34987/2712-9233.2022.19.95.009. EDN VGJSEA.
10. Земский Г.Т., Возман Л.П., Кондратюк Н.В. Пожарная безопасность теплоносителей для теплогенераторов // Актуальные вопросы пожарной безопасности. 2021. № 3 (9). С. 11–21. DOI: 10.37657/vniipo.avpb.2021.31.82.002. EDN XZTTKK.
11. Шаймитов А.В. Автоматизированная аналитическая система поддержки и управления контрольно-надзорными органами МЧС России как один из видов автоматизации контрольно-надзорной деятельности МЧС России // Молодой ученый. 2023. № 38 (485). С. 233–236. EDN XWFZGI.
12. Сибирко В.И. Свидетельство о государственной регистрации базы данных № RU 2015621277. Федеральная база данных «Пожары»: № 2015620394, заявл. 17.04.2015, опубл. 20.08.2015. Правообладатель: Федеральное государственное бюджетное учреждение «Всероссийский ордена “Знак Почета” научно-исследовательский институт противопожарной обороны Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий» (ФГБУ ВНИИПО МЧС России). EDN SVEXOW.
13. Фирсов А.Г., Загуменнова М.В., Четчина Т.А. Кондиционеры: пожарная опасность, потенциальные риски последствий пожаров и перспективы в обеспечении пожарной безопасности // Техносферная безопасность. 2025. № 1 (46). С. 108–126. EDN OEFXWP.
14. Фирсов А.Г., Загуменнова М.В. Пожарная опасность подземных паркингов, риск возникновения пожаров и их последствий // Транспорт: наука, техника, управление : научный информационный сборник. 2024. № 11. С. 39–47. DOI: 10.36535/0236-1914-2024-11-6. EDN BLDNFH.
15. Rossi P., Mangiavacchi P., Monarca D., Cecchini M. Smart Machinery and Devices for Reducing Risks from Human-Machine Interference in Agriculture : a Review // Safety, Health and Welfare in Agriculture and Agro-food Systems. 2022. Pp. 195–204. DOI: 10.1007/978-3-030-98092-4\_21
16. Field W.E. Agriculture-related fires and explosions // Agricultural Mechanization and Automation. No. II. Encyclopedia of Life Support Systems (EOLSS). Paris, France, 2017. URL: <https://www.eolss.net/Sample-Chapters/C10/E5-11-04-05.pdf>
17. Силюянов И. Автоматизация тепличных комплексов // Control Engineering Россия. 2021. № 3 (93). С. 60–62. EDN CNPHJV.
18. Толстых А.В. Обеспечение пожарной безопасности современных тепличных комбинатов // Теория и практика приоритетных научных исследований : сб. науч. тр. по мат. III Междунар. науч.-практ. конф. Смоленск, 30 апреля 2018 года. Смоленск : Общество с ограниченной ответственностью «НОВАЛЕНКО», 2018. С. 165–167. EDN XOKQRF.
19. Kumari A., Prajapati J., Thangavel M. Greenhouse Innovations in Horticulture // Innovations and Emerging Technologies in Horticulture. Elite Publishing House, 2025. Pp. 60–73. URL: [https://www.researchgate.net/publication/390160467\\_Greenhouse\\_Innovations\\_in\\_Horticulture#full-text](https://www.researchgate.net/publication/390160467_Greenhouse_Innovations_in_Horticulture#full-text)
20. Качанова О.А., Левоневский Д.К. Архитектура программного обеспечения автоматизированного тепличного комплекса на основе облачных технологий // Программная инженерия. 2021. № 12 (9). С. 475–489. DOI: 10.17587/prin.12.475-489. EDN GDATEP.
21. Maraveas C., Loukatos D., Bartzanas T., Arvanitis K.G. Applications of artificial intelligence in fire safety of agricultural structures // Applied Sciences (Switzerland). 2021. No. 11 (16). P. 7716. DOI: 10.3390/app11167716. EDN UGGBUO.
22. Popkova E.G., Litvinova T.N., Zemskova O.M., Dubkova M.F., Karpova A.A. Strategic Directions for Smart Agriculture Based on Deep Learning for Future Risk Management of Food Security // Food Security in the Economy of the Future. Palgrave Macmillan, Cham., 2023. Pp. 9–17. DOI: 10.1007/978-3-031-23511-5\_2

23. Smart Innovation in Agriculture: Part of the Smart Innovation, Systems and Technologies book series /ed. E.G. Popkova, B.S. Sergi. Singapore : Springer Nature Singapore Pte Ltd, 2022. No. 264. 347 p. DOI: 10.1007/978-981-16-7633-8

## REFERENCES

1. Sustainable Development Goals in the Russian Federation 2023 : Brief Statistical Bulletin. *Rosstat*. Moscow, 2023; 100. URL: [torage/mediabank/SDG\\_Russia\\_2023\\_RUS.pdf](https://torage/mediabank/SDG_Russia_2023_RUS.pdf) (rus).
2. Tsvil M.P. Sustainable Development: Definition, Development History, Aims. *Universum: Economics and Jurisprudence*. 2024; 8(118):5-9. EDN UXZPIS. (rus).
3. Shcheglov E.V., Nikitenko S.V., Rabenko I.A. Revolution of greenhouse complexes: from film to aquaponics and LED lighting. *AgroForum*. 2023; 2:93-95. DOI: 10.24412/cl-34984-2023-2-93-95. EDN BIPXCS. (rus).
4. Nazarova V.I. *Modern greenhouses and hotbeds*. Moscow, RIPOL classic, 2011; 320. EDN QNPERJ. (rus).
5. Iddio E., Wang L., Thomas Y., McMorro G., Denzer A. Energy efficient operation and modeling for greenhouses : a literature review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2020; 117:10948. DOI: 10.1016/j.rser.2019.109480. EDN WXVLDU.
6. Klinchaev E.V. Greenhouse complexes of the 6th generation. Digital Technologies in Agriculture: Current State and Development Prospects : *Proceedings of the II International Scientific and Practical Conference. Stavropol, December 20-21, 2023*. 2023; 211-216. EDN CTGQRW. (rus).
7. Sharma A., Tripathi P. Artificial Intelligence in Agriculture : a Literature Survey. *International Journal of All Research Education Scientific Methods*. 2021; 9(8):510-513. URL: [https://www.researchgate.net/publication/353850168\\_Artificial\\_Intelligence\\_in\\_Agriculture\\_A\\_Literature\\_Survey](https://www.researchgate.net/publication/353850168_Artificial_Intelligence_in_Agriculture_A_Literature_Survey)
8. Baranovsky A.S., Baranovskaya E.N., Poletaev A.N. Regulatory in the field of fire safety. Evacuation of people from buildings. Actual problems of fire safety and labor protection : *Collection of works of the XXXI International scientific and practical conference. Volume Section No. 11*. Khimki, Civil Defense Academy of the Ministry of Emergency Situations of Russia, 2021; 5-9. EDN FYPRHT. (rus).
9. Chudinov A.N. On the issue of organizing the evacuation of people in case of fires at facilities with an extended perimeter. *Actual security problems in the technosphere*. 2022; 4(8):49-52. DOI: 10.34987/2712-9233.2022.19.95.009. EDN VGJSEA. (rus).
10. Zemsky G.T., Vogman L.P., Kondratyuk N.V. Fire safety of heat-transfer agents for heat generators. *Current Fire Safety Issues*. 2021; 3(9):11-21. DOI: 10.37657/vniipo.avpb.2021.31.82.002. EDN XZTTKK. (rus).
11. Shaimitov A.V. Automated analytical system for support and management of control and supervisory bodies of the Ministry of Emergency Situations of Russia as one of the types of automation of control and supervisory activities of the Ministry of Emergency Situations of Russia. *Young scientist*. 2023; 38(485):233-236. EDN XWFZGI. (rus).
12. Sibirko V.I. Certificate of state registration of the database No. RU 2015621277. Federal database "Fires": application No. 2015620394, registration date: 17.04.2015, publication date: 20.08.2015. Copyright holder: Federal State Budgetary Institution "All-Russian «Order of the Badge of Honor» Research Institute of Fire Defense of the Ministry of the Russian Federation for Civil Defense, Emergencies, and Elimination of Consequences of Natural Disasters" (FGBU VNIPO EMERCOM of Russia). EDN SVEXOW. (rus).
13. Firsov A.G., Zagumenova M.V., Chechetina T.A. Air conditioners: fire danger, potential risks of fire consequences and prospects in ensuring fire safety. *Technosphere safety*. 2025; 1(46):108-126. EDN OEFXWP. (rus).
14. Firsov A.G., Zagumenova M.V. Fire hazard of underground parking lots, risk of fires and their consequences. Transport: science, equipment, management : *Scientific information collection*. 2024; 11:39-47. DOI: 10.36535/0236-1914-2024-11-6. EDN BLDNFH. (rus).
15. Rossi P., Mangiavacchi P., Monarca D., Cecchini M. Smart Machinery and Devices for Reducing Risks from Human-Machine Interference in Agriculture : a Review. *Safety, Health and Welfare in Agriculture and Agro-food Systems*. 2022; 195-204. DOI: 10.1007/978-3-030-98092-4\_21
16. Field W.E. Agriculture-related fires and explosions. *Agricultural Mechanization and Automation, II. Encyclopedia of Life Support Systems (EOLSS)*. Paris, France, 2017. URL: <https://www.eolss.net/Sample-Chapters/C10/E5-11-04-05.pdf>
17. Siluyanov I. Automation of Greenhouse Complexes. *Control Engineering Russia*. 2021; 3(93):60-62. EDN CNPHJV. (rus).
18. Tolstykh A.V. Ensuring fire safety of modern greenhouse complexes. Theory and practice of priority scientific research : *Collection of scientific papers based on the materials of the III International scientific and practical conference. Smolensk, April 30, 2018*. Smolensk, Limited Liability Company "NOVALENZO", 2018; 165-167. EDN XOKQRF. (rus).
19. Kumari A., Prajapati J., Thangavel M. Greenhouse Innovations in Horticulture. *Innovations and Emerging Technologies in Horticulture*. Elite Publishing House, 2025; 60-72. URL: [https://www.researchgate.net/publication/390160467\\_Greenhouse\\_Innovations\\_in\\_Horticulture#full-text](https://www.researchgate.net/publication/390160467_Greenhouse_Innovations_in_Horticulture#full-text)
20. Kachanova O.A., Levonevskiy D.K. Software architecture of an automated greenhouse complex based on cloud technologies. *Software engineering*. 2021; 12(9):475-489. DOI: 10.17587/prin.12.475-489. EDN GDATEP. (rus).

21. Maraveas C., Loukatos D., Bartzanas T., Arvanitis K.G. Applications of artificial intelligence in fire safety of agricultural structures. *Applied Sciences (Switzerland)*. 2021; 11(16):7716. DOI: 10.3390/app11167716. EDN UGGBUO.
22. Popkova E., Litvinova T., Zemskova O., Zemskova O.M., Dubkova M.F., Karpova A.A. Strategic Directions for Smart Agriculture Based on Deep Learning for Future Risk Management of Food Security. *Food Security in the Economy of the Future*. Palgrave Macmillan, Cham., 2023; 9-17. DOI: 202310.1007/978-3-031-23511-5\_2
23. *Smart Innovation in Agriculture: Part of the Smart Innovation, Systems and Technologies book series*. Ed. E.G. Popkova, B.S. Sergi. Singapore, Springer Nature Singapore Pte Ltd, 2022; 264:347. DOI: 10.1007/978-981-16-7633-8

Поступила 10.06.2025, после доработки 04.09.2025;

принята к публикации 04.09.2025

Received June 10, 2025; Received in revised form September 04, 2025;

Accepted September 04, 2025

### Информация об авторах

**ФИРСОВ Александр Георгиевич**, к.т.н., старший научный сотрудник, ведущий научный сотрудник отдела Пожарной статистики, Всероссийский ордена «Знак Почета» научно-исследовательский институт противопожарной обороны Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, Россия, 143903, Московская обл., г. Балашиха, мкр. ВНИИПО, 12; ORCID: 0000-0003-3272-1972; AuthorID: 462043; e-mail: otdel-16@vniipo.ru

**ЗАГУМЕННОВА Марина Викторовна**, начальник сектора отдела Пожарной статистики, Всероссийский ордена «Знак Почета» научно-исследовательский институт противопожарной обороны Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, Россия, 143903, Московская обл., г. Балашиха, мкр. ВНИИПО, 12; ORCID: 0000-0002-7867-8175; AuthorID: 749141; e-mail: mary.mar2005@yandex.ru

**НАДТОЧИЙ Олег Витальевич**, старший научный сотрудник отдела Пожарной статистики, Всероссийский ордена «Знак Почета» научно-исследовательский институт противопожарной обороны Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, Россия, 143903, Московская обл., г. Балашиха, мкр. ВНИИПО, 12; ORCID: 0009-0002-2062-5131; AuthorID: 1098133; e-mail: otdel-16@vniipo.ru

**МАЛЁМИНА Екатерина Николаевна**, старший научный сотрудник отдела Пожарной статистики, Всероссийский ордена «Знак Почета» научно-исследовательский институт противопожарной обороны Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, Россия, 143903, Московская обл., г. Балашиха, мкр. ВНИИПО, 12; ORCID: 0000-0003-1327-9381; AuthorID: 1123406; e-mail: otdel-16@vniipo.ru

**Вклад авторов:** все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

### Information about the author

**Alexander G. FIRSOV**, Cand. Sci. (Eng), Senior Researcher, Leading Researcher, Department of Fire Statistics, All-Russian Research Institute for Fire Protection of Ministry of Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters, VNIPO, 12, Balashikha, Moscow Region, 143903, Russian Federation; ORCID: 0000-0003-3272-1972, AuthorID: 462043; e-mail: otdel-16@vniipo.ru

**Marina V. ZAGUMENNOVA**, Head, Research Sector of the Department of Fire Statistics, All-Russian Research Institute for Fire Protection of Ministry of Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters, VNIPO, 12, Balashikha, Moscow Region, 143903, Russian Federation; ORCID: 0000-0002-7867-8175; AuthorID: 749141; e-mail: mary.mar2005@yandex.ru

**Oleg V. NADTOCHIY**, Senior Researcher, Department of Fire Statistics, All-Russian Research Institute for Fire Protection of Ministry of Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters, VNIPO, 12, Balashikha, Moscow Region, 143903, Russian Federation; ORCID: 0009-0002-2062-5131; AuthorID: 1098133; e-mail: otdel-16@vniipo.ru

**Ekaterina N. MALEMINA**, Senior Researcher, Department of Fire Statistics, All-Russian Research Institute for Fire Protection of Ministry of Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters, VNIPO, 12, Balashikha, Moscow Region, 143903, Russian Federation; ORCID: 0009-0002-2062-5131; AuthorID: 1098133; e-mail: otdel-16@vniipo.ru

**Contribution of the authors:** the authors contributed equally to this article.

The authors declare no conflicts of interests.