

ОСОБЕННОСТИ РАСЧЕТА ИНДИВИДУАЛЬНОГО ПОЖАРНОГО РИСКА НА ОБЪЕКТАХ АПК

САВЕЛЬЕВ Анатолий Петрович, Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарева

ШКРАБАК Владимир Степанович, Санкт-Петербургский государственный аграрный университет

ЕНАЛЕЕВА Светлана Анатольевна, Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарева

ЧУГУНОВ Михаил Николаевич, Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарева

ШКРАБАК Роман Владимирович, Санкт-Петербургский государственный аграрный университет

Статья посвящена проблеме обеспечения пожарной безопасности на объектах агропромышленного комплекса. Современные подходы в обеспечении пожарной безопасности дают возможность производить оценку соответствия требованиям пожарной безопасности на основе расчетов пожарного риска. Проведенными исследованиями выявлены особенности расчета индивидуального пожарного риска и установлено, что назрела необходимость в корректировке методики расчетов пожарного риска для объектов АПК, которая бы учитывала все необходимые факторы.

Введение. Здания АПК, в том числе здания для содержания животных, фермы, склады, элеваторы, относятся к числу наиболее пожароопасных объектов сельского хозяйства.

Пожарная опасность объектов АПК характеризуется наличием определенного количества горючих материалов, к которым относятся грубые корма, а также конструктивные материалы. Из горючих материалов [18–20] могут изготавливаться как строительные конструкции здания, так и оборудование, например, стойловые перегородки.

Помимо горючих материалов, входящих в конструкции зданий и оборудования, сгораемыми могут быть подстилка растительного происхождения (сено, солома, древесные опилки, полимерные коврики и т.п.). Пожарная нагрузка в зданиях сельскохозяйственного назначения может быть различной и колеблется от 3 кг/м² в зданиях I–II степеней огнестойкости при бесподстилочном содержании животных до 60 кг/м² в зданиях с деревянными конструкциями [22].

Особенностью отдельных объектов АПК является недостаточная обеспеченность их водой для целей пожаротушения [21]. При этом имеется электроснабжение, освещение, размещается различное технологическое оборудование, что существенно увеличивает пожарную опасность.

Оценка соответствия требованиям пожарной безопасности является начальным, но одним из самых важных этапов обеспечения пожарной безопасности любого объекта защиты, так как она предполагает анализ фактической опасности для людей и имущества от пожара, и именно на его основе вырабатываются конкретные профилактические мероприятия.

Современное законодательство в сфере обеспечения пожарной безопасности предполагает два варианта оценки: детерминированный и рискоориентированный.

Детерминированный метод оценки безопасности предполагает сравнение каких-либо параметров с заранее заданными, то есть изложенными в нормативно-правовых актах и нормативных документах по пожарной безопасности. Так как невозможно разработать нормативные требования, в равной степени обоснованные для всех объектов защиты, то, как правило, они являются завышенными, и их исполнение приводит к неоправданным затратам.

Рискоориентированный метод, напротив, позволяет через расчеты времени эвакуации и пространства опасных факторов пожара (ОФП) смоделировать процесс возникновения и развития пожара конкретного объекта исследования, выявить «слабые места» в системе обеспечения пожарной безопасности, и точечными воздействиями привести объект в требуемое противопожарное состояние.

Вышеизложенные подходы нашли свое отражение в статье 6 Федерального закона от 22 июля 2008 года № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» [1] (далее – Технический регламент), где зафиксировано, что пожарная безопасность объекта защиты считается обеспеченной в следующих случаях:

1) в полном объеме выполнены требования пожарной безопасности, установленные техническими регламентами, принятыми в соответствии с Федеральным законом «О техническом регулировании» [2], и пожарный риск не превышает допустимых значений, установленных настоящим Федеральным законом;



2) в полном объеме выполнены требования пожарной безопасности, установленные техническими регламентами, принятыми в соответствии с Федеральным законом «О техническом регулировании», и нормативными документами по пожарной безопасности.

В рамках данного исследования предлагается рассмотреть особенности, а также возможность и перспективы применения оценки соответствия требованиям пожарной безопасности объектов агропромышленного комплекса на основе расчетов пожарного риска.

Основой для анализа послужили результаты исследований, связанные с расчетами пожарного риска, различных объектов сельскохозяйственного назначения Республики Мордовия.

Методика исследований. В ходе исследования применяли статистический метод, а также экспертной оценки, натурного обследования и сопоставления.

Результаты исследований. На одном из крупных животноводческих комплексов на 1200 голов коров со шлейфом в г. Инсар Республики Мордовия была проведена расчетная оценка пожарного риска.

Комплекс состоит из группы зданий производственного, складского, сельскохозяйственного и административного назначения, расположенных в единой застройке.

Расчеты выполняли по методике, утвержденной в установленном порядке [3-6], полученное значение сравнивали с нормативным значением пожарного риска, которое для рассматриваемого объекта принимается в соответствии со статьей 93 Технического регламента [1] и не должно превышать одну миллионную в год.

Для решения поставленной задачи была изучена проектная документация на объект защиты, проведен анализ пожарной опасности объекта, рассчитано время блокирования опасными факторами пожара путей эвакуации и время эвакуации людей в случае пожара в зданиях объекта, а также оценено поражающее воздействие опасных факторов пожара на людей как на территории самого объекта, так и на прилегающей (в том числе, селитебной) территории.

Здания объекта защиты оснащены автоматическими установками пожарной сигнализации (АУПС) и системами оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре (СОУЭ) в соответствии с требованиями Технического регламента [1] и нормативных документов по пожарной безопасности [7-15].

Оценка пожарного риска была проведена для зданий, в которых имеются отступления от требований пожарной безопасности, предусмотренных нормативными документами по пожарной безопасности, а именно для зданий коровников, телятников и доильно-молочного блока.

В частности, в соответствии с требованиями СП 5.13130.2009 [11] защите автоматическими

установками пожаротушения (далее – АУПТ) подлежат помещения коровников, телятников. Вместе с тем, вышеуказанные помещения АУПТ не оборудованы. Отсутствие систем АУПТ было учтено при проведении расчетов пожарного риска.

Расчеты показали, что индивидуальный пожарный риск для посетителей и работников рассматриваемого объекта защиты составляет $2,26 \cdot 10^{-7}$ год, т.е. не превышает нормативного значения, установленного Техническим регламентом [1].

Также объектом исследования являлся расположенный в с. Слободские Дубровки Краснослободского муниципального района Республики Мордовия высокотехнологичный свиноводческий комплекс на 6330 продуктивных свиноматок – двухплощадочное предприятие, включающее в себя площадки «Репродуктор» и «Откорм».

На этом объекте также имелись отступления от требований пожарной безопасности, устанавливаемых нормативными документами по пожарной безопасности: превышена максимальная площадь пожарного отсека; отсутствовала система автоматического пожаротушения; отсутствовал в производственных зданиях внутренний противопожарный водопровод; отсутствовали в корпусах площадок «Репродуктор» и «Откорм» системы дымоудаления и возмещения удаляемых продуктов горения.

В результате проведенных расчетов, с учетом фактического наличия и состояния систем противопожарной защиты, были получены следующие результаты.

Потенциальный пожарный риск в зданиях объекта, с учетом возможности возникновения пожара, составил $1,71 \cdot 10^{-6}$.

Индивидуальный пожарный риск соответственно, составил на площадке «Откорм» $1,42 \cdot 10^{-7}$ в год; на площадке «Репродуктор» – $5,69 \cdot 10^{-7}$ в год.

Индивидуальный пожарный риск на объекте защиты принимается по наибольшему из полученных значений.

Таким образом, индивидуальный пожарный риск для работников рассматриваемого объекта защиты составляет $5,69 \cdot 10^{-7}$ год⁻¹ ($0,569 \cdot 10^{-6}$ в год), т.е. не превышает нормативного значения, установленного Техническим регламентом [1].

В здании для содержания крупного рогатого скота (КРС) в ООО «Агросоюз» – Красное село» в соответствии с принятыми проектными решениями требования пожарной безопасности, установленные техническими регламентами, принятыми в соответствии с Федеральным законом «О техническом регулировании» [2], выполнены в полном объеме.

С учетом особенностей проводимых технологических операций, а также особенностями генерального плана застройки, имели место отступления от требований пожарной безопасности, устанавливаемых нормативными документами по пожарной безопасности, в части превышения площади пожарного отсека, конструктивного исполнения зданий





и сооружений (применены легкие металлические конструкции без огнезащиты), отсутствия системы автоматического пожаротушения, отсутствия внутреннего противопожарного водопровода, отсутствия системы противодымной защиты (ПДЗ).

При моделировании пожаров в зданиях коровников и телятников помимо наступления критических значений опасных факторов пожара, выражающихся в воздействии температуры и концентрации продуктов горения и кислорода, а также в потере видимости, нами была учтена потеря несущими металлическими конструкциями своей огнестойкости. Для этого было произведено при моделировании «измерение» температурных полей в плоскостях очага пожара и строительных конструкций. По достижению критической температуры для металла (стали), принимаемой равной 500°C , имеется основание сделать вывод о наступлении предела огнестойкости конструкций и, соответственно, вывод о блокировании путей эвакуации, поскольку условно принимается, что при наступлении предела огнестойкости несущих конструкций может произойти обрушение части здания и эвакуация станет невозможной.

В таком случае потенциальный пожарный риск для коровников, телятников и доильно-молочного блока составил, соответственно:

коровники и телятники: $P = 1,71 \cdot 10^{-6}$;

доильно-молочный блок: $P = 0,34 \cdot 10^{-6}$.

Индивидуальный пожарный риск в таком случае составит:

коровники и телятники: $R = 2,86 \cdot 10^{-7}$ в год,

доильно-молочный блок: $R = 1,13 \cdot 10^{-7}$ в год.

В качестве расчетной величины индивидуального пожарного риска применяется наибольшее из всех полученных, т.е. $2,91 \cdot 10^{-7}$ в год.

Таким образом, индивидуальный пожарный риск для работников рассматриваемого объекта защиты составил $2,91 \cdot 10^{-7}$ год⁻¹ ($0,291 \cdot 10^{-6}$ в год), т.е. не превышает нормативного значения, установленного Техническим регламентом [1].

При исследовании пожарной безопасности птичника кур-несушек на 200 000 гол. (корпус площадью $2832,2 \text{ м}^2$) ООО «Авангард», расположенного по адресу Республика Мордовия, Рузавский район, с. Инсар-Акшино, было установлено следующее. Здание корпуса одноэтажное, выполнено из металлического каркаса, стены и покрытие кровли из сэндвич-панелей. Здание птичника относится к категории В по взрывопожарной и пожарной опасности [15].

В соответствии с требованиями нормативных документов по пожарной безопасности, регламентирующих необходимость оснащения рассматриваемого объекта защиты системами противопожарной защиты (СП 3.13130.2009 [9], СП 5.13130.2009 [11], СП 7.13130.2013 [12]), рассматриваемый объект защиты (его отдельные части) подлежит оборудованию следующими системами противопожарной защиты: АУПС; СОУЭ; ПДЗ; АУПТ.

Вместе с этим, в соответствии с принятыми проектными решениями на объекте защиты предусматриваются не все системы противопожарной защиты. Так, здание оснащается АУПС и СОУЭ, а системы ПДЗ и АУПТ проектом не предусматриваются.

Проведенными расчетами установлено, что индивидуальный пожарный риск для работников здания птичника составляет $8,31 \cdot 10^{-7}$ год⁻¹ ($0,831 \cdot 10^{-6}$ в год), т.е. не превышает нормативного значения, установленного ст. 93 Технического регламента [1] для производственных объектов. Расчеты были проведены при отсутствии на объекте системы автоматического пожаротушения.

Авторами были проведены исследования целого ряда объектов агропромышленного комплекса, отличающихся как по технологии производства, так и по характеристикам пожарной опасности. Это позволило выявить общие закономерности при проведении расчетов пожарного риска, а на их основе сформулировать и особенности расчетов объектов АПК.

Во-первых, это несовершенство математического аппарата, используемого Методикой [3-6].

С учетом формулы расчета пожарного риска важным множителем, влияющим на окончательную величину пожарного риска, является частота возникновения пожара.

Частота возникновения пожара в здании в течение года определяется на основании статистических данных, приведенных в Методике [3-6]. Частота возникновения пожара – это отношение среднего количества пожаров в год на однотипных объектах к количеству однотипных объектов. Существующий порядок статистического учета пожаров и их последствий не выделяет объекты по видам сельхозпроизводства, а значит и не позволяет оперировать при расчетах действительно достоверной информацией.

Во-вторых, выявлено несовершенство моделей распространения опасных факторов пожара и процесса эвакуации людей.

Для расчета динамики опасных факторов пожара (ОФП) применяли дифференциальную (полевою) модель пожара. Модели фрагментов здания для расчета ОФП были построены в графической оболочке программы Pyrosim (разработчик Thunderhead Engineering, США) [17].

В качестве модели для расчета времени эвакуации в рассматриваемых зданиях применяли индивидуально-поточную модель движения людских потоков, позволяющую учесть сложные поведенческие факторы, в том числе разделение людских потоков, а также индивидуальное движение отдельных людей или их групп. Формирование расчетной сетки для моделирования процессов эвакуации осуществлялось в пробной версии программы Pathfinder 2018.2x64 (разработчик Thunderhead Engineering, США) [16].



То есть проведение расчетов основано на создании и использовании неких моделей возникновения и развития пожара, распространения опасных факторов пожара, а также процесса эвакуации людей. Любая, даже самая совершенная модель, не позволяет описать реальную картину происходящих процессов, а значит, она априори предполагает наличие целого комплекса допущений. С учетом того, что данные методики апробировались создателями на типовых объектах со значительным количеством людей, то возможно, что их применение для объектов АПК не в полной мере допустимо. Кроме того, методики учитывают движение исключительно людского потока, но не животных, поведение которых при пожаре может не подчиняться известным законам, что будет влиять на процесс эвакуации людей.

В-третьих, уровень квалификации специалиста-оператора, производящего расчеты. Под уровнем квалификации необходимо понимать не только уровень знаний, но и способность точно соблюдать правила, предусмотренные методиками [3–6].

Расчеты распространения опасных факторов пожара и времени эвакуации людей осуществляются с помощью программного обеспечения, которое позволяет создавать графические модели объемно-планировочных решений зданий, куда входят геометрические размеры помещений, проемов, размещение оборудования и предметов обстановки и пр. Чем точнее специалист воспроизводит модель, тем более точные получает результаты. Кроме того, необходимо грамотно осуществить анализ пожарной опасности объекта и на его основе произвести выбор основной пожарной нагрузки, влияющей на процесс развития пожара, и мест ее размещения.

Другим не менее важным фактором является выбор сценариев возникновения пожара. Чем больше сценариев рассматривает и рассчитывает специалист, чем правильнее он оценивает опасность каждого из сценариев, тем более достоверными получаются результаты расчетов. Так как сценарии при расчете опасных факторов пожара и времени эвакуации могут отличаться (в первом случае очаг пожара выбирается в месте, где пожар способен развиваться наиболее интенсивно, а во втором – там, где блокируются эвакуационные пути), то от опыта специалиста, его понимания закономерностей развития пожара зависит конечный результат.

Проведенными исследованиями показано, что к объектам АПК в целом применим рискориентированный подход в оценке соответствия объекта требованиям пожарной безопасности. При этом, во всех исследованных случаях величина индивидуального пожарного риска не превышала нормативного значения даже при отклонении конструктивного исполнения от требований нормативных документов по пожарной безопасности и при частичном отсутствии требуемых систем противопожарной защиты, что открывает перспективы для существенной оптимизации затрат на обеспечение пожарной безопасности объектов АПК.

Заключение. Объекты агропромышленного комплекса представляют определенную пожарную опасность. Это выражается в значительной пожарной нагрузке объектов и энергетической оснащенности производства. Вместе с тем, размещение этих объектов, как правило, на значительном расстоянии от инфраструктуры безопасности (вне населенных пунктов, в условиях отсутствия дорог с твердым покрытием, противопожарного водоснабжения и т.д.) требует особого подхода к обеспечению их пожарной безопасности. Применение общих требований, применимых для большинства объектов, в данном случае оказываются неприемлемыми как с точки зрения технической эффективности, так и с точки зрения экономических затрат.

Проведенными исследованиями показана возможность при оценке пожарной опасности объектов АПК использовать методики расчетов пожарного риска. Выявленными особенностями применения методик является отсутствие обоснованных статистических данных по вероятностям возникновения пожаров для различных типов объектов, возможное несовершенство моделей расчетов ОФП и времени эвакуации, отсутствие подходов в учете поведения животных при возникновении пожара, влияние на результаты расчетов квалификации специалиста-оператора.

Вместе с тем, показано низкое влияние наличия систем противопожарной защиты и конструктивного исполнения зданий на величину пожарного риска, по сравнению с объектами другого функционального назначения, что дает возможность оптимизировать затраты на обеспечение пожарной безопасности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федеральный закон от 27 декабря 2002 года №184-ФЗ «О техническом регулировании» // СПС «Гарант».
2. Федеральный закон от 22 июля 2008 года №123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» // СПС «Гарант».
3. Постановление Правительства Российской Федерации от 31 марта 2009 года №272 «О порядке проведения расчетов по оценке пожарного риска» // СПС «Гарант».
4. Приказ МЧС России от 10.07.2009 №404 «Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах», зарегистрированный в Минюсте Российской Федерации 17.08.2009 года, регистрационный № 14541 // СПС «Гарант».
5. Методика определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах (Приложение к приказу МЧС России от 10.07.2009 № 404). – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/902170886?marker=6500IL>.
6. Приказ МЧС России от 14.12.2010 №649 «О внесении изменений в приказ МЧС России от 10.07.2009 № 404». – Режим доступа: https://www.glavbukh.ru/npd/edoc/99_902253161.
7. СП 1.13130.2009. Системы противопожарной защиты. Эвакуационные пути и выходы. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200071143>.



8. СП 2.13130.2012. Системы противопожарной защиты. Обеспечение огнестойкости объектов защиты. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200096437>.
9. СП 3.13130.2009. Системы противопожарной защиты. Система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре. Требования пожарной безопасности. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200071145>.
10. СП 4.13130.2013. Системы противопожарной защиты. Ограничение распространения пожара на объектах защиты. Требования к объемно-планировочным и конструктивным решениям. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200101593>.
11. СП 5.13130.2009. Системы противопожарной защиты. Установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200071148>.
12. СП 7.13130.2013. Отопление, вентиляция и кондиционирование. Требования пожарной безопасности. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200098833>.
13. СП 8.13130.2009. Системы противопожарной защиты. Источники наружного противопожарного водоснабжения. Требования пожарной безопасности. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200071151>.
14. СП 10.13130.2009. Системы противопожарной защиты. Внутренний противопожарный водопровод. Требования пожарной безопасности. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200071153>.
15. СП 12.13130.2009. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200071156>.
16. СИТИС 4-11: 6036-МР2. Рекомендации по использованию программы FDS с применением программ PyroSim 2010-2 и SmokeView. – Екатеринбург: ООО «СИТИС», 2011. – 176 с.
17. Pathfinder User Manual 2017. Thunderhead Engineering. Manhattan.
18. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения: справ. изд. В 2 кн. Кн. 2 / А.Н. Баратов [и др.]. – М.: Химия, 1990. – 384 с.
19. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения: справ. изд. В 2 кн. Кн. 1 / А.Н. Баратов [и др.]. – М.: Химия, 1990. – 496 с.
20. Пожарная опасность строительных материалов / А.Н. Баратов [и др.]; под ред. А.Н. Баратова. – М.: Стройиздат, 1988. – 380 с.: ил.

21. Соколов А.В., Расчетин Г.А. Охрана сельскохозяйственных предприятий от пожаров. – М.: Россельхозиздат, 1971. – 214 с.

22. Пожарная профилактика в промышленности и сельском хозяйстве: учеб. пособие для пожарно-технических училищ / В.М. Зозуля [и др.]. – М., 1974. – 387 с.

Савельев Анатолий Петрович, д-р техн. наук, проф. кафедры «Безопасность жизнедеятельности», Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва. Россия, 430005, Республика Мордовия, г. Саранск, ул. Шевцовская, 68.

Тел.: (834-2) 25-40-88.

Шкрабак Владимир Степанович, д-р техн. наук, проф. кафедры «Безопасность технологических процессов и производств», Санкт-Петербургский государственный аграрный университет. Россия.

196601, г. Санкт-Петербург - Пушкин, Петербургское шоссе, 2.

Тел.: (812) 4517618.

Еналеева Светлана Анатольевна, канд. техн. наук, доцент кафедры «Безопасность жизнедеятельности», Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва. Россия.

Чугунов Михаил Николаевич, канд. экон. наук, доцент кафедры «Безопасность жизнедеятельности», Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва. Россия.

430005, Республика Мордовия, г. Саранск, ул. Шевцовская, 68.

Тел.: (834-2) 25-40-88.

Шкрабак Роман Владимирович, канд. техн. наук, доцент, зав. кафедрой «Безопасность технологических процессов и производств», федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет», Россия.

196601, г. Санкт-Петербург - Пушкин, Петербургское шоссе, 2.

Тел.: (812) 451-76-18.

Ключевые слова: система обеспечения пожарной безопасности; нормативные требования; автоматическая пожарная сигнализация; система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре; система дымоудаления; индивидуальный пожарный риск.

FEATURES OF THE CALCULATION OF INDIVIDUAL FIRE RISK AT AGRICULTURAL FACILITIES

Savelyev Anatoly Petrovich, Doctor of Technical Sciences, professor of the chair "Life safety", National Research Mordovia State University named after N.P. Ogarev. Russia.

Shkrabak Vladimir Stepanovich, Doctor of Technical Sciences, Professor of the chair «Safety of technological processes and production», Saint Petersburg State Agrarian University. Russia.

Enaleeva Svetlana Anatolievna, Candidate of Technical Sciences, Senior Teacher of the chair "Life safety", National Research Mordovia State University named after N.P. Ogarev. Russia.

Chugunov Mikhail Nikolaevich, Candidate of Economics Sciences, Senior Teacher of the chair "Life safety", National Research Mordovia State University named after N.P. Ogarev. Russia.

Shkrabak Roman Vladimirovich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the chair "Safety of Techno-

logical Processes and Production", St. Petersburg State Agrarian University. Russia.

Keywords: fire safety system; regulatory requirements; automatic fire alarm system; warning system and management of evacuation of people in case of fire; smoke removal system; individual fire risk.

The article is devoted to the problem of ensuring fire safety at the objects of the agro-industrial complex. Modern approaches to ensuring fire safety make it possible to assess compliance with fire safety requirements based on fire risk calculations. The conducted studies revealed the features of calculating the individual fire risk and found that there is a need to adjust the methodology for calculating the fire risk for agro-industrial complex objects, which would take into account all the necessary factors.