

Ал-й Л. Мисун¹, В. В. Азаренко²

¹УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»

г. Минск, Республика Беларусь

E-mail: LLM_90@mail.ru

²Президиум Национальной академии наук Беларуси

г. Минск, Республика Беларусь

E-mail: azarenko@presidium.bas-net.by

К ВОПРОСУ ОБОСНОВАНИЯ АГРЕГИРОВАННЫХ ПАРАМЕТРОВ И ДИНАМИКИ СОСТОЯНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СРЕДЫ АГРОПРОИЗВОДСТВА В ОЦЕНКЕ ЕЕ БЕЗОПАСНОСТИ

Аннотация. Использован метод «главных компонент» для определения частных показателей безопасности производственной среды применительно к обобщающей агрегированной оценке агропроизводства. Предложен алгоритм агрегирования параметров производственной среды, рассмотрена динамика ее состояния в оценке безопасности.

Ключевые слова: безопасность, агропроизводство, агрегированные параметры состояния производственной среды, метод «главных компонент».

Al-i L. Misun¹, V.V. Azarenko²

¹EI “Belarusian State Agrarian Technical University”

Minsk, Republic of Belarus

E-mail: LLM_90@mail.ru

²Presidium of the National Academy of Sciences of Belarus

Minsk, Republic of Belarus

E-mail: azarenko@presidium.bas-net.by

TO THE QUESTION OF JUSTIFICATION OF AGGREGATE PARAMETERS AND DYNAMICS OF THE STATE OF THE PRODUCTION ENVIRONMENT OF AGRICULTURAL PRODUCTION IN THE ASSESSMENT OF ITS SAFETY

Abstract. The method of “principal components” is used to determine private indicators of the safety of the production environment in relation to the generalized aggregated assessment of agricultural production. An algorithm for aggregating the parameters of the production environment is proposed, the dynamics of its state in the safety assessment is considered.

Keywords: organizational level of agricultural production, production environment, article parameter, laboratory safety, inspection.

Введение

Тенденция к созданию агрегированных (обобщенных, комплексных) оценок безопасности производственной среды при эксплуатации технических средств существует давно [1–4] и объясняется тем, что агрегированные оценки производственной среды достаточно полно и объективно характеризуют степень сложности производственных условий, вследствие чего агропроизводства могут быть ранжированы по уровню производственного риска. При этом, когда измеряется влияние каждого отдельного фактора на агрегированную оценку производственной среды, определяется и вклад каждого из них в ее безопасность, в управление производственными рисками – наиболее значимой составной частью безопасной эксплуатации, например, технических средств. Концепция методологии управления производственными рисками и повышения эффективности и безопасности организации эксплуатации технических средств для АПК Республики Беларусь

должна базироваться на оценке приемлемости и выработке стратегии, повышении социально-экономического развития регионов. Особо при этом следует указать на факторы внешней среды, оказывающие влияние на организационный уровень агропроизводства: факторы правового статуса, законы и нормативные акты в области производственной безопасности, экономические (затраты на механизацию, сырье и материалы, средства защиты), технологические (уровень компьютеризации) и другие факторы.

С учетом взаимосвязей различных факторов агропроизводства, их использование для формирования единой системы показателей оценки производственной безопасности затруднено. В качестве же общего критерия ее оценки можно рассматривать в конкретных условиях организацию работ. Например, у операторов мобильной сельскохозяйственной техники (МСХТ), занятых эксплуатацией более энергоемких технических средств, выше вероятность травмирования. К тому же условия их работы меняются в зависимости от применяемых технологий и агросроков возделывания сельскохозяйственных культур. В этом случае определение агрегированной оценки безопасности производственной среды при эксплуатации МСХТ заключается и в расчете расходов на восстановление работоспособности МСХТ, переподготовку специалистов для ее обслуживания, рабочих кадров и др. Таким образом, для оценки опасности производственной среды агропроизводства необходимо проанализировать влияния состояния организационного уровня агропроизводства на безопасность работ, управление производственными рисками, определить факторы повышения эффективности агропроизводства.

Основная часть

Предугадать сценарий и результат безопасного производства не всегда представляется возможным в силу множества неопределенностей человеческой, организационно-технической, экономической и социальной направленности. Принятие решения и управление безопасностью труда в таких случаях связано с вероятностной определенностью, т. е. с понятием риска, от особенностей которого во многом зависят применяемые методы оценки и управления риском. При этом существование остаточного риска обуславливается невозможностью с точностью до ста процентов прогнозировать будущее. В тоже время риск имеет место только по отношению к будущему и неразрывно связан с прогнозированием и планированием, а значит, и с принятием решений вообще. Кроме того, управление риском подразумевает реализацию последовательных действий, начиная со сбора предварительной информации об объекте исследования и заканчивая повторной оценкой после реализации выработанных корректирующих действий. Для осуществления контроля производственного риска может использоваться пятиуровневый классификатор, шкалы которого рассчитываются с учетом функции желательности Харрингтона.

В процессе трудовой деятельности на работающего воздействуют факторы производственной среды, которые могут оказывать негативное влияние на здоровье [5–7]. При этом, не возникает сомнений в том, что полное исключение из процесса труда формирования неблагоприятных для здоровья факторов не всегда возможно даже в тех производствах, где внедрены передовые технологии, современное оборудование, высокая культура производства и качественное медицинское обслуживание. Для оценки же параметров производственной среды целесообразно использование метода «главных компонент», когда компоненты являются некоторыми новыми переменными F_j , сформированными на базе некоторых комбинаций частных оценок условий q_i . Различаются главные компоненты между собой относительными весами, с которыми каждая из частных оценок входит в ту или иную компоненту [8].

В целях большей наглядности целесообразно допустить, что уровень производственной безопасности агропроизводства характеризуется только двумя оценками – q_1 и q_2 . Если теперь рассматривать частные оценки конкретного агропроизводства как координаты точек на плоскости с осями q_1 и q_2 , то всей анализируемой совокупности агропроизводств можно поставить в соответствие определенное множество точек, нанесенных на эту плоскость. Число таких точек будет равно числу агропроизводств и, вместе взятые, они будут образовывать некоторую плоскую фигуру, так называемый «эллипс рассеивания» (рисунок 1). В такой интерпретации главные ком-

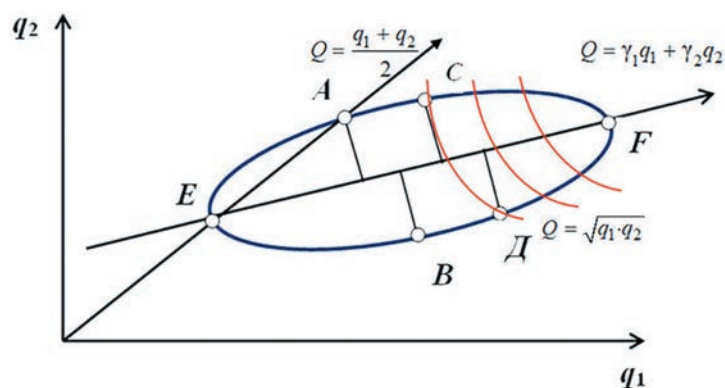


Рисунок 1 – Сравнение безопасности производственной среды методом агрегирования показателей

поненты представляют собой главные оси образованного точками эллипса. Рассмотрим каковы при этом причины рассеивания соответствующих агропроизводствам (N) точек на плоскости в направлении другой оси эллипса, т. е. в направлении существенной главной компоненты. Эта ось, как видно из рисунка 1, направлена из области низких оценок q_1 и q_2 в область высоких их значений: вблизи точки A находятся точки, которые соответствуют агропроизводствам с наиболее неудовлетворительным положением дел в части производственной безопасности. Точки же, соответствующие лучшим в этом смысле агропроизводствам, группируются на указанном рисунке вблизи точки B . Следовательно, существенная главная компонента характеризует собой тенденцию улучшения положения дел на агропредприятии при повышении оценок q_1 и q_2 .

Отсюда, если соответствующие конкретным агропроизводствам точки спроектировать на главную компоненту, то на новой оси отсчета – главной компоненте, эти точки, а следовательно, и агропроизводства, оказываются ранжированными по принципу: чем хуже положение дел при выполнении работ, чем опаснее производственные условия, тем больше координата соответствующей точки на новой оси отсчета. Очевиден и смысл весовых характеристик γ_1 и γ_2 . Каждая из них в отдельности характеризует смещение точек в направлении существенной главной компоненты – когда одна из оценок меняется, другая остается неизменной, а их вес показывает, в какой мере агрегированная оценка (Q) уровня безопасности производственной среды зависит от роста или снижения уровня одного частного показателя при неизменном уровне другого. Для сравнения методов формирования агрегированной оценки приведена (рисунок 1) геометрическая интерпретация не только предлагаемого, но и часто используемого метода обобщения частных оценок путем их усреднения – представления обобщенных оценок как среднеарифметических либо среднегеометрических величин. Формула для агрегированной оценки производственной среды в натуральном масштабе с учетом выражения (1) [8]:

$$\frac{Q - Q_{cp}}{\sigma_0} = \sum_{j=1}^m P_j \frac{q_{ji} - q_{jcp}}{\sigma_{ki}}, \quad (1)$$

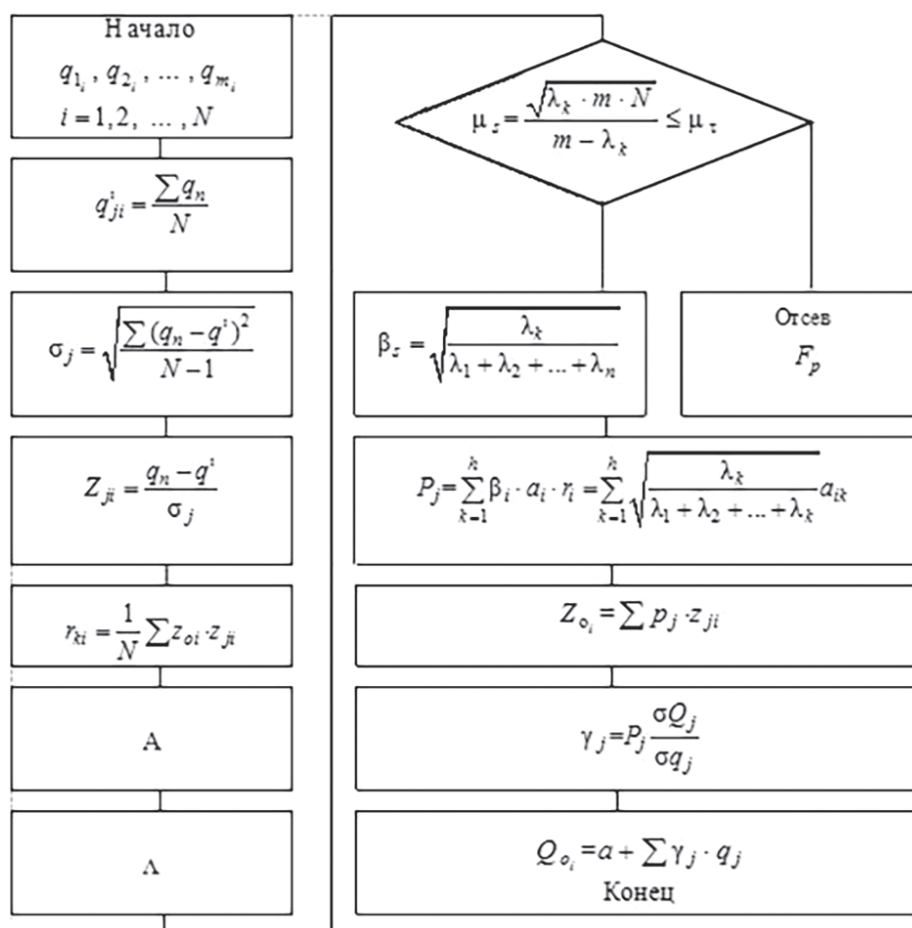


Рисунок 2 – Алгоритм агрегирования параметров производственной среды агропроизводства:
 q_j^i – среднее значение j -го параметра; A – матрица собственных векторов матрицы коэффициентов корреляции;
 Λ – матрица собственных значений матрицы коэффициентов корреляции; λ_k – собственное значение соответствующего собственного вектора; μ_s и μ_τ – соответственно расчетное и табличное значения критерия значимости; F_p – расчетный незначимый собственный вектор; h – число значимых собственных векторов (главных компонент); β_s – нагрузка s -го главного вектора (главной компоненты) на агрегированную оценку; a_{js} – j -я координата s -го собственного вектора; Z_{oi} и Q_{oi} – агрегированная оценка параметров производственной среды соответственно в стандартизованном и натуральном масштабах; a – масштабирующая константа



Рисунок 3 – Схема анализа производственного процесса по показателям факторов риска в природно-техногенной среде



Рисунок 4 – Структурная схема выбора варианта защиты от опасных и вредных факторов производственной среды



Рисунок 5 – Взаимосвязь способностей и задатков в деятельности человека

Множественность подходов к оценке рисков и аппроксимации производственных процессов через разнообразные математические модели позволяет в некоторой степени управлять качеством производственной среды на объектах АПК [9–12]. Однако предугадать сценарий и результат безопасного агропроизводства не всегда предоставляется возможным в силу множества неопределенностей человеческой, организационно-технической, экономической и социальной направленностей [13]. Современное агропроизводство необходимо рассматривать как тесную взаимосвязь техники и технологий с биологическими и социально-психологическими факторами жизнедеятельности человека (рисунок 3), а применяемые отдельно понятия – «безопасность труда» и «экологическая безопасность» агропроизводства – могут быть объединены понятием «социальная безопасность агропроизводства», количественно оцениваемым интегральным показателем – уровнем генерируемого производственного риска отдельных технологических процессов и агропредприятий в целом.



Рисунок 6 – Агрегированный показатель производственного риска

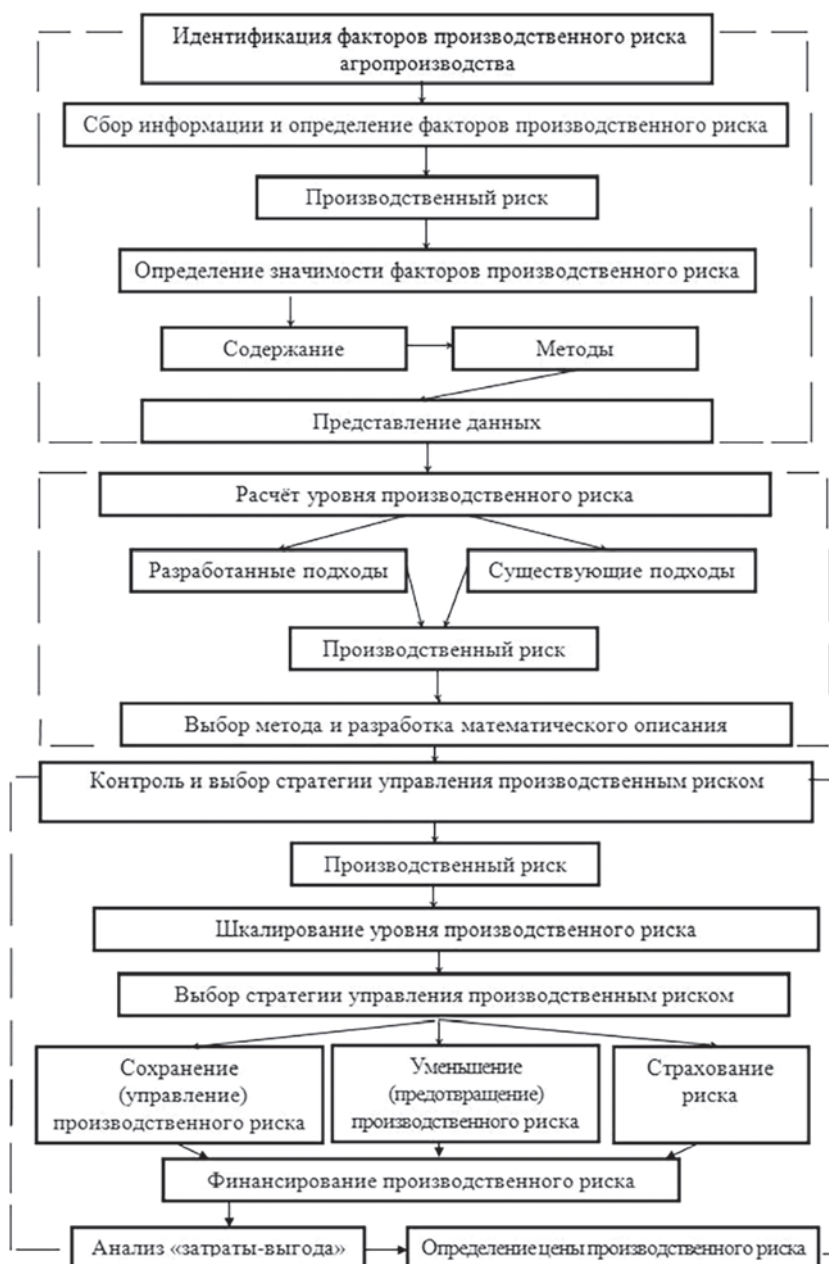


Рисунок 7 – Структурная схема методологии управления производственными рисками агропроизводства

На основе этих принципов решается многостадийная задача по снижению воздействия факторов риска на организм человека в производственной деятельности (рисунок 4).

Место физических качеств человека, его способностей и задатков в производственной деятельности можно предоставить следующим образом (рисунок 5).

Следует также отметить, что производственный риск характеризует потенциальный ущерб (в том числе для здоровья работающих) в результате наступления нежелательного события, связанного с производственной деятельностью предприятия, определяемый с учетом вероятности наступления этого события. Оценка безопасности производственной среды проводится по показателю экономического ущерба от травматизма. Корневым же объектом производственного риска, как объекта управления [14–15], выступает агрегированный показатель сочетания уровня и последствий негативных воздействий технологического процесса на работающих (рисунок 6), а в основу методологии управления (рисунок 7) положен принцип объектно-ориентированного программирования.

Прогнозирование динамики изменения производственной среды агропроизводства предполагает, что степень ее сложности для каждого агропредприятия в i -й год оценивается соответствующей обобщающей оценкой Q_j , а оценка производственной среды может быть как стационарным, так и нестационарным показателем. Следует отметить, что для значительной части агропроизводства производственная среда по своей опасности стационарна либо близка к этому [16].

Таким образом, в общем виде оценка производственной среды представляет собой взвешенную сумму частных критериальных показателей травматизма, значимость которых не является постоянным параметром, а тем или иным образом меняется с течением времени как под влиянием внутренней среды агропредприятия (укрепления производственной дисциплины, роста квалификации работников и др.), так и внешней. Возможна и полная потеря какой-либо значимости показателя, например, если его уровень становится единым для всех агропроизводств, и они неразличимы между собой по этому показателю.

Заключение

В результате проведенных исследований научно обоснована методика и предложен алгоритм агрегирования параметров производственной среды агропроизводства. Рассмотрена динамика ее состояния в оценке безопасности.

Список использованных источников

1. Воробьев, М. М. Принципы агрегирования показателей работы предприятий / М. М. Воробьев // Вопросы совершенствования заработной платы, хозрасчета, себестоимости и определения эффективности новой техники : сб. науч. тр. / ЦНИЭИуголь. – М., 1993. – С. 32–37.
2. Воробьев, М. М. О классификации предприятий по степени риска несчастных случаев / М. М. Воробьев, Э. В. Петросянц // Медицина труда и промышленная экология. – 2001. – № 5. – С. 37–41.
3. Левашов, С. П. Профессиональный риск: методология мониторинга и анализа / С. П. Левашов, В. С. Шкрабак ; под общ. ред. В. С. Шкрабака. – Курган : Изд-во Курганского гос. ун-та, 2015. – 308 с.
4. Мисун, Ал-й Л. Научно-методические основы повышения техносферной безопасности на объектах АПК / Ал-й Л. Мисун, Ал-р Л. Мисун. – Мн. : БГАТУ, 2025. – 388 с.
5. Системы менеджмента. Здоровье и безопасный путь при профессиональной деятельности. Требования и руководство по применению : СТБ ISO 45001 – 2020. – Взамен СТБ 18001-2009 ; введ. 01.05.2020. – Мн. : Госстандарт, 2020. – 32 с.
6. Пиуновский, И. И. Травматизм работников сельхозпредприятий при производстве продукции растениеводства / И. И. Пиуновский, А. В. Молош // Охрана труда. Сельское хозяйство. – 2013. – № 1. – С. 91–97.
7. Гаранин, М. А. Корреляционное исследование влияния причин несчастных случаев на статистические показатели производственного травматизма / М. А. Гаранин, А. М. Завьялов, Ю. В. Дементьева // Известия Петербургского университета путей сообщения. – 2017. – № 3. – С. 109–120.
8. Воробьев, М. М. Алгоритмизация оценки производственной среды и расчеты страховых взносов предприятий / М. М. Воробьев, С. В. Малютин, Э. В. Петросянц. – М. : ИИЦ «Альфа-композит», 2001. – 94 с.
9. Файнбург, Г. З. Рискоориентированный подход к управлению безопасностью и рисками / Г. З. Файнбург // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. – 2016. – № 5. – С. 240–251.

10. Система управления охраной труда. Требования : СТБ 18001-2009. – Мн. : Госстандарт, 2009. – 18 с.
11. Tanaka, K. Production risk management system with demand probability distribution / K. Tanaka, H Akimoto, M. Inoue // *Advanced Engineering Informatics*. – 2012. – № 26. – С. 46–54.
12. Склеменов, Г. Ж. О процессе управления рисками / Г. Ж. Склеменов, С. А. Солод, В. В. Новиков // *Охрана и экономика труда*. – 2015. – № 1. – С. 45–48.
13. Соложенцев, Е. Д. Технологии управления риском в структурно- сложных системах / Е. Д. Соложенцев. – СПб. : ГУАП, 2013. – 414 с.
14. Левашов, С. П. Автоматизированная система оценки рисков профессионального травматизма работников сельскохозяйственного производства / С. П. Левашов // *Аграрный научный журнал*. – 2017. – № 6. – С. 58–61.
15. Профессиональный риск: методология оценки и управления / С. П. Левашов, Р. В. Шкрабак, Н. К. Смирнова и др. ; под общ. ред. В. С. Шкрабака. – СПб. : Проспект Науки, 2020. – 288 с.
16. Левашов, С. П. Анализ и разработка критериев оценки рисков производственного травматизма на основе кодекса наилучшей практики / С. П. Левашов // *Анализ риска для здоровья*. – 2017. – № 2. – С. 37–46.