

## Системный подход к оценке эффективности информационных технологий исследования экологической безопасности

*О.В. Ударцева<sup>1</sup>, А.А. Мельберт<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Алтайский государственный университет (Барнаул, Россия)

<sup>2</sup>Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (Барнаул, Россия)

## A Systematic Approach to Assessment of Information Technologies of Environmental Safety Investigation

*O.V. Udartseva<sup>1</sup>, A.A. Melbert<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Altai State University (Barnaul, Russia)

<sup>2</sup>Polzunov Altai State Technical University (Barnaul, Russia)

Рассматривается системный подход к оценке обеспечения экологической безопасности технологического процесса внесения химических средств защиты растений с использованием информационных технологий. Обосновывается необходимость внедрения программного продукта в процесс сельскохозяйственного производства для решения задачи экологической безопасности. Использование системы «человек – машина – среда» необходимо для установления взаимовлияния управляемых и неуправляемых факторов на принятие решения об обеспечении экологической безопасности технологических процессов в сельскохозяйственном производстве. Предлагаемый информационно-программный комплекс, оборудованный сенсорными датчиками, содержит систему сбора, обработки и анализа информации, позволяет оценить эффективность технических и технологических средств распыления, сформировать базы данных по результатам исследования. Отличительной особенностью структуры информационно-программного комплекса оценки параметров процесса распыления по критерию экологической безопасности от отдельных программных продуктов в области охраны окружающей среды и разработанных автоматизированных систем контроля является наличие в ней подсистемы анализа и визуализации информации.

**Ключевые слова:** система «человек — машина — среда», экологическая безопасность, информационно-программный комплекс, распыление химических веществ.

DOI 10.14258/izvasu(2017)1-26

**Роль системного подхода в оценке экологической безопасности.** Природные экосистемы, в отношении которых требуется принятие решений

We consider a systematic approach to the environmental safety assessment of chemical crop protection process with the application of information technologies. We investigate the necessity of software implementation for the agricultural industry to solve problems of environmental safety. The “man-machine-environment” approach is required to establish mutual controlled and uncontrolled factors of a decision-making process for environmental safety maintenance of agricultural industry technologies. The proposed software system equipped with sensors has data collection, processing and analysis components that allow to estimate the effectiveness of chemicals spraying devices and to create study results databases. Components for analysis and visualization are distinctive features of the proposed software system for chemicals spraying estimation based on environmental safety criteria among other similar software products.

**Key words:** system of "human-machine environment" environmental security, information and software system, spraying chemicals.

по обеспечению экологической безопасности, сложны по строению и велики по размерам [1, 2]. В результате химической обработки почв помимо прямого токсич-

ческого воздействия на клеточном уровне происходит нарушение трофических цепей в биоценозе. В связи с этим данные системы могут быть охвачены управлением только на основе системного подхода с учетом его элементов «человек — машина — среда». Структурное описание системы представлено на рисунке 1.

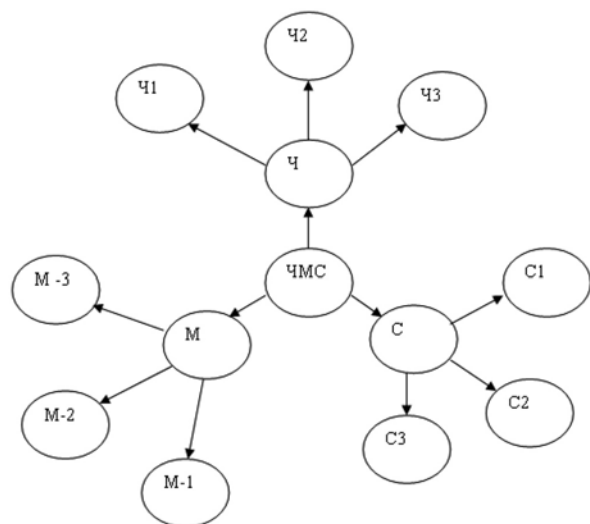


Рис. 1. Структурное описание и классификация состояний элементов системы «человек — машина — среда»

1. Элемент — человек. В данной системе человек выступает в роли объекта защиты или оператора машины, выполняющего определенные технологические функции при распылении химических средств. Как объект защиты человек характеризуется следующими признаками: возрастом, полом, физическим состоянием, медицинскими противопоказаниями.

При рассмотрении человека в системе Ч-М-С как оператора технологического процесса, выполняющего определенные трудовые функции, на степень экологической безопасности влияет так называемый человеческий фактор. Оператор, обслуживающий опрыскивательную систему, может допустить ошибочные и неправильные действия. Ошибочные действия сопряжены с нарушениями техники безопасности, несоблюдением агротехнических требований. В этом случае возникает необходимость совершенствования профессиональных знаний и навыков операторов как компонента рассматриваемой системы при выполнении технологических процессов, обеспечивая при этом условия эффективности и безопасности.

Человек как элемент системы Ч-М-С характеризуется следующими свойствами (состояниями):

- Ч<sub>1</sub> — безошибочные действия;
- Ч<sub>2</sub> — неопределенность действия;
- Ч<sub>3</sub> — неправильные действия оператора.

2. Элемент — машина. В данном случае в качестве элемента «машина» рассматривается опрыскивательная система. Технологический процесс опры-

скивательной системы характеризуется следующими состояниями:

М<sub>1</sub> — технологический процесс протекает согласно агротехническим требованиям;

М<sub>2</sub> — технологический процесс протекает с нарушением агротехнических требований;

М<sub>3</sub> — неработоспособное состояние технических средств, интерпретируемое как структурный отказ.

Связи «человек — машина» могут быть определены следующими признаками: эргономическими условиями работы оператора, микроклиматом в кабине, расположением пульта управления, зоной зрительного восприятия поля [3], токсичным действием препаратов при нарушении технологического процесса или действии неуправляемых факторов.

3. Элемент — среда рассматривается как внешняя среда, т.е. объект воздействия технологического процесса распыления химических веществ.

С<sub>1</sub> — предмет обработки в процессе распыления;

С<sub>2</sub> — собственно природная среда, которая подвергается воздействию в результате нецелевого попадания химических веществ;

С<sub>3</sub> — внутренняя среда (рабочая зона), в пределах которой совершаются определенные виды работ, характеризуется и микроклиматом рабочего пространства.

Технологический процесс распыления химических веществ осуществляется в условиях неопределенности наступления событий, которые описываются параметрами окружающей среды (скорость ветра, влажность воздуха, осадки, температура) и действиями оператора машины. Свойства элементов системы Ч-М-С, влияющие на экологическую безопасность, учитываются совокупностью факторов, характеризующих допустимые параметры качественного состояния системы. В этом случае анализ причинно-следственных связей может опираться на теорию вероятностей и математическую статистику, включая следующие этапы: определение опасности процесса распыления в результате действия неуправляемых факторов, разработку логико-математических причин формирования опасности загрязнения химическими веществами окружающей среды, обоснование комплекса мероприятий и выбора из них наиболее предпочтительного варианта. В основе построения системы экологической безопасности должен лежать принцип, базирующийся как на признании существующей опасности, как объективной реальности, так и на мнении в обществе о необходимости финансирования природоохранных мероприятий. Возникающие противоречия между экономической эффективностью защиты растений и экологической безопасностью для окружающей среды могут быть устранены путем использования информационных технологий, позволяющих контролировать и корректировать течение самого технологического процесса [4–7].

**Информационно-программный комплекс для оценки экологической безопасности.** Анализ патентной и научной литературы показал, что в настоящее время практически не существует программ для мониторинга процесса химизации земель. Исходя из вышеизложенного, предложен вариант информационно-программного комплекса, позволяющего в режиме реального времени контролировать процесс распыления пестицидов по критериям экологической безопасности.

Основными структурными составляющими информационно-программного комплекса являются:

- информационное обеспечение — базы данных определенного целевого назначения и соответствующие системы управления базами данных;
- разработанное и подтвержденное свидетельствами программ для ЭВМ программное обеспечение;
- стандартные графические средства для визуализации данных, полученных в результате полевых исследований.

Целью использования информационно-программного комплекса является оперативное принятие решений по обеспечению безопасности технологического процесса для окружающей среды и человека. Источником первичной информации в рамках данной работы выступают пьезодатчики, установленные на участках, где проводятся измерения, которые передают собранную информацию в электронном виде за определенный период времени [8, 9]. Вся информация за выбранный период времени записывается в специальный файл по шаблону, который впоследствии и будет служить источником данных для оценки экологической безопасности и эффективности процесса распыления пестицидов.

На рисунке 2 представлена система сбора, обработки и передачи информации.

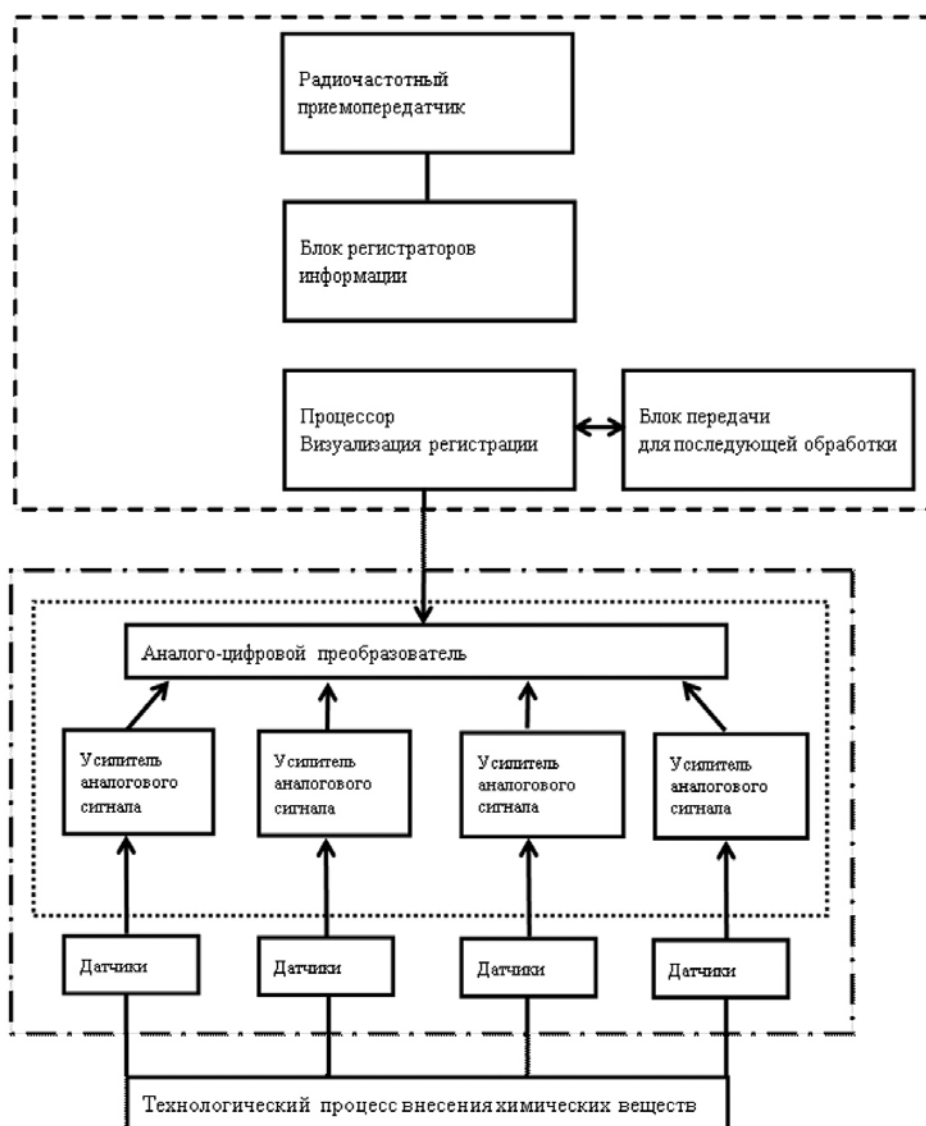


Рис. 2. Система сбора, обработки и анализа информации процесса внесения химических веществ

Взаимосвязь основных данных, необходимых для проведения оценки экологической безопасности технологического процесса распыления химических веществ, представленная на рисунке 3, реализована в СУБД MS Access.

Данная инфологическая модель позволяет определить алгоритм структурных элементов информационно-программного комплекса, исходя из сформированных таблиц, форм, отчетов.

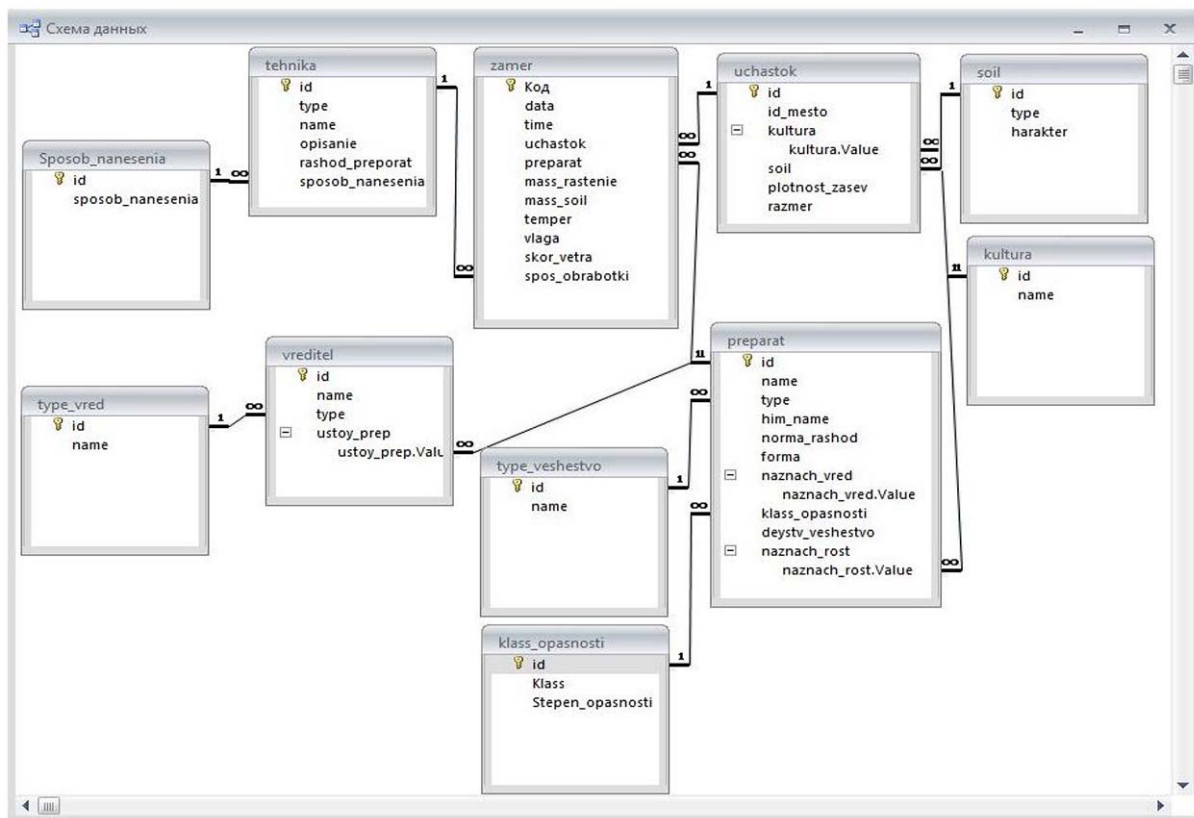


Рис. 3. Инфологическая модель информационно-программного комплекса оценки экологической безопасности технологического процесса распыления химических веществ в СУБД MS Access

Информационно-программный комплекс обладает средствами быстрой генерации экранов, отчетов и меню, поддерживает язык управления запросами SQL, имеет встроенный язык программирования Visual Basic for Applications (VBA) [10].

Отличительной особенностью структуры информационно-программного комплекса для обеспечения экологической безопасности технологических процессов сельскохозяйственного производства от отдельных программных продуктов в области охраны окружающей среды и разработанных автоматизированных си-

стем контроля является наличие в ней подсистемы анализа и визуализации информации, включающей справочный материал по предметному наполнению программы, средства выполнения соответствующих вычислений, графическому сопровождению.

Таким образом, созданный информационно-программный комплекс оценки экологической безопасности на основе системного подхода обеспечивает эффективную поддержку принятия решений предприятиями, отвечающими на обеспечение экологической безопасности в сельскохозяйственном производстве.

### Библиографический список

1. Вентцель Е.С. Исследование операций. Задачи. Принципы. Методология. — М., 1980.
2. Куценогий К.П. Экспериментальные и теоретические исследования распространения и осаждения аэрозолей на растительность и почву. — СПб., 2010.
3. Ударцева О.В., Мельберт А.А. Повышение экологической безопасности в сельскохозяйственном производстве. — Барнаул, 2015.
4. Ударцева О.В. Использование информационных технологий в сельском хозяйстве. — Барнаул, 2012.

5. Ударцева О.В. Исследование характеристик опрыскивательных систем как инструмент экологического мониторинга. — М., 2011.
6. Дитякин Ю. Ф. Распыливание жидкостей. — М., 2008.
7. Ударцева О.В. Информационные технологии обеспечения систем экологической безопасности. — Магнитогорск, 2007.
8. Калач А.В. Пьезосенсоры в мониторинге окружающей среды. — М., 2014.
9. Сергиевский М. Беспроводные сенсорные сети. — М., 2009.
10. Вендров А.М. Проектирование программного обеспечения экономических информационных систем. — М., 2010.