На правах рукописи

ИВАНОВ БОРИС ВИКТОРОВИЧ

ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ И АВТОМАТИЗИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ ЭКОЛОГО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ ПРИ ВОЗНИКНОВЕНИИ ЧС НА ОБЪЕКТАХ АПК

Специальности:
05.13-06 - «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (сельское хозяйство)»;
03.00.16 - «Экология»

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени

кандидата технических наук

Москва 2005

Работа выполнена на кафедре безопасности жизнедеятельности Московского государственного университета природообустройства

Научные руководители:

Заслуженный изобретатель РФ, доктор технических наук, профессор **Пряхин В.Н.,**

кандидат физико-математических наук, доцент **Ткачёв Г.А.**

Официальные оппоненты:

доктор технических наук, профессор **Фёдоров П.В.,**

кандидат технических наук, доцент **Ильин СП.**

Ведущее предприятие **ЗАО ПО «Совинтервод»**

Защита диссертации состоится 09 марта 2005 г. в 10 часов на заседании диссертационного совета Д 220.056.03 в Российском государственном аграрном заочном университете (РГАЗУ) по адресу: 143900, Московская область, г. Балашиха 8, ул. Ю. Фучика, д. 1.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Российского государственного аграрного заочного университета (РГАЗУ).

Автореферат разослан 25 января 2005 г.

Учёный секретарь диссертационного совета,
доктор технических наук, профессор А.В.Шавров

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность исследования

Важнейшими условиями успешного развития сельского хозяйства является ускорение научно-технического прогресса (НТП), высокоэффективное использование производственного потенциала и укрепление материально-технической базы сельского хозяйства.

НТП в сельскохозяйственном производстве определяется техническим уровнем, применяемые в АПК машин и оборудования, эффективностью их эксплуатации в условиях сельскохозяйственных предприятий.

Интенсификация сельского хозяйства и последовательное осуществление комплексной автоматизации и механизации неразрывно связаны с разработкой и освоением новых технологий и совершенствованием сельскохозяйственной техники.

При этом главным направлением развития народного хозяйства в целом (и в т. ч. предприятий АПК) является интенсивный переход к рыночной экономике. Это направление предопределяет перестройку всей хозяйственной системы, т. е. отказ от административно-командных методов и переход преимущественно к экономическим методам управления.

Эффективность деятельности предприятий в условиях рыночной экономики зависит во многом от условий, создаваемых в переходный период. Прежде всего, это максимально возможная свобода хозяйственной деятельности, полная отве1ственность партнёров за результаты хозяйственной деятельности, равноправие фактически всех форм собственности, активизация деятельности за счет конкуренции предприятий, оказывающих различные виды услуг и производящих сельскохозяйственную продукцию.

Кроме того, техногенная деятельность предприятий АПК неизбежно отрицательно влияет на окружающую природную среду (ОПС), что приводит, в конечном счёте, к заболеваниям населения и снижению качества сельскохозяйственной продукции.

Таким образом, разработка экологически чистых систем с использованием новейшего оборудования и технологий является весьма актуальной задачей.

Степень разработанности темы

Исследования отечественных и зарубежных учёных свидетельствуют об эффективности различных эколого-технологических процессов в сельскохозяйственном производстве. Существенный вклад в научную разработку этих вопросов внесли Адлер Ю.П,, Маркова Е.В., Базаров Е.И., Пряхин В.Н., Шавров А.В., Виноградов Б.В., Исаченко А.Г., Bonn D.A., Cochran W.G., Lepart J. и др.

Эти разработки позволяют определить основные направления снижения затрат при разработке АСУ различными технологическими процессами. Однако, что касается эколого-технологических мероприятий, то эта тема остается недостаточно разработанной.

Цель исследований - разработка методологического подхода к системному моделированию реальных АСУ эколого-технологическими процессами на объектах АПК.

Задачи исследования

1. Обоснование и разработка с помощью информационного моделирования основных параметров и характеристик эколого-технологической автоматизированной системы «Вход-Процесс-Выход».

2. Разработка методики и алгоритма оптимального планирования эксперимента при исследовании АСУ на объектах АПК с целью повышения ее устойчивости и продления функционирования.

3. Обоснование и расчёта по оценке экономической эффективности действующих энергетических объектов АПК по защите окружающей среды от вредных выбросов.

4. Моделирование СМО, воспроизводящих реальные процессы при функционировании исследуемых АСУ на объектах АПК.

5. Разработать методику повышения качества эколого-технологических процессов путем моделирования АСУ, обеспечивающей её безопасность в условиях техногенных нагрузок

Объект исследования - эколого-технологическая система.

Метод исследования - решение поставленных задач осуществляется на основе моделирования автоматизированных экологических процессов в различных условиях испытаний.

Научная новизна работы:

1. Разработана методика оценки риска поражения людей и возможных убытков на объектах АПК в условиях техногенных нагрузок.

2. Впервые на основе синтеза эколого-технологических систем, представленных в виде СМО, проведено моделирование реальных этих систем.

3. Предложена процедура и расчёт основных параметров и характеристик информационной модели «Вход-Процесс-Выход».

4. Доказана возможность оценки опасности возникновения аварий и катастроф в ЧС с учётом степени риска при авариях на объектах АПК.

Практическое значение работы заключается в том, что полученные результаты расчётов позволяют в ряде случаев с помощью оптимального планирования эксперимента при исследовании новой техники в условиях с.-х. производства повысить устойчивость системы и продлить её функционирование.

Простота оценки технико-экологических процессов делает возможным её использование специалистами АПК.

Реализация результатов исследований. Методические материалы исследований и практические рекомендации направлены для использования специалистами с.-х. производства и в ряде отраслей народного хозяйства.

Достоверность полученных результатов, выводов и рекомендаций подтверждается тем, что применяемые методики исследований и расчётов

обладают достаточной точностью и надежностью, что способствует совершенствованию эколого-технологических процессов в системе АПК.

Основные положения, выносимые на защиту

На защиту выносятся:

1. Методика оценки риска поражения людей и возможных убытков на предприятиях АПК с обеспечением минимума экономических потерь.

2. Определение основных компонентов и состояний экологической систему «Человек-Среда обитания» с учётом показателей надежности и безотказности системы.

3. Методика повышения качестве эколого-технологических процессов путём моделирования АСУ, обеспечивающей её безотказную работу в условиях техногенных нагрузок.

4. Оценка экономической эффективности действующих объектов АПК по защите от вредных выбросов ТЭС и при проектировании вновь строящихся станций.

Апробация результатов исследований

Результаты исследований доложены и обсуждены на ежегодных научных конференциях профессорско-преподавательского состава МГУП и на научно-практических конференциях МАЭБП2002 ...2003 г.

Публикация результатов исследований. Основное содержание диссертационной работы опубликовано в печатных работах общим объёмом 7,3 ил.

Структура и объём работы. Диссертация состоит из введения, шести глав, выводов, списка литературы, 2 приложений и содержит 110 страниц машинописного текста, 11 таблиц, 17 рисунков.

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обоснована актуальность темы, её научная новизна и практическое значение для сельскохозяйственного производства.

В первой главе проведено исследование основных компонентов и состояний системы «Человек-среда обитания», и также показателей надежности и безопасности системы.

Бинарная система «человек-среда» многоцелевая. Помимо технологической цели перед данной системой стоит требование безопасности, т.е. не нанесение вреда здоровью человека.

Установлено, что достижение безопасности системы «человек-среда» возможно тогда, когда будут системно учтены особенности каждого элемента, входящего в систему.

Под средой системы, взаимодействующей с человеком, понимается вся совокупность объектов и явлений, описывающих влияние на организм человека.

При этом к компонентам среды относятся как природно-климатические явления, так и искусственные объекты (рис. 1).

Рис. 1. Классификация компонентов среды

Так как в обычных условиях человек чрезвычайно редко сталкивается с прекращением воздействия раздражителей на рецепторы, то он не сознаёт этих воздействий и не отдаёт себе отчёта, насколько важным условиям для нормального функционирования его мозга является «загруженность» анализаторов.

Таким образом, на наш взгляд, правильно будет утверждать, что «человек-среда» - это единое понятие. Однако, в целях анализа элементы «человек» и «среда» рассматривается обособленно.

По Вернадскому, основным природным объектом является природный ландшафт, как производная экологического взаимодействия четырёх геосфер: атмосферы; гидросферы; литосферы; биосферы.

При этом математическая модель формирования антропогенного ландшафта предусматривает структурно-функциональные преобразования геосфер В.И. Вернадского, которые приводят к разнохарактерным конечным результатам, дающим возможность ставить и решать важные инженерно-экологические задачи (например, определение допустимых смещений равновесия экосистемы; оптимизация природоохранных функций в рамках отдельной геосферы и природно-технической геосистемы в целом).

Установлено, что в ряду основополагающих понятий инженерной экологии особое место занимает группа понятий надёжности экосистемы, раскрывающейся в ряду таких свойств, как устойчивость, равновесие, живучесть, безопасность.

Соответственно выделенным понятиям в работе производилась разработка объективных количественных мер (системы показателей):

$$\overset{n}{\underset{j=1}{U_{\varepsilon}}} (\Sigma\ u_i) \text{ – по устойчивости;} \quad (1)$$

$$\overset{n}{\underset{j=1}{S_{\varepsilon}}} (\Sigma\ s_i) \text{ – по равновесию;} \quad (2)$$

$$\overset{n}{\underset{j=1}{R_{\varepsilon}}} (\Sigma\ r_i) \text{ – по живучести;} \quad (3)$$

$$\overset{n}{\underset{j=1}{P_{\varepsilon}}} (\Sigma\ p_i) \text{ – по безопасности} \quad (4)$$

Примем следующие определения для удобства дальнейших исследований:

Из вышеуказанных определений следует факт их структурной взаимосвязи (рис. 2), которая накладывает необходимые условия для количественного выражения конкретных показателей, составляющих эти свойства.

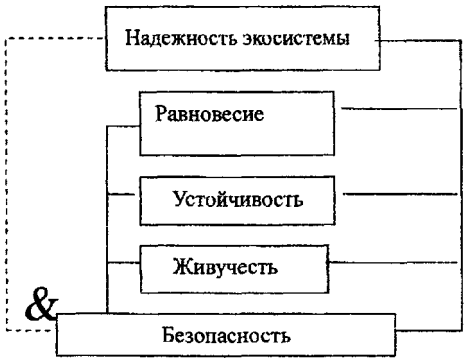

Рис. 2. Схема взаимосвязи надежности экосистемы

Вторая глава посвящена моделированию СМО с целью воспроизведения реального процесса функционирования исследуемых автоматизированных систем управления на объектах АПК.

В последнее время в самых разных областях народного хозяйства, в т.ч. и в сельскохозяйственном производстве, возникла необходимость в решении вероятностных задач, связанных с работой так называемых систем массового обслуживания (СМО).

В АПК примерами таких систем могут служить передвижные механизированные колонны (ПМК), предприятия торговли, ремонтные мастерские, электрогидравлические распределительные устройства и т.п.

Работа любой СМО состоит в обслуживании поступающего в неё потока требований (вывоза абонентов, приход покупателей в магазин, требования на выполнение работы в мастерской и т. д.).

СМО считается заданной, если она содержит следующие основные элементы (рис. 3):

— входящий поток;

— систему обслуживания;

-время обслуживания требования каждым исполнительным механизмом ИМ;

– дисциплину ожидания;

– дисциплину очереди;

– дисциплину обслуживания.

В практике эксплуатации объектов сельскохозяйственного производства, которые можно представить как систему массового обслуживания (СМО), встречаются настолько сложные задачи, что решать их обычными методами не представляется возможным. Например, когда поток поступающих требований не пуассоновский, время обслуживания детерминировано, в системе имеются обратные связи и т. п.

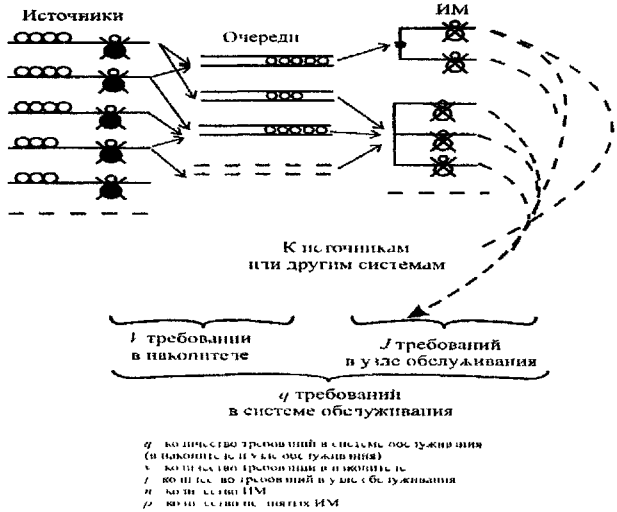

Рис 3. Структурная схема СМО

Рассмотрим СМО, которая характеризуется следующими данными:

- узел обслуживания состоит из п исполнительных механизмов (ИМ) и очереди;
- на количество требований, находящихся в системе в один и тот же момент времени, не накладывается никаких ограничений;
- очередь упорядочения.

При этом случайная функция X(t), т. е. число требований, находящихся в системе в момент t, принимает следующие значения:

1) X_o - в СМО нет требований;

2) X_1 - в системе одно требование (занят один ИМ);
3)..., X_n – в СМО п требований (заняты все ИМ, т. е. очереди нет);
4) X_{n+1} – в системе (п+1) требование (заняты все ИМ, только одно требование стоит в очереди);
5) ..., X_{n+m} – в СМО (n+m) требований (заняты все ИМ, а m требований стоят в очереди) и т. д.

Тогда получим следующие вероятности перехода (табл. 1).

Таблица 1

№ п.п.	Наименование состояния	Вероятность перехода
1	2	3
1.	$X_0 \to X_0$	$1-\lambda\Delta t$
2.	$X_0 \to X_i$	$\lambda\Delta t$
3.	$X_q \to X_{q-1}; n > q > 0$	$q\mu\,\Delta t$
4.	$X_q \to X_q;\ n > q > 0$	$1-(\lambda+q\mu)\,\Delta t$
5.	$X_q \to X_{q+1}; n > q > 0$	$\lambda\Delta t$
6.	$X_q \to X_{q-1};\ q \geq n$	$n\mu\,\Delta t$
7.	$X_q \to X_q;\ q \geq n$	$1-(\lambda+n\mu)\,\Delta t$
8.	$X_q \to X_{q+1}; q \geq n$	$\lambda\Delta t$

Тогда получим систему, состоящую из бесконечного количества уравнений для определения предельных вероятностей P_o, Pi,... P_n, P_n+пг, т. есть:

$$\begin{cases} -\lambda P_0 + \mu P_1 = 0; \\ \lambda P_{q-1} - (\lambda + q\mu)P_q + (q+1)\mu P_{q+1} = 0, n > q > 0; \\ \lambda P_{q-1} - (\lambda + n\mu)P_q + n\mu P_{q+1} = 0, q \geq n \end{cases} \qquad (5)$$

Учитывая, что $\varphi = \lambda / \mu_n = \lambda / (n\mu) < 1$, из системы уравнений (5) получим:

$$P_q = P_0 \frac{\varphi^q n^q}{q!}, n > q > 0; \qquad (6)$$

$$P_q = P_0 \frac{\varphi^q n^n}{n!}, q \geq n; \qquad (7)$$

Затем определим вероятность P_0 из нормирующего условия:

$$\sum_{q=0}^{\infty} p_q = P_0\left(\sum_{q=0}^{n-1}\frac{\varphi^q n^q}{q!} + \sum_{q=n}^{\infty}\frac{\varphi^q n^n}{n!}\right) = P_0\left[\sum_{q=0}^{\infty}\frac{\varphi^q n^q}{q!} + \frac{n^n \varphi^n}{n!(1-\varphi)}\right] = 1;, \qquad (8)$$

откуда получим:

$$P_0 = \frac{1}{\sum\limits_{q=0}^{n-1} \left(\varphi^q n^q\right)/q! + \left(n^n \varphi^n\right)/\left[n!(1-\varphi)\right]}, \qquad (9)$$

Подставив выражение (9) в равенства (6) и (7) получим окончательные выражения для вероятностей состояний СМО:

$$P_q = \frac{\left(\varphi^q n^q\right)/q!}{\sum\limits_{q=0}^{n-1} \left(\varphi^q n^q\right)/q! + \left(n^n \varphi^n\right)/\left[n!(1-\varphi)\right]},; \qquad (10)$$

$n \geq q \geq 0$;

$$P_q = \frac{\left(\varphi^q n^n\right)/n!}{\sum\limits_{q=0}^{n-1} \left(\varphi^q n^q\right)/q! + \left(n^n \varphi^n\right)/n!(1-\varphi)}, \qquad (11)$$

$q \geq n$

Теперь можно вычислить вероятность характеристики рассматриваемой СМО:
1) Математическое ожидание (МО) числа требований в накопителе:

$$M(\nu) = \sum_{q=n}^{\infty} (q-n) P_q = \frac{\varphi^{n+1} m^n}{n!(1-\varphi)^2} P_0, \qquad (12)$$

2) МО числа требований в узле обслуживания:

$$M(j) = \sum_{q=0}^{n} q P_q + \sum_{q=m+1}^{\infty} n P_q = P_0 \varphi_n \left[\frac{1}{P_0} - \frac{\varphi^n m^n}{n!(1-\varphi)}\right] + P_0 \frac{m^n \varphi^{n+1}}{n!(1-\varphi)} = \varphi n, \qquad (13)$$

3) МО количества требований в СМО:

$$M(q) = M(\nu) + M(j) = \frac{\varphi^{n+1} m^n}{n!(1-\varphi)^2} P_0 + \varphi n, \qquad (14)$$

4) МО количества свободных ИМ:

$$M(\rho) = n - M(j) = n - \varphi n = (1-\varphi), \qquad (15)$$

5) МО времени пребывания требования в СМО:

$$U = \frac{M(q)}{\lambda} = \frac{P_0}{\mu} \frac{\varphi^n n^{n-1}}{n!(1-\varphi)^2} + \frac{1}{\mu}, \qquad (16)$$

6) МО времени ожидания требованиям обслуживания:

$$\varpi = \frac{M(\nu)}{\lambda} = \frac{P_0}{\mu} \frac{\varphi^n m^{n-1}}{n!(1-\varphi)^2} \qquad (17)$$

В заключение отметим, что характеристики СМО с ожиданием при её обслуживании одним ИМ, т. е. ИМ=1, есть частный случай рассматриваемой системы, т. е. при ИМ = п.

В третьей главе исследован риск поражения людей при авариях на химически опасных объектах промышленного и с.-х. производства; разработана методика оценки риска и оценки возможных убытков предприятия АПК.

Данные об авариях последних лет свидетельствуют, что несмотря на предпринимаемые усилия в большинстве стран в направлении повышения надежности технологических систем производств, количество аварий на различных объектах имеет тенденцию к значительному росту.

Наиболее опасными видами аварий являются аварии на предприятиях АПК со значительными запасами сильнодействующих ядовитых веществ (СДЯВ).

С целью выбора наиболее эффективных способов и средств снижения степени риска поражения людей при авариях необходимо знать, какова опасность при разных вариантах мероприятий по снижению степени риска.

Удобной формой оценки опасности является зонирование местности. Для этого на карте города изолиниями выделяют зоны с разной степенью опасности поражения.

Такая карта позволяет судить о степени риска поражения людей в каждой точке АПК.

При этом пренебрежимо малым риском считается такой уровень, ниже которого нет необходимости проведения каких-либо мероприятий по снижению опасности поражения. Максимально приемлемый риск - это уровень, который нельзя превосходить, каковы бы ни были расходы.

Область значений, лежащих между этими двумя уровнями, допускает уменьшение риска на основе компромисса между социальной выгодой и финансовыми возможностями.

Когда риск превышает пренебрежимо малый уровень, возникает необходимость снижения опасности, чего можно добиться несколькими способами:

- повысить надежность технологического оборудования ближайшего к опасной зоне химически опасного объекта;
- вывести этот объект за пределы города;
- изменить технологический цикл объекта с целью снижения запасов сильнодействующих ядовитых веществ;
- повысить защиту населения и запретить в опасной зоне строительство зданий и сооружений и т. п.

Окончательное решение по способу снижения степени риска может быть принято на основе сопоставления затрат ресурсов по каждому из вариантов.

Нами проводилась сравнительная оценка эффективности вложения денежных средств в различные аспекты снижения риска. При этом наиболее приемлемым критерием оценки степени риска поражения людей является вероятность поражения в заданной точке местности, определяемая с учётом

изменчивости параметров приземного слоя воздуха и количества выброшенного СДЯВ в процессе аварии.

Одной из наиболее удобных форм представления оценки указанной опасности может служить зонирование города по степени риска.

Поэтому нами рассматривалась процедура определения вероятности поражения людей при авариях на объектах АПК при известных данных по скорости и направлению ветра, температуре воздуха, степени вертикальной устойчивости приземного слоя воздуха и количеству выброшенного во время аварки СДЯВ.

Результатом долговременного прогноза может быть карта или план с изображением зон разной степени риска. В основе такого прогноза лежит методика определения вероятности поражения людей с учётом изменчивости параметров воздушной среды и количества вылившегося СДЯВ.

Тогда как оперативный прогноз применяется, когда авария произошла и известны её место, параметры воздушной среды и количество выброшенных СДЯВ. В задачи этого прогноза входит определение:

- размеров зоны поражения;
- возможных потерь среди населения.

При этом потери определялись нами по вероятности поражения токсическими веществами.

Нами рассмотрен процесс поражения человека при воздействии СДЯВ ингаляционным путём. Чем больше концентрация токсических веществ v в воздухе, тем больше степень поражения людей при прочих равных условиях. Заметим также, что степень поражения будет тем больше, чем продолжительнее пребывание человека в заражённом воздухе постоянной концентрации СДЯВ.

При переменной концентрации СДЯВ накопление токсодозы D(t) во времени (в интервале $t_н \ldots t_к$ определяется по формуле:

$$D(t) = \int_{t_н}^{t_к} v(t)dt \quad , \qquad (18)$$

если же при этом $v(t) = const$, то данный интеграл равен произведению концентрации на время t пребывания (экспозицию) человека в заражённом воздухе, т.е. токсодозе).

Заметим, что токсический эффект (сила воздействия) зависит от токсодозы, причём в токсикологии используется линейная зависимость:

$$\varpi = CD(t)\,\omega \qquad (19)$$

Зависимость вероятности поражения человека в точке местности с координатами x,y при известных исходных данных сводится к вычислению величины токсодозы, как правило, считается параметрическим законом поражения или функций: доза-эффект.

При этом методика определения вероятности поражения человека в точке города с координатами x,y при известных исходных данных сводится к вычислению величины токсодозы D(x,y) и определению поражения P [D(x,y)j.

В случае известной величины P[D(x,y)] в различных (1-x) точках математическое ожидание (м.о.) потерь M (средневзвешенная по вероятности величина потерь) среди населения города может быть определено по формуле:

$$M_i = \iint_{(F)} P[D(x,y)]\rho(x,y)dxdy, \qquad (20)$$

где F - область интегрирования (площадь части местности, в пределах которой возможно поражение людей при аварии на заданном объекте);

$\rho(x, y)$ - плотность размещения людей в окрестностях точки с координатами x,y.

Для i-го риска размер случайного убытка $\tilde{X}_i$ изменяется в пределах:

где a_i, b_i - соответственно минимальный и максимальный возможный риск по i-тому риску.

Размер общего (суммарного) случайного убытка $\tilde{Y}$ изменяется в пределах:

$$A = \sum_{i=1}^{n} a_i \le \tilde{Y} \le \sum_{i=1}^{n} b_i = B,$$

где и - число оцениваемых рисков.

При этом ожидаемый общий убыток определяется по формуле:

$$E\tilde{Y} = \sum_{i=1}^{n} E\tilde{x}_i,$$

где $E\tilde{Y}$ - математическое ожидание (м.о.) общего ущерба;

$E\tilde{x}_i$ - м.о. по i-му риску.

Наиболее вероятный убыток Y^* может быть определён на основе плотности распределений $f(Y)$ случайного суммарного убытка У из соотношения:

$$\underset{Y}{\max} f(Y) = f(Y^*)$$

Эта «наибольшая вероятность» может быть крайне мала, т. е. возможность наблюдения реального значения убытка в малом диапазоне $[Y^* - \varepsilon; Y^* + \varepsilon], 0 < e \le 1$ может иметь пренебрежительно малую вероятность.

В четвертой главе произведено моделирование системы для обеспечения безопасности в технологических процессах сельскохозяйственного производства

и разработана методика для повышения качества технологических процессов с учетом устойчивого развития объектов АПК.

По нашему мнению, каждый объект безопасности требует рассмотрения различных по своей физической природе составляющих, имеющих свои собственные наборы технико-экономических параметров, которые чаще всего несоизмеримы по всем видам атрибутики (единица измерения, метод, точность, масштаб и т.п.).

Это приводит к необходимости применить метод классификации информации и представить все составляющие в едином сравнимом виде (т.е. любая из составляющих информационных моделей характеризуется набором признаков, состоящих из двух частей - адресной и содержательной).

При этом в адресную часть входят, как правило, признаки, которые определяют пространственно-временные координаты объекта исследований, а в содержательную - наборы технико-экономических параметров.

Теснота взаимосвязей между параметрами системы устанавливается с помощью корреляционного или дисперсионного анализа.

При разработке информационной модели (например, типа "вход - процесс-выход") все параметры априори принимаются равнозначными. В связи с этим, приходится применять процедуру выбора (в ряде случаев) основных и наиболее существенных параметров и характеристик системы. Входная информация формируется в виде матрицы. При этом накладываются ограничения на размерность матрицы; алгоритм расчёта параметров и построения гистограмм распределения значений параметра сводится (для дискретной случайной величины) к следующему:

- определить число измерений данного параметра (п);
- рассчитать выборочное среднее;
- рассчитать выборочное среднеквадратичное отклонение;
- определить вероятности: $P_i = \frac{n_i}{n}$, где n_i - количество измерений равных i-му значению параметра x (i = 1... S).

S - количество значений, которое может принимать параметр x.

Затем используются алгоритмы расчёта коэффициентов для непрерывных случайных величин и выбора основных (существенных) параметров.

Отметим, что данные алгоритмы применяются ко всем парам системы из информационной модели. При этом параметры, входящие в пару могут быть:

- оба качественные;
- оба количественные;
- один количественный, а другой - качественный.

Примечание: На рис. 4 показана блок-схема алгоритма выбора основных параметров и характеристик системы.

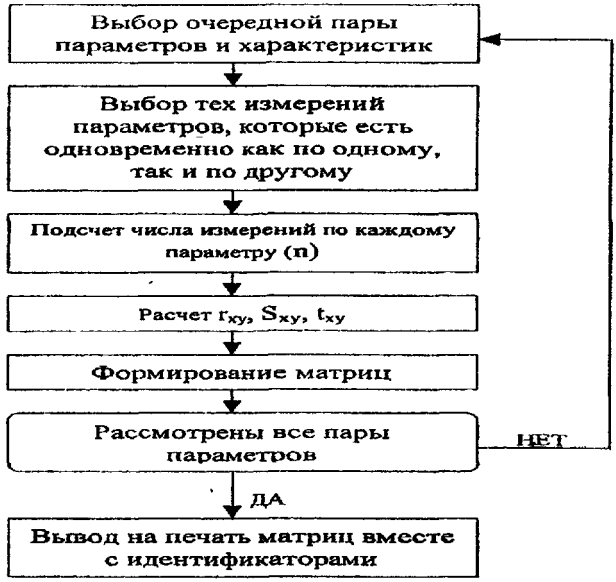

Рис. 4.Блок-схема алгоритма выбора основных параметров

В предложенном расчёте содержатся также алгоритмы построения таблиц абсолютных частот, оценок вероятности событий, условных распределений случайных величин, матриц расчета основных коэффициентов корреляций для различных параметров и характеристик. На наш взгляд, единые принципы информационного описания всех составляющих исследуемого технологического процесса позволяют представить различные по своей сущности и физической природе элементы в сравнимом виде для решения задач безопасности.

При этом изучение содержания составляющих, установление вида и характера взаимосвязей и выявление типажей условий труда могут, на наш взгляд, служить исходными предпосылками для формирования баз (данных и знаний).

В данном расчёте производилось формирование и вывод на печать вместе с идентификаторами следующих матриц: корреляционных, стандартных ошибок и нормированных отклонений матриц. Наличие вышеуказанных информационных баз позволит придать новое качество функции обеспечения, безопасности жизнедеятельности, переведя её в активную составляющую на стадии подготовки принятия решений в проектировании, разработке программы, сравнении результатов.

Кроме того, эти базы помогут реализовать алгоритмы технологии решения задачи обеспечения безопасности.

В пятой главе разработана методика оценки экономической эффективности инвестиций в устройства зашиты от вредных выбросов ТЭС и методы оценки экономической эффективности при проектировании устройства ПГО на вновь строящихся станциях. При этом условие выбора систем очистки газов является удовлетворение санитарным нормам на станциях.

Так, КПД устройств очистки должен подбираться таким образом, чтобы концентрация выбросов на уровне дыхания была ниже предельно допустимой. В этом случае критерием выбора могут быть минимум дисконтированных затрат с учётом ущерба, эквивалентного аннуитета, среднегодовых эквивалентных затрат.

Оптимизационные расчёты говорят о том, что при плате за выбросы в размере 4,2 руб./т (как в настоящее время), необходимо подбирать электрофильтр с КПД, равным 91,6% (рис. 7), что соответствует нижней границе ПДВ, а при удельном ущербе в 303 руб /т КПД должен быть равен 96,7.Для нахождения зависимости оптимального КПД от платы за выбросы рассмотрено 4 варианта платы: 4,2; 23,8; 303 и 550 руб./т. При этом в варианте, соответствующем ущербу в 4,2 руб /т, капитальные затраты и издержки будут в 1,83 раза, чем в варианте, соответствующем ущербу в 550 руб./т Низкий размер платы за выбросы приводит к необходимости при проектировании выбора вариантов с более низким КПД, т. к. при низких значениях платы за выбросы выюднее устанавливать очистные сооружения с меньшими габаритами, требующие меньших затрат. Правда, эю приводит к увеличению выбросов, приносящих ущерб ОПС, и повышению затрат на их компенсацию. В связи с этим приходится размер платы за выбросы устанавливать не ниже значения удельного ущерба.

Таблица 2

Оценка экономической эффективности

Показатель	Год										Всего
	0	1	2	3	4	5	6	7		10	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Снижение ущерба тыс руб		1230,4	1230,4	1230,4	1230	1230,4	1230,4	1230,4		1230,4	12 304
Инвестиции, тыс руб											
Акционерные	129,5										129,5
Заемные	129,5										129,5
Выплата кредита тыс руб		129,5									129,5
Капиталовложения. тыс руб	259										259
Инвестиции в основные фонды, тыс руб	259										259
То же в оборотные средства, тыс руб											
Ликвидационная стоимость, тыс руб											
Общие производств издержки тыс руб в т ч		413,6	404,3	404,3	404,3	404,3	404,3	404,3		404,3	4 052,3
аморти ационные		32 4	23 1	23 1	23 1	23 1	23,1	23 1		23 1	240 3
эксплуатационные		381 2	381 2	381,2	381 2	381 2	381 2	381 2		381 2	3 812

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Балансовая прибыль, тыс.руб.		816,8	826,1	826,1	826,1	826,1	826,1	826,1		826,1	8 251.7
Льготы по налогу на прибыль, тыс. руб.		129,5									129,5
Налогооблагаемая прибыль, тыс руб		687,3	826,1	826,1	826,1	826,1	826,1	826,1		826,1	8.122.2
Налог на прибыль, тыс руб		240,6	289,1	289,1	289,1	289,1	289,1	289,1		289 1	2 842 5
Чистая прибыль, тыс. руб.		576,2	537	537	537	537	537	537		537	5 409.2
Выплата процентов по кредитам, тыс руб.		5,2									5 2
Дивиденды, тыс руб		5,2	5,2	5,2	5,2	5.2	5,2	5,2		5 2	52
Поток наличности, тыс руб.		468,7	554,9	554,9	554,9	554,9	554,9	554,9		554,9	5 462,8
Наличие свободных средств, тыс руб		608,6	560,1	560,1	560,1	560,1	560,1	560,1		560,1	5 649,5
То же нарастающим итогом, тыс. руб		608,6	1.168,7	1.728,8	2.288,9	2.849,0	3 409,1	3.969,2		5.649,5	31 290,5
Поток чистых платежей на акционерный капитал, тыс.руб.		473,9	560,1	560,1	560,1	560,1	560,1	560,1		560,1	5 385,3
Поток чистых платежей объекта в целом, тыс руб		608,6	560,1	560,1	560,1	560,1	560,1	560,1		560,1	5 390,5
ЧДД на акционированный капитал, тыс. руб	-129,5	430,8	462,9	420,8	382,6	347,8	316,2	287,4		215,9	3 233 7
То же объекта, тыс. руб	-259	553,3	462,9	420,8	382,6	347,8	316,2	287,4		215,9	3 226,7
Накопленная ЧДД, тыс. руб.	-259	294,3	757,2	1.178	1.560,6	1.908,4	2 224,6	2.512		3 226,7	
ВНД объекта капитала, %	229,3										

Таблица 3

Зависимость ЧДД от платы за выбросы

ЧДД, тыс. руб.	Плата, руб./т	Срок окупаемости, годы
1	2	3
-3.102	4,2	Не отпускается
-3.316	21,3	То же
0,1	102,0	25,0
3.226	303,0	0,5

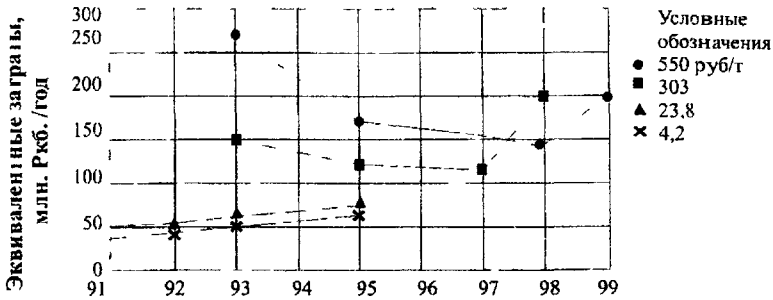

Рис. 5. Выбор оптимального значения КПД

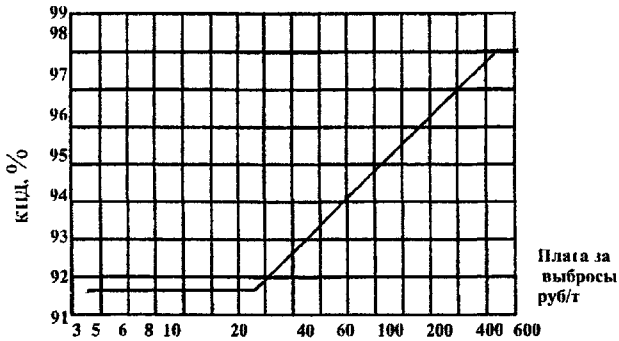

Рис. 6. Зависимость оптимального КПД от платы за выбросы

Шестая глава посвящена разработке алгоритма расчета и оценке опасности возникновения аварий и катастроф в ЧС и методы оценки степени риска при авариях на объектах АПК с помощью теории надежности, а также разработке методики оптимального планирования эксперимента при исследовании новой техники на объектах АПК

Меры, направленные на повышение безопасности при ЧС, принято делить на 2 категории:

- мероприятия, проводимые после возникновения ЧС (т.е. оперативные мероприятия, которые сводятся к защите населения и ликвидации последствий ЧС);

- мероприятия, проводимые заблаговременно (например, повышение надежности технологического оборудования на потенциально опасных объектах; снижение запасов опасных веществ на объектах; вывод опасного объекта за пределы города; заблаговременные мероприятия по защите населения).

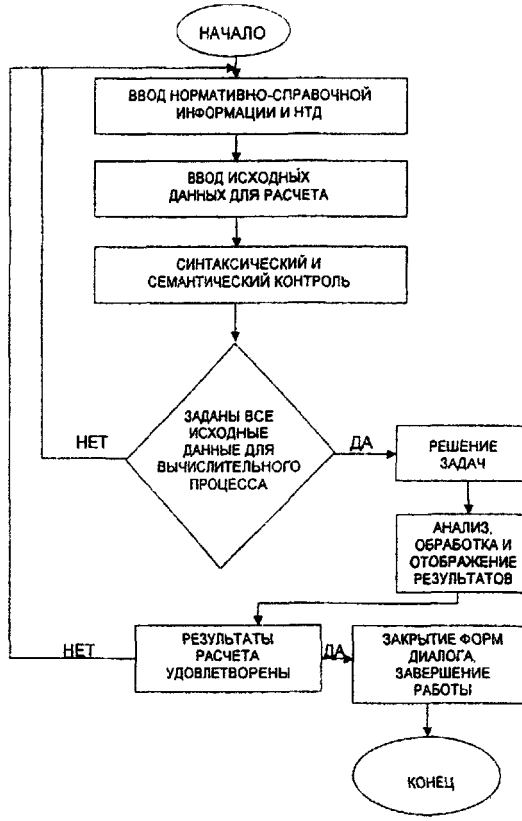

Рис. 7. Логическая схема функционирования программного комплекса

При этом главное затруднение на этом пути - ограниченные возможности финансирования. В этой связи важно выявить возможности наиболее эффективного использования денежные средства для снижения степени риска поражения людей и нанесения материального ущерба.

Следует отметить, что для некоторых отраслей промышленности и сельского хозяйства они составляют 20...25% от общих расходов на создание производства.

Известные в настоящее время детерминистические методы оценки опасности дают значение опасности только для одной реализации исходных данных без оценки вероятности характеристик, которые могут изменяться в широких пределах.

Кроме того, отсутствуют признанные критерии оценки эффективности финансирования мер по повышению безопасности при ЧС (несмотря на развитие теоретических основ системы управления риском, позволяющих

оценить эффективность решений в области обеспечения безопасности и определить приемлемый уровень риска).

Сложность и многообразие связей, затруднения в получении исходных данных (в частности, по влиянию финансирования той или иной деятельности на продолжение жизни людей) могут приводить к неадекватным результатам.

При этом возникает необходимость в разработке дополнительных критериев, которые позволяли бы сравнительно просто, но с достаточной точностью производить оценку эффективности различных мероприятий по снижению опасности при ЧС.

Пусть задано несколько возможных мероприятий по снижению риска и требуется определить рациональные объемы выполнения этих мероприятий.

Ограничительным, т.е. дисциплинирующим, условием здесь может выступить количество денежных средств, выделяемых на данном этапе проведения мер. В качестве показателя эффективности можно использовать величину потерь среди населения. Заметим, что оптимальным будет решение, при котором указанный показатель примет минимальное значение.

При этом возможные потери среди населения - случайная величина, зависящая от ряда других случайных величин.

Так, например, при авариях на химически опасных объектах величина потерь зависит от количества вылившегося при аварии СДЯВ, а также от направления и скорости ветра, степени вертикальной устойчивости и температуры приземного слоя воздуха. Поэтому величину возможных потерь целесообразно выражать математическим ожиданием, т.е. средневзвешенной по вероятности величиной потерь.

Поскольку заранее трудно определить, какая сумма денежных средств для указанных целей будет выделена, то в качестве критерия следует выбирать такой показатель эффективности, который решил бы эту задачу, причем независимо от выделяемых средств.

Величина потерь среди населения M(N) монотонно уменьшается с увеличением затрат. Следовательно, с позиции данного критерия, чем больше затраты на проводимые мероприятия, тем лучше.

Другим критерием может служить стоимость проводимых мероприятий. Этот критерий, наоборот, требует, чтобы стоимость была бы как можно меньше.

Таким образом, требования этих критериев противоречат друг другу и не позволяют прийти к окончательному решению.

В нашем случае, при выборе критерия мы будем исходить из того, что денежные средства выделяются на повышение безопасности при ЧС поэтапно.

При этом на каждом этапе происходит определенное снижение степени риска. Задача заключается в том, чтобы на каждом этапе достигался наибольший эффект использования денежных средств, выражающийся в наибольшем количестве предотвращенных потерь.

В ряде источников рекомендуется в аналогичных случаях использовать критерий, который применительно к рассматриваемой задаче имеет вид:

$$\eta_i = \frac{C_i}{Mo(N) - M_i(N)}, \qquad (21)$$

где C_i - размер затрат на проведение i-го мероприятия;

$Mo(N)$ - математическое ожидание (м.о.);

$M_i(N)$ - то же, но после проведения i-го мероприятия.

Заметим, что величина rj_i представляет собой затраты на предотвращение поражения одного человека в результате проведения комплекса мер или одного мероприятия или - стоимость одного спасенного. Тогда как, обратная величина $1/77_г$ представляет собой количество спасенных от гибели (или поражения) людей на единицу денежных затрат.

При этом стоит задача снижения не только потерь среди населения, но и величины возможного материального ущерба.

Оценку эффективности в этом случае нужно производить раздельно, т.е. оценку по снижению степени риска гибели (поражения) людей производить по критерию (21) а оценку эффективности по снижению ущерба - по критерию:

$$v_i = \Delta Mi(Syi) - Ci \quad ;$$

$$\Delta M_i(Sy_i) = Mo(Sy) - M_i(Sy_i) \qquad \textbf{(22)}$$

где C_i - стоимость i-го мероприятия по снижению ущерба;

$\Delta M_i(Sy_i)$ -- математическое ожидание (м.о.)

$Mo(Sy)$ и $M_i(Sy_i)$ - соответственно м.о. стоимости ущерба без и в результате i-го мероприятия.

Заметим, что рассматриваемое i-ое мероприятие целесообразно проводить лишь при условии $Vj > 0$. При этом чем больше величина v,, тем выше эффективность i-го мероприятия. Выполнение вышеуказанного неравенства означает, что в результате проведения данного мероприятия происходит снижение стоимости нанесенного ущерба в среднем больше, чем стоимость самого мероприятия.

Если раздельное рассмотрение критериев (21) и (22) приводит к заключению о нецелесообразности i-го мероприятия, может быть оправдано применением комплексного критерия, учитывающего как возможные поражения людей, так и ущерб:

$$\mu_i = \frac{C_i - \Delta Mi(Syi)}{Mo(N) - M_i(N)} \qquad \textbf{(23)}$$

Критерий (22) применим только в случае соблюдения условия v,< 0. Смысл этого критерия такой же, как и критерия (21) с той лишь разницей, что при определении этого критерия из стоимости проведения i-ого мероприятия вычитается математическое ожидание снижения стоимости ущерба. Для использования критериев (21) и (22) необходимо располагать методиками по

определению м.о. потерь среди населения $Mo(N)$, $M_t(N)$, м.о. снижения стоимости ущерба $\Delta Mi(Syi)$, а также м.о. ущерба.

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ

1. Исследованы основные компоненты и состояния экологической системы «Человек-Среда обитания» с определением показателей надежности и безопасности системы.

2. Выполнено математическое моделирование системами массового обслуживания (СМО), воспроизводящих реальные процессы при функционировании исследуемых АСУ на объектах АПК, на основе синтеза этих эколого-технологических систем.

3. Разработана методика оценки риска поражения людей и возможных убытков на предприятиях АПК с выработкой рекомендаций для его уменьшения и обеспечения минимума экономических потерь, предложено математически обоснованное эвристичекое правило оценки случайного ущерба в зависимости от степени и характере риска.

4. Разработана методика повышения качества эколого-технологических процессов с учётом устойчивого развития АПК, путём моделирования АСУ, обеспечивающей её безопасность в условиях техногенных нагрузок.

5. Определены основные параметры и характеристики информационной модели «Вход-Процесс-Выход» применительно к системам автоматизированного проектирования реальных эколого-технических систем на предприятиях АПК.

6. Разработана методика оценки экономической эффективности действующих объектов АПК по защите от вредных выбросов ТЭС и при проектировании вновь строящихся станций. Расчёты показывают, что при плате за выбросы в размере 4,2 руб/т (как в настоящее время), следует подбирать фильтры с КПД равным 91,6%, а при ущербе в 303 руб./т КПД должен быть равен 96,7%.

7. Дана оценка опасности возникновения аварий и катастроф в ЧС и разработаны методы оценки степени риска при авариях на объектах АПК, Установлена возможность экспериментальной проверки гипотезы о применимости закона Пуассона к конкретному виду аварий. Значения вероятности аварии и риска возможной аварии приведены в таблицах.

8. Разработаны методика и алгоритм оптимального планирования эксперимента при исследовании новой техники в условиях сельскохозяйственного производства с целью повышения устойчивости системы и продлении её функционирования.

<u>Основные положения диссертации опубликованы в следующих работах:</u>

1. Иванов Б.В., Большаков Н.А., Пряхин В.Н., Жуйков Ю.Ф. Математические методы анализа уровня развития УПИСП на предприятиях

АПК- Материалы Междунар н.-п. конфер. ('Проблемы экологии и безопасности жизнедеятельности». Под ред. д.т.к., проф. В.Н. Пряхина. - М.: Норма, 2003, Вып. 4. - с. 49-50.

2. Иванов Б.В., Большаков Н.А., Зилонов М.О., Пряхин В.П., Жуйков Ю.Ф. Исследование и разработка систем массового обслуживания для объектов АПК: Материалы Междунар. н.-п. конфер. «Проблемы экологии и безопасности жизнедеятельности»/ Под ред. д.т.н., проф. В.Н. Пряхина. - М.: Норма, 2003, Вып. 4. с. 126-127.

3. Иванов Б.В., Большаков Н.А., Зилонов М.О., Пряхин В.Н., Жуйков Ю.Ф. Системная концепция организации управления уровня развития и совершенствования продукции на объектах агропромышленного комплекса. - Аспирант и соискатель. - М.: Изд. «Компания Спутник+»; 2003, № 5, с. 216-218.

4. Большаков Н.А., Зилонов М.О., Иванов Б.В., Пряхин В.Н., Жуйков Ю.Ф. Расчет надежности котельной промпредприятия: Материалы международной н.-п. конференции «Проблемы экологии и безопасности жизнедеятельности»/ Под ред. д.т.н., проф. В.Н. Пряхина. - М.: Норма, 2003, 2003, Вып. 4. - с. 60-61.

5. Большаков Н.А., Зилонов М.О., Иванов Б.В., Пряхин В.Н., Жуйков Ю.Ф. Пространственные распределения отказов, возникающие в стохастических системах: Материалы Междунар. н.-п. конфер. «Проблемы экологии и безопасности жизнедеятельности»/ Под ред. д.т.н., проф. В.Н. Пряхина. - М.: Норма, 2003, Вып. 4. - с. 11 -113.

6. Большаков Н.А., Зилонов М.О., Иванов Б.В., Пряхин В.Н., Жуйков Ю.Ф. Вероятностное прогнозирование в условиях сельскохозяйственного производства. - Аспирант и соискатель. - М.: Изд-во «Компания Спутник+»; 2003, № 5, с. 213-215.

7. Зилонов М.О., Большаков Н.А., Иванов Б.В., Пряхин В.Н., Жуйков Ю.Ф. К вопросу моделирования реальных автоматизированных систем, представленных в виде СМО: Материалы Междунар. н.-и. конфер. «Проблемы экологии и безопасности жизнедеятельности». - М.: Норма, 2003, Вып. 4, с. 170-171.

8. Пряхин В.Н., Черненко Л.П., Большаков Н.А., Иванов Б.В., Буданов А.Н. К вопросу прогнозирования аварий и катастроф на объектах промышленности и с.-х. производства: Материалы Междунар. н.-п. конфер. «Проблемы экологии и безопасности жизнедеятельности». - М.: Норма, 2002, Вып.3-с. 212-213.

9. Пряхин В.Н., Ткачев Г.А., Большаков Н.А., Иванов Б.В. Моделирование замкнутых систем массового обслуживания с конечным числом заявок. - Естественные и технические науки. - М.: Изд-во «Компания Спутник+»; 2003, № 6, с. 165-169.

05.12-05.13

Оригинал-макет подписан к печати 24.01.2005 г.
Формат 60x84 1/16 Печать офсетная. Объем 1,0 п.л.
Тираж 100 экз. Зак. 47

Издательство РГАЗУ
143900, Балашиха 8 Московской области

253