

ОСОБЕННОСТИ ПОСТРОЕНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫМ ПРЕДПРИЯТИЕМ

*Черниговский государственный технологический университет, Чернигов, Украина

**Институт проблем математических машин и систем НАН Украины, Киев, Украина

Анотація. Наведено підхід до побудови автоматизованої системи керування сільськогосподарським підприємством як системою керування технологічним процесом та його регулюванням. Виокремлено основні напрями та задачі для ефективного керування аграрним підприємством.

Ключові слова: інформаційні технології, автоматизація управління, агрофірма.

Аннотация. Приведен подход к построению автоматизированной системы управления сельскохозяйственным предприятием как системой управления технологическим процессом и его регулированием. Выделены основные направления и задачи для эффективного управления аграрным предприятием.

Ключевые слова: информационные технологии, автоматизация управления, агрофирма.

Abstract. An approach of construction of automated control system of agricultural enterprise as industrial process control system and its regulation is shown. The main directions and tasks for the efficient management of agricultural enterprise are allocated.

Keywords: information technologies, control automation, agroindustrial firm.

1. Введение

Передовые исследователи агроинженерной науки и производства отмечают, что основными направлениями исследований в ближайшей перспективе будут автоматизация и роботизация управления сельскохозяйственными и производственными процессами, а также разработка интегрированного компьютерного обеспечения для технико-экономического обоснования хозяйственной деятельности с учетом местных условий [1].

На сегодня практика использования информационных технологий сельскими товаропроизводителями показывает, что акцент при формировании системы информационного обеспечения управления сделан на реализации функций бухгалтерского и управленческого учета, тогда как функция управления технологическими процессами реализуется традиционными методами [2].

Вместе с тем, автоматизированная система управления сельскохозяйственным предприятием (АСУ СХП) – это, прежде всего, система управления. Ее назначение – УПРАВЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПРОЦЕССОМ и его РЕГУЛИРОВАНИЕ.

На этом сделан основной акцент в описываемой ниже АСУ СХП.

2. АСУ СХП как система управления

Протекание всякого технологического процесса характеризуется некоторой совокупностью физико-химических и экономических величин – показателей процесса.

Для правильного протекания процесса на некоторые из этих величин должны быть наложены определенные условия, например:

- сохранение постоянного значения;
- удержание в заданных пределах;
- изменение по заданному закону.

Совокупность операций, необходимых для запуска и остановки процесса, а также для поддержания или изменения в требуемом направлении величин, характеризующих

процесс, называется управлением. Совокупность операций управления, которые относятся к поддержанию или изменению показателей процесса, представляют собой регулирование.

В условиях СХП все используемые технологии подчинены целям получения как можно большего объема сельскохозяйственной продукции при минимизации или ограничениях затрат. Это, прежде всего, относится к технологиям, используемым при выращивании продукции сельскохозяйственной культуры одного сорта с одного паспортизированного поля. Они охватывают стадии подготовки почвы и посева, стадию выращивания культуры, стадию сбора и транспортировки в хранилища урожая.

Управление выращиванием сельскохозяйственной культуры – это целенаправленное воздействие на почву и выращиваемую культуру посредством выполнения определенных сельскохозяйственных работ и составляющих их технологических операций с целью получения наибольшего экономического эффекта от реализации выращенной продукции.

АСУ СХП является сложной системой. Теория управления сложной системой включает [3]:

1) теорию информационных устройств, связанную со сбором и переработкой информации, необходимой для управления системой человеком;

2) теорию автоматического управления, связанную с управлением системой без непосредственного участия человека.

Автоматическим регулированием называется поддержание постоянной, удержание в заданном диапазоне или изменение по заданному закону некоторой величины, характеризующей процесс, осуществляемый при помощи измерения состояния объекта или действующих на него возмущений и воздействия на регулирующий орган объекта.

Управление охватывает большой круг задач. Под автоматическим управлением понимается автоматическое осуществление совокупности воздействий, выбранных из множества возможных на основании определенной информации и направленных на поддержание или улучшение функционирования управляемого объекта в соответствии с целью управления.

Сравнивая определения управления и регулирования, можно заметить, что задачи регулирования входят в состав задач управления. Кроме того, задачи автоматического управления охватывают такие вопросы, как:

– адаптация (самонастройка системы управления в соответствии с изменением параметров объекта или внешних воздействий);

– формирование оптимальных управляющих воздействий;

– автоматический выбор наилучших режимов из нескольких возможных;

– ряд других задач, не входящих в круг задач автоматического регулирования.

Состояние объекта определяется рядом величин, характеризующих как воздействие на объект внешней среды и управляющих устройств, так и протекание процессов внутри самого объекта (рис. 1).

$$\vec{Q} = \{q_1, q_2, \dots, q_k\}, \vec{\Psi} = \{\psi_1, \psi_2, \dots, \psi_l\},$$

где \vec{U} – управляющее (регулирующее) воздействия, $\vec{F}(\vec{Q}, \vec{\Psi})$ – возмущающие воздействия, \vec{Q} – нагрузка, $\vec{\Psi}$ – помехи, \vec{Z} – координаты (величины), характеризующие состояние объекта, \vec{X} – управляемые (регулируемые) координаты (величины).

Одни из этих величин измеряются в процессе работы и называются контролируемыми. Другие, влияющие на режим работы объекта, не измеряются и называются неконтролируемыми.

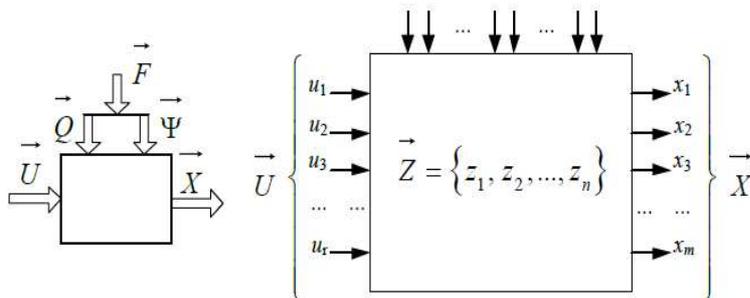


Рис. 1. Информационная структура объекта управления

Величины, выражающие внешние влияния на объект, называются воздействиями. Воздействия, вырабатываемые управляющим устройством (регулятором) или задаваемые человеком, называются управляющими (регулирующими) воздействиями. Воздействия на объект, не зависящие от системы управления, называются возмущающими воздействиями (возмущениями).

Возмущения можно разделить на два вида:

- нагрузка;
- помехи.

Наличие изменяющейся во времени нагрузки обусловлено работой объекта, от нее объект принципиально не может быть защищен (производительность объекта).

Помехи бывают связаны с нежелательными побочными явлениями, и всякое их уменьшение улучшает работу объекта. Совокупность как контролируемых, так и неконтролируемых величин, однозначно характеризующих состояние объекта и обозначенная вектором $\vec{Z} = \{z_1, z_2, \dots, z_n\}$, образует координаты состояния. Отдельные координаты векторов \vec{Z} и \vec{X} могут совпадать, при этом $m < n$.

Применительно к СХП состояние поля как объекта управления может быть представлено в виде шести составляющих:

$$\vec{Z} = \langle \vec{Z}_1, \vec{Z}_2, \vec{Z}_3, \vec{Z}_4, \vec{Z}_5, \vec{Z}_6 \rangle, \quad (1)$$

где \vec{Z}_1 – вектор характеристик состояния почвы;

\vec{Z}_2 – вектор характеристик состояния развития посевов;

\vec{Z}_3 – вектор характеристик засоренности посевов;

\vec{Z}_4 – вектор характеристик заболеваемости посевов;

\vec{Z}_5 – вектор зараженности поля вредителями;

\vec{Z}_6 – вектор характеристик состояния выполнения работ.

Контролируемые величины, характеризующие состояние объекта, по которым ведется управление или регулирование, называются управляемыми или регулируемыми величинами. Обычно управляемые (регулируемые) величины в той или иной степени характеризуют качественные показатели процесса в управляемом (регулируемом) объекте.

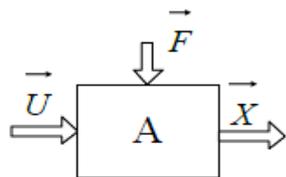


Рис. 2. Структурная схема объекта управления

1. Координаты векторов \vec{U} и \vec{X} будем называть соответственно управляющими и управляемыми координатами.

2. Координаты векторов $\vec{F} : (\vec{Q}, \vec{\Psi})$ – координатами внешних возмущающих воздействий.

3. Координаты векторов $\vec{Z} = \{z_1, z_2, \dots, z_n\}$ – координатами состояния.

Переменные $\vec{X}, \vec{U}, \vec{F}$ в зависимости от природы объекта (рис. 2) связаны различными математическими зависимостями

(дифференциальными, интегральными или разностными уравнениями) в общем виде:

$$\vec{X} = A\{\vec{U}, \vec{F}\}, \quad (2)$$

где A – оператор, определяющий вид зависимости.

Применительно к технологиям выращивания сельскохозяйственной продукции интерпретациями выше приведенных показателей будут:

– для \vec{U} – состав работ и технологических операций, использованных при выращивании сельскохозяйственной культуры на поле;

– для \vec{F} – внешние воздействующие факторы в виде неблагоприятных погодных условий, нарушений ресурсных ограничений, неблагоприятных воздействий человеческого фактора на качество выполнения работ и др.;

– для \vec{X} – состояние посевов/урожая на всех стадиях выращивания посевов и уборки урожая.

Если известно математическое описание объекта, то известна и система уравнений, связывающая управляемые (регулируемые) координаты \vec{X} со всеми внешними воздействиями (\vec{U}, \vec{F}) .

При известных начальных условиях эта система уравнений дает возможность по заданным внешним воздействиям (\vec{U}, \vec{F}) найти вектор состояния \vec{Z} и выходные управляемые (регулируемые) координаты \vec{X} .

3. Классификация объектов управления

Будем классифицировать объекты управления исходя из особенностей их свойств:

1) по размерности координат объекта.

Если объект характеризуется одной управляющей (регулирующей) и одной управляемой (регулируемой) координатами, то есть векторы \vec{U} и \vec{X} одномерные, то объект называется простым или одно-

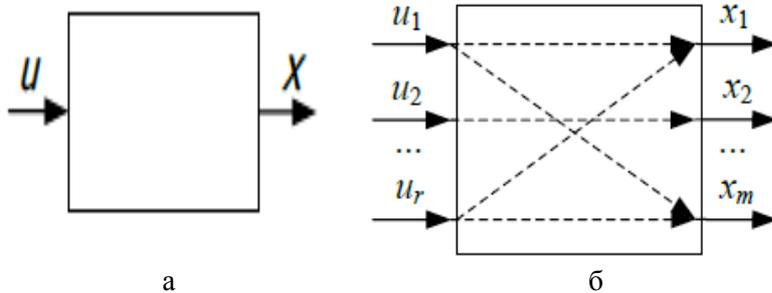


Рис. 3. Простой (односвязный) объект (а) и многомерный (многосвязный) объект (б)

связным (рис. 3а). При наличии нескольких взаимосвязанных координат векторов \vec{U} и \vec{X} объект называется многомерным или многосвязным (рис. 3б);

2) по виду математического описания.

Если объект описывается линейным дифференциальным уравнением, то объект называется линейным. При описании объекта нелинейным дифференциальным уравнением объект называют нелинейным;

3) по признаку устойчивости.

Объекты управления могут быть устойчивыми (с самовыравниванием), неустойчивыми и нейтральными (без самовыравнивания).

Реакция на импульсное входное воздействие устойчивого объекта такова, что после кратковременного внешнего воздействия он с течением времени возвращается к исходному или близкому к нему состоянию.

В неустойчивом объекте по окончании воздействия, как бы мало оно ни было, управляемая координата продолжает изменяться.

Нейтральными объектами являются такие объекты, в которых по окончании воздействия устанавливается новое состояние равновесия, отличное от первоначального и зависящее от произведенного воздействия.

Для сельскохозяйственного объекта, в зависимости от состояния его пребывания, характерны все три способа поведения. Однако для построения автоматизированной системы управления сельскохозяйственным предприятием важно выделить присущие ему специфические особенности.

С нашей точки зрения, особенностями СХП как объекта управления, оказывающими влияние на автоматизацию управления, являются:

1. Распределенность объекта управления:

– слаборазвитая инфраструктура систем связи и компьютеризации (недостаточное количество вычислительной техники в сельской местности, слабое радиопокрытие территории, недостаточная надежность каналов связи радиосети);

– необходимость учитывать пространственные факторы при выполнении операций (геометрические размеры полей);

– необходимость учета пространственных факторов при обеспечении ресурсами (сосредоточение техники и людского ресурса в местах выполнения операций требует времени и расхода ресурсов);

– дороговизна и низкое качество первичной информации, полученной методами дистанционного зондирования земли (ДЗЗ);

– определенные трудности вызывает применение датчиков и других устройств сбора первичной информации в полевых условиях.

2. Сильное воздействие на систему внешних факторов (погодные условия, менталитет персонала, влияние социальной среды, качество используемых ресурсов, качество выполнения работ). В этом смысле собственно выполнение сельскохозяйственных работ может быть описано моделями функционирования вычислительного комплекса в условиях информационных атак.

3. Относительная нестрогожность к срокам выполнения работ (допускаемая размытость или нечеткость по отношению времени начала их выполнения и их длительности сопоставима со временем сосредоточения техники в месте выполнения работ).

Эти особенности оказывают существенное влияние на функциональность и алгоритмизацию функций системы автоматизированного управления СХП.

Прежде чем приступить к анализу системы управления, приведем ряд определений из теории автоматического регулирования:

1) автоматическое поддержание заданного закона изменения показателей процесса называется автоматическим регулированием. Изменяемые по заданному закону показатели процесса называются регулируемыми величинами или регулируемыми координатами;

2) автоматическое устройство, осуществляющее автоматическое регулирование, называется автоматическим регулятором;

3) совокупность регулируемого объекта и автоматического регулятора образует систему автоматического регулирования (САР);

4) совокупность объекта управления и управляющего устройства называется системой автоматического управления (САУ);

5) алгоритм функционирования САУ показывает, как должна изменяться управляемая (регулируемая) величина (либо вектор \vec{X}) по требованиям технологии, экономики или по другим соображениям без учета динамических искажений.

В теории автоматического управления (регулирования) алгоритм функционирования считают заданным.

Алгоритм функционирования САУ задается видом «уставки» (то есть требуемым характером управляемой величины).

Применительно к процессам выращивания сельскохозяйственной продукции «уставкой» может служить жизненный цикл развития растения, показывающий последовательность стадий развития растения в привязке (абсолютной или относительной) ко времени его выращивания.

Алгоритм управления (регулирования) показывает, как должно изменяться управляющее (регулирующее) воздействие $u(t)$ либо вектор \vec{U} , чтобы обеспечить заданный алгоритм функционирования $x(t)$ либо вектор \vec{X} (рис. 4).

4. Принципы управления

В основе построения систем автоматического/автоматизированного управления (регулирования) лежат некоторые фундаментальные принципы управления (регулирования), определяющие, каким образом осуществляется увязка алгоритмов функционирования и управления (регулирования).

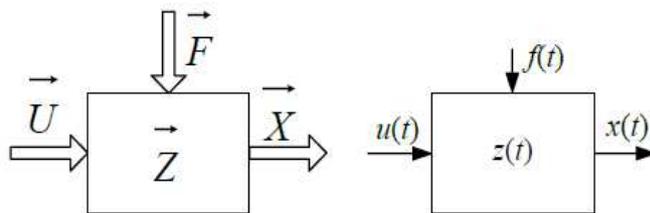


Рис. 4. Структурная схема алгоритма управления

В настоящее время в технике известны и используются три фундаментальных принципа управления (регулирования):

– принцип разомкнутого управления (регулирования);
 – принцип компенсации возмущений – управление (регулирование) по возмущению;
 – принцип обратной связи – управление (регулирование) по отклонению.

- принцип разомкнутого управления (регулирования);
- принцип компенсации возмущений – управление (регулирование) по возмущению;
- принцип обратной связи – управление (регулирование) по отклонению.

4.1. Принцип разомкнутого управления

Сущность принципа состоит в том, что алгоритм управления вырабатывается только на основе заданного алгоритма функционирования и не контролируется другими факторами – фактическим значением управляемой величины или величиной возмущения. Общая функциональная схема системы представлена на рис. 5, где ЗАФ – задатчик алгоритма функционирования, БУ – блок управления.

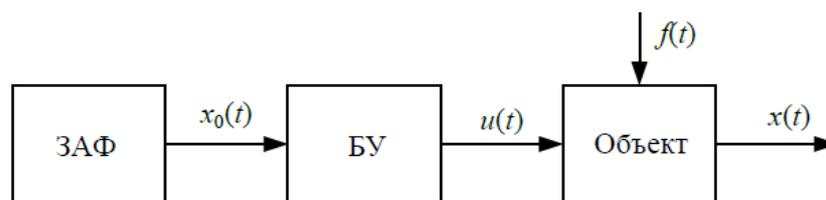


Рис. 5. Функциональная схема разомкнутого управления

4.2. Принцип компенсации возмущений (управление по возмущению)

Для повышения точности управления можно, измерив возмущения, ввести по результатам измерения коррективы в алгоритм управления, которые компенсировали бы вызываемые возмущениями отклонения алгоритма функционирования. На рис. 6 изображена функциональная схема системы управления по возмущению, где О – объект, К – компенсирующее устройство.

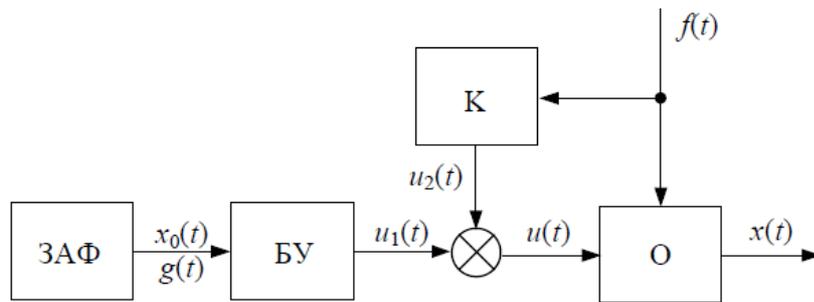


Рис. 6. Функциональная схема системы управления по возмущению

Системы управления (регулирования) по возмущению в сравнении с системами, действующими по отклонению, отличаются обычно большими устойчивостью и быстродействием. К их недостаткам относятся трудность измерения возмущений, неполный учет возмущений.

4.3. Принцип обратной связи. Управление по отклонению

Систему можно построить так, чтобы точность выполнения алгоритма функционирования обеспечивалась и без измерения возмущений.

В этом случае коррективы в алгоритм управления вносятся по фактическому значению регулируемой величины. На рис. 7 изображена функциональная схема системы управления по отклонению.

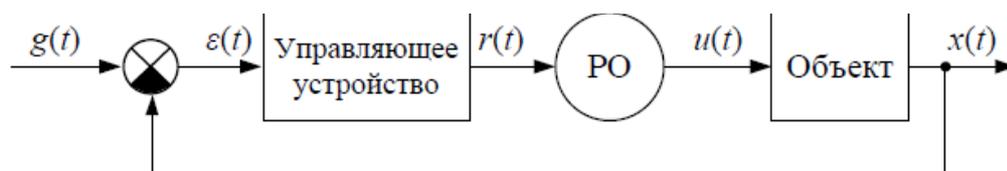


Рис. 7. Функциональная схема системы управления по отклонению

Схема имеет вид замкнутой цепи, что дало основание назвать осуществляемый в ней принцип принципом управления по замкнутому контуру. Так как направление передачи воздействий в дополнительной связи обратно направлению передачи основного воздействия на объект, эту цепь называют цепью обратной связи.

В соответствии с этим принципом воздействие на регулирующий орган объекта (РО) вырабатывается как функция отклонения $\varepsilon(t)$ управляемой величины $x(t)$ от уставки $g(t)$:

$$\begin{aligned} r(t) &= F(\varepsilon), \\ \varepsilon(t) &= g(t) - x(t). \end{aligned} \quad (4)$$

Функция $F(\varepsilon)$ должна быть неубывающей функцией $\varepsilon(t)$ и быть одного знака с ε . Кроме ε , аргументами F могут быть также производные и интегралы ε по времени.

Управление (регулирование) в функции отклонения при упомянутых требованиях к функции $F(\varepsilon)$ называется управлением (регулированием) по отклонению.

Управляющее устройство в этом случае называется автоматическим регулятором.

Обратная связь, образуемая регулятором, называется главной обратной связью. Могут быть и местные обратные связи.

Наиболее эффективными являются системы автоматического управления, реализующие совместно и принцип обратной связи (управление по отклонению), и принцип компенсации возмущений (управление по возмущению), так называемые комбинированные САУ (САР). На рис. 8 приведена функциональная схема такой системы.

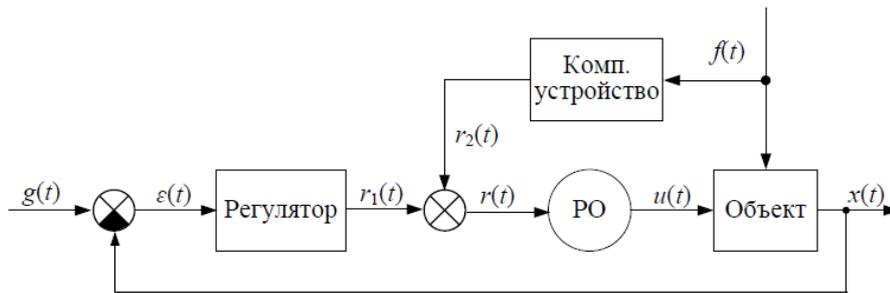


Рис. 8. Функциональная схема комбинированной САУ

5. Алгоритм управления

Алгоритм функционирования САУ показывает, как должна изменяться управляемая величина по требованиям технологии без учета динамических искажений.

Алгоритм управления (регулирования) показывает, как должно изменяться управляющее (регулирующее) воздействие $r(t)$, чтобы обеспечить заданный алгоритм функционирования $x(t)$.

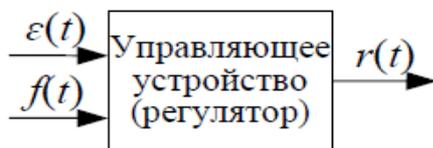


Рис. 9. Управляющее устройство

Законом (алгоритмом) управления (регулирования) называют математическую зависимость выходной координаты регулятора $r(t)$ от отклонения $\varepsilon(t)$ от ее уставок, внешнего возмущения $f(t)$, действующего на объект в управлении, и других величин (рис. 9).

Входящие в алгоритм величины определяют принципы управления (регулирования).

- 1) комбинированный принцип управления (регулирования):

$$r(t) = F(\varepsilon, \varepsilon', \varepsilon'', \dots, \varepsilon^m, \dots, \int \varepsilon dt, \dots, f, f', \dots, \int f dt, \dots); \quad (5)$$

- 2) принцип управления (регулирования) по возмущению:

$$r_1(t) = F_1(f, f', \dots, \int f dt, \dots); \quad (6)$$

- 3) принцип управления (регулирования) по отклонению:

$$r_2(t) = F_2(\varepsilon, \varepsilon', \varepsilon'', \dots, \int \varepsilon dt, \dots). \quad (7)$$

Автоматический/автоматизированный регулятор, действующий по отклонению, обязательно реагирует на ε , стремясь ее уменьшить.

Введение в закон регулирования остальных величин (например, производных и интегралов от ε по времени) играет вспомогательную роль (используется как коррекция качества регулирования).

В инженерной практике нашли наибольшее применение так называемые типовые алгоритмы (законы регулирования):

- 1) пропорциональный – П:

$$r(t) = k_R \varepsilon(t); \quad (8)$$

- 2) пропорционально-интегральный – ПИ (пропорциональный с воздействием по интегралу (изодромный)):

$$r(t) = k_R \varepsilon(t) + \frac{k_R}{T_u} \int_0^t \varepsilon(t) dt; \quad (9)$$

3) пропорциональный с воздействием по интегралу и первой производной – ПИД (пропорционально-интегрально-дифференциальный):

$$r(t) = k_R \varepsilon(t) + \frac{k_R}{T_u} \int_0^t \varepsilon(t) dt + k_R T_o \frac{d\varepsilon(t)}{dt}; \quad (10)$$

4) интегральный – И:

$$r(t) = \frac{k_R}{T_u} \int_0^t \varepsilon(t) dt; \quad (11)$$

5) пропорциональный с воздействием по первой производной – ПД (пропорционально-дифференциальный):

$$r(t) = k_R \varepsilon(t) + k_R T_o \frac{d\varepsilon(t)}{dt}, \quad (12)$$

где k_R – коэффициент пропорциональности;

T_u – время издрома (время интегрирования);

T_o – время предварения.

6. Функциональная схема системы автоматического управления

Несмотря на имеющиеся отличия систем автоматического и автоматизированного управления и отнесения к последним рассматриваемой здесь АСУ СХП, общая ее схема сводима к схеме САУ. На рис. 10 приведена типовая функциональная схема САУ.

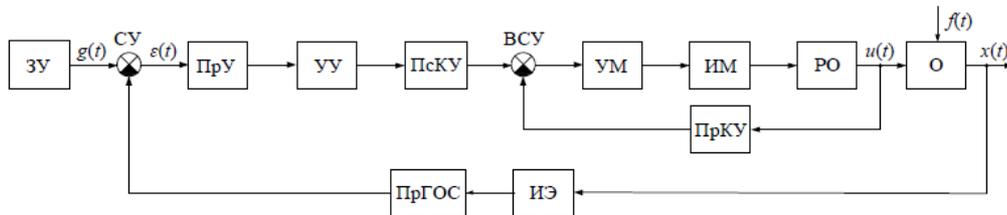


Рис. 10. Функциональная схема САУ (АСУ) по отклонению

Ее основные функции и их интерпретация представлены в табл.1.

Таблица 1. Перечень основных функциональных блоков САУ СХП

Функциональный блок	Описание функционального блока	Интерпретация с позиций АСУ СХП
ЗУ	Задающее устройство	Типовой цикл развития растения (сельскохозяйственной культуры). Требуемое состояние почвы. Требуемое состояние посевов с/х культуры, выращиваемой на данном поле
СУ	Сравнивающее устройство для сравнения нормативных и действительных величин	Отклонения в подготовке почвы, отклонения в развитии растений, отклонения в зараженности посевов для заданного поля

Функциональный блок	Описание функционального блока	Интерпретация с позиций АСУ СХП
УУ	Регулятор (устройство управления)	Перспективные планы выполнения с/х работ на поле, исполнительные планы выполнения с/х работ на поле, включая аренду услуг, перспективные и исполнительные планы подготовки (ремонта, ТО, аренды техники), перспективные и исполнительные планы закупок (поставок) семян, удобрений, СЗР, ГСМ
ПрУ	Преобразующее устройство	Доведение исполнительных планов до уровня технологических операций для поля
ПсКУ	Последовательное корректирующее устройство для придания системе нужных динамических свойств	Подсистемы срочной доставки первичной информации о нежелательных событиях лицам, принимающим решения (диспетчеры, агрономы, ответственные за предоставление ресурсов и услуг). Приложения, вырабатывающие семейства альтернативных решений для ЛПР по демпфированию последствий нежелательных событий
ВСУ	Вспомогательное сравняющее устройство для местной обратной связи	Слежение за исполнительными планами получения и использования ресурсов
УМ	Усилитель мощности	Контроль за планированием и диспетчеризацией в АСУ СХП, контроль за качеством реализации с/х технологических операций
ИМ	Исполнительный механизм	Ресурсы, обеспечивающие выполнение технологических и транспортных операций (тракторы, комбайны, навесные орудия, грузовики, погрузчики и т.д.)
РО	Регулирующий орган	Планово-диспетчерские службы СХП
О	Объект управления	Паспортизованное поле, на котором происходит выращивание с/х культуры
ПрКУ	Корректирующее устройство для увеличения быстродействия исполнительного механизма	Радиосвязь диспетчера с трактором, грузовиком, комбайном, приемным пунктом, треккинг-системы для автоматического определения местоположения, скорости, объемов полученной продукции, расхода семян, удобрений, СЗР
ИЭ	Измерительный элемент регулируемой величины	Датчики измерения расхода семян, удобрений СЗР, датчики измерения расхода ГСМ, датчики определения физико-химических характеристик почв, средства определения зараженности посевов болезнями и вредителями, средства ДЗЗ и др.

Функциональный блок	Описание функционального блока	Интерпретация с позиций АСУ СХП
ПрГОС	Преобразователь сигнала главной обратной связи	Экспертные системы для корректировки исполнительных планов выполнения транспортных и с/х технологических операций на базе информации о состоянии почвы, посевов на поле и выработки решений по реагированию на непредвиденные события

7. Функциональные подсистемы АСУ СХП

Учитывая заданные в табл. 1 интерпретации функциональных блоков САУ, ниже выделим следующий перечень функциональных подсистем и решаемых задач с указанием категории пользователей, работающих с ними.

1) Нормативно-справочная и инфраструктурная подсистема (администраторы системы):

- а) паспортизация полей;
- б) ведение нормативной информации по с/х культурам, включая различные сорта, стадии их развития (жизненный цикл) и оптимальные сроки;
- в) ведение нормативной информации по севообороту;
- г) ведение нормативной информации по типам болезней с/х культур, вредителям;
- д) ведение полунормативной информации по типам удобрений, СЗР;
- е) ведение нормативной информации по типам почв;
- ж) ведение нормативной информации по инфраструктуре агрофирмы – отделения, дороги, постоянные хранилища, склады ГСМ, машинные парки, ремонтные мастерские, рациональные пути, соединяющие пары объектов;
- з) ведение нормативной информации по типам используемых тракторов, транспортных средств, комбайнов, погрузчиков, навесных орудий, регламентам ТО и др.;
- и) ведение нормативной информации по с/х работам и с/х операциям.

2) Подсистема сбора первичной информации об объекте управления (администратор системы, диспетчер):

- а) сбор и обработка первичной информации, автоматизированно снимаемой с датчиков и треккеров стационарных и мобильных объектов;
- б) сбор первичной информации, снимаемой с объекта управления вручную;
- в) сбор первичной информации, получаемой с помощью анализа проб;
- г) сбор и обработка первичной информации, получаемой с помощью аппаратуры

ДЗЗ;

д) срочная доставка сообщений о непредвиденных событиях лицам, принимающим решения (автоматическая доставка диспетчерам и руководству предприятия).

3) Подсистема планирования работ растениеводства и их соответствующего ресурсного обеспечения (планировщики-агрономы, механики, снабженцы):

- а) планирование годового плана выращивания продукции агрофирмы;
- б) планирование использования полей под выращивание с/х продукции;
- в) планирование годового плана выполнения с/х работ в разрезе каждого поля и всех стадий проведения агрокомпаний;
- г) планирование использования операций для выполнения с/х работ для каждого поля и всех стадий проведения агрокомпаний;
- д) планирование потребностей в машинных ресурсах для выполнения с/х работ с разбивкой по типам машин и срокам их задействования;

е) планирование использования машинных ресурсов с учетом проведения ТОиР, передислокации в места использования, транспортировки грузов и т.д.;

ж) планирование потребностей в удобрениях, средствах защиты растений (СЗР), ГСМ, сроков их закупки и транспортировки в хранилища;

з) оценка требуемых объемов использования собственных машинных ресурсов, аренды и закупки внешних ресурсов, семян, удобрений, СЗР, ГСМ на кампании посева, выращивания с/х культуры, уборки урожая;

и) составление оперативного исполнительного плана выполнения работ в привязке к полям и с учетом планируемых для выполнения операций;

к) ведение эталонных технологических карт выполнения операций (в т.ч. транспортных операций поддержки основных операций) и их привязка к паспортной информации поля, состоянию посевов, состоянию почвы, состоянию погоды;

л) формирование нарядов на использование техники и накладных для получения семян, удобрений, СЗР, ГСМ, запчастей;

м) корректировки исполнительного плана выполнения работ (с учетом информации о состоянии почв, посевов, объемов выполненных работ) для поля в условиях посевной кампании;

н) корректировки исполнительного плана (с учетом информации о состоянии почв, посевов, объемов выполненных работ) для поля в условиях кампании выращивания;

о) корректировки исполнительного плана (с учетом информации о состоянии почв, посевов, объемов выполненных работ) для поля в условиях кампании уборки урожая;

п) ведение метеоинформации, краткосрочное и долгосрочное прогнозирование погодных условий;

р) прогнозирование урожая для поля с учетом текущего состояния почв, посевов, прогнозов погоды;

с) комплекс задач по планированию перевозок урожая.

4) Подсистема оперативного диспетчерского управления работами и операциями растениеводства и соответствующим им ресурсным обеспечением (диспетчеры-агрономы):

а) мониторинг качества выполнения с/х операций и возможностей их выполнения;

б) выработка вариантов решений (реакций) на непредвиденные события (в том числе и корректировка исполнительного плана).

5) Подсистема оценки состояния объектов управления:

а) оценка состояния почвы;

б) оценка состояния посевов на поле;

в) оценка объемов выполнения работ, включая сельскохозяйственные работы, работы по восстановлению ресурсов, работы по передислокации техники. Закрытие нарядов;

г) оценка текущих запасов ресурсов (удобрения, семена, СЗР, ГСМ, техника, свободные объемы хранилищ, персонал).

6) Подсистема логистики (транспортники).

7) Подсистема ведения картографической информации (картографы-геодезисты).

8) Подсистема нотификации и обмена срочными донесениями и распоряжениями между центром управления и исполнителями.

9) Подсистема моделирования работы агрофирмы.

При алгоритмизации постановок задач АСУ СХП следует учитывать факторы неполноты и большой объем первичной информации качественного характера. Поэтому, наряду с тривиальными алгоритмами ведения баз данных (например, в задачах подсистемы 1, 2а-d, 5с-d), а также задачами линейной и нелинейной оптимизации (например, в подсистемах 3а-h, 4а, 5а-b), рационально рассматривать задачи планирования расписаний при нечетких ограничениях (3с-d), задачи нечеткого логического вывода (3l-n, 4b), задачи распо-

знавания образів (5а-б), задачі ідентифікації (3j,о-р), задачі пошуку кратчайших путей на графах (б) і др.

8. Выводы

Проведенные авторами исследования позволили найти путь устранения несоответствия формы организации, ситуации и затратных методов ведения сельскохозяйственных кампаний экономическим установкам и производственному потенциалу агроформирований.

Значимость указанной работы для экономики, продовольственной обеспеченности и экологической безопасности Украины при поддержке ее заинтересованными ведомствами и производителями – залог безусловного внедрения в растениеводство Украины передовых информационных технологий на основе достижений отечественной аграрной науки и разработок средств управления.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Адамчук В.В. Пріоритетні напрямки агроінженерних досліджень // Механізація та електрифікація сільського господарства / В.В. Адамчук, М.І. Грицишин. – Глеваха, 2013. – Вип. 97, Т. 1. – С. 14 – 23.
2. Улезько А.В. Информационное обеспечение адаптивного управления в аграрных формированиях / А.В. Улезько, Я.И. Денисов, А.А. Тютюников. – Воронеж: изд-во «Истоки», 2008. – 106 с.
3. Сидорчук О.В. Інженерія машинних систем / Сидорчук О.В. – Київ: ННЦ «ІМЕСГ» УААН, 2007. – 263 с.

Стаття надійшла до редакції 12.09.2013