

*Министерство сельского хозяйства и продовольствия
Республики Беларусь*

Академия Аграрных наук Республики Беларусь

Белорусский аграрный технический университет

ТЕЗИСЫ

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

"МОДЕЛИРОВАНИЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ И МАШИН"

(11-12 января 1994 г.)

Минск - 1994

НАГОРСКИЙ И.С., академик Академии аграрных
наук РБ
(НИО "Белсельхозмеханизация")

ПРИНЦИПЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ

Технологические процессы сельскохозяйственного производства и сами агрегаты как сложные системы можно исследовать с помощью двух типов математических моделей: аналитических и имитационных. Первые отображают объект исследования в виде функциональных зависимостей, согласно закономерностям теоретической механики, гидравлики, электротехники и других наук, а также логических условий, т.е. являются детерминированными. Имитационные модели описывают условия и процессы функционирования сельскохозяйственного агрегата или отдельных его частей уравнениями регрессии и передаточными функциями, в соответствии со структурной схемой объекта, на основании экспериментальных исследований, в том числе и пассивных экспериментов. Это по сути статистические модели.

При составлении и анализе как одних, так и других моделей плодотворны системный, статистический и динамический принципы.

Применительно к детерминированным моделям использование статистических методов состоит или в определении влияния варьирования режимов работы, параметров рабочих органов, а также физико-механических свойств взаимодействующих с ними материалов (в практических границах рассеивания) на показатели эффективности функционирования агрегата (исследование чувствительности), или имитации условий функционирования, согласно оценкам их вероятностных характеристик, или же воспроизведению рандомизированных условий определения показателей эффективности.

Использование рассмотренных принципов моделирования позволяет еще до изготовления опытного образца проанализировать на стадии его проектирования множество вариантов и выяснить пути решения поставленной задачи. При этом плодотворна даже не количественная, а качественная оценка системы.

УДК 581.3: 581.14

академик УААН, проф. И. И. Мартыненко
к. т. н. Л. С. Сикора
к. т. н. А. И. Мартыненко
Украинский аграрный университет, Киев

ИНФОРМАЦИОННО-РЕСУРСНАЯ МОДЕЛЬ БИОСИСТЕМЫ РАСТЕНИЕ-СРЕДА

Содержательная интерпретация первичной информации, получаемой в процессе мониторинга, требует адекватной модели. Показано, что классическая теория систем с обратной связью и теория иерархических структур Месаровича не используют понятия цели и целевого пространства динамической системы. Это значительно усложняет аналитический анализ процессов жизнедеятельности, т.к. процессы фотосинтеза, тепло- и массообмена растений с окружающей средой описываются нелинейными дифференциальными уравнениями в частных производных [Торнли, 1974; Сиротенко, 1981].

Наиболее информативными оказались адаптивные модели и методы стохастической идентификации биосистем как структур с усложняющимся поведением, направленным на самоорганизацию и адаптацию в процессе взаимодействия с окружающей средой. Создана информационно-ресурсная модель, позволяющая раздельно проанализировать два аспекта функционирования биообъекта - синтетический и регуляторный на разных уровнях иерархии - от клетки до биоценоза в динамике.

Синтез модели осуществляется в следующей последовательности. Исходя из цели, которая формируется целезадающей системой высшего уровня, граничных условий и базы знаний в заданной предметной области (физиологические и физико-математические модели) строится целевое пространство биообъекта. По уравнениям баланса ресурсов составляется система дифференциальных уравнений динамического состояния биообъекта, определяется рабочая область в целевом пространстве, формируются стратегии функционирования на базе выбранного функционала качества, функций штрафа и риска.

Наблюдения биопотенциалов и пространственной координации листьев растений, проведенные при различных режимах питания и освещенности показали, что обменные процессы координируются в растении посредством адаптивных стратегий. При этом можно выделить точки переключения стратегий жизнедеятельности в соответствии с программой реализации генотипа и сочетанием экологических факторов.

Предложенная концепция представляет собой системный подход к автоматизированному управлению сложными агро- и биообъектами, моделированию и прогнозированию путей их эволюции с помощью современной компьютерной техники.

UDC 631.172 + 620.923 : 65.011.4

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ТЕХНОЛОГИЙ И АСПЕКТОВ НАМИ В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ

М.М.Севернов, академик АН РБ, д.т.н., профессор;
В.А.Колос, к.т.н. (ЦНИИБС),
Е.В.Лыткин, инженер (ИВТУ)

Для оценки эффективности энергопотребления при производстве сельскохозяйственной продукции в мировой практике используется коэффициент энергетической эффективности: $R_i = e_i / \Delta_i$,
где e_i , R_i – энергосодержание и полная энергоёмкость i -й продукции, МДж/т.

Использование этого показателя целесообразно для анализа энергоносителей, а для оценки энергетической эффективности сельскохозяйственных технологий растениеводства и животноводства, систем мелиорации, почвоведения и агрохимии, мероприятий по охране окружающей среды следует использовать коэффициент энергетических затрат:

$$K_{zi} = \Delta_{in} / \Delta_{ib}$$

где Δ_{in} , Δ_{ib} – полная энергоёмкость новой и базовой технологии, а также показатель уровня интенсификации:

$$I_z = (1 - K_{zi}) \cdot 100, \%$$

Использование для анализа значений полной энергоёмкости обусловлено требованием придать энергобережению всеобъемлющий характер путём учета не только прямых технологических затрат топлива и энергии, но и овеществленных ранее в различных отраслях народного хозяйства: на производство энергоносителей, технических средств, удобрений, пестицидов, семян, кормов и других ресурсов.

Существенная доля в энергоёмкости технологий растениеводства приходится на затраты энергии, овеществленные в семенах, поэтому правая часть уравнения полной энергоёмкости продукции всегда содержит неизвестное. С учетом этого полные энергозатраты на производство продукции, выраженные в МДж/га, определяются следующим образом:

$$\Delta_i = \Delta'_i u_c (u_c - k_c H_c),$$

где Δ'_i – затраты энергии без учета расхода на производство семян;

H_c , u_c – норма расхода и урожайность семян;

k_c – коэффициент, учитывающий энергозатраты на производство семян

С учетом этих предпосылок разработана и реализована на ПЭВМ математическая модель энергоанализа сельскохозяйственных технологий, выполнены расчеты энергоёмкости основных видов сельскохозяйственной продукции.

ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ ЗЕРНОСУШКИ МОДЕЛИРОВАНИЕМ
ПРОЦЕССА НА ПЭВМ

Значительное количество зерна убирается с повышенной влажностью. Влажное фуражное зерно можно сохранять консервированием органическими кислотами, размещением в герметических емкостях или в нейтральных газовых средах. Семенное и продовольственное зерно necessarily высушивать до 14...16 % на установках непрерывного или периодического действия. Исключительно энергоемкая и дорогостоящая операция сушки обуславливает необходимость разработки метода расчета сушилок заданной производительности, обеспечивающих наиболее экономичное высушивание зерна без ухудшения качества.

Разработан метод расчета, позволяющий определить наибольшую эффективность сушки при различных параметрах теплоносителя, высушиваемого зерна, технологических схемах процесса с помощью программы для персонального компьютера IBM-PC на компилируемом языке "Турбо Бейсик". В алгоритм программы введены математические зависимости, учитывающие агробиологические особенности высушиваемой культуры (термостойкость, равновесная влажность, теплоемкость, аэродинамическое сопротивление, объемная масса). Программа позволяет для различных схем процесса сушки рассчитать продолжительность сушки, удельные энергетические показатели, приведенные стоимостные показатели, а также оптимальные значения скорости теплоносителя в сушильной камере, влажности и площади рабочей камеры, толщины слоя. Результаты расчетов в виде таблиц и номограмм получены для зерновых культур в диапазоне безопасных для семян и продовольственного зерна температур теплоносителя, практически при любых значениях толщины слоя и удельной подачи теплоносителя.

Д.Т.Н. БНИКЕЕВ В.Г.

Принципы создания устройств контроля качества работы с.-х. агрегатов с использованием процедур моделирования на цифровых ЭВМ

Создание устройств контроля качества работы мобильных с.-х. агрегатов предусматривает решение ряда вопросов, непосредственно связанных с исследованием технологических и энергетических процессов их работы, и затем, разработкой устройств, позволяющих осуществлять оперативную обработку аналогов технологических и энергетических процессов. Цель обработки — это оценка их соответствия требуемым нормативам качества. Если процедура исследования технологических и энергетических процессов изучена достаточно полно, то создание устройств контроля связано с определенными трудностями из-за объективных причин условий эксплуатации с.-х. агрегатов.

С учетом отмеченного разработка унифицированных устройств контроля качества работы мобильных агрегатов была проведена для с.-х. агрегатов, предназначенных для внесения пестицидов, гербицидов и минеральных удобрений.

Построение устройств контроля базировалось на использовании микропроцессорных средств в схеме датчик — контроллер с микропроцессорным устройством — бортовая микропроцессорная вычислительная машина — устройство отображения оценок качества (соответствия нормативам). Создание устройства контроля в свою очередь связано с решением следующих задач: разработки алгоритмов, программировании процедур контроля, а затем определения параметров собственно самого устройства.

Определение параметров устройства контроля и работоспособности программного обеспечения возможно и преимущественно необходимо проводить путем моделирования на цифровых машинах с большими функциональными возможностями с воссозданием входных возмущений на агрегат, вычисления оценок статистических характеристик входных и выходных процессов работы агрегатов и устройств контроля качества работы самих агрегатов.

Реализация перечисленных процедур позволяет создавать работоспособные устройства контроля качества работы агрегатов, способных выполнять свои функции в сложных эксплуатационных условиях.

УДК 631.363

Д.т.н., проф. МУСИН А.М.: ВИАСХ

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ БИОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ ЖИВОТНОВОДСТВА.

Животное, взаимодействуя с сельскохозяйственной техникой образует биотехническую систему. Трудность анализа такой системы заключается в том, что в этой системе животное нельзя представить в виде звена с фиксированными параметрами. Под действием внешних и внутренних факторов (окружающая среда, стрессовые воздействия, состояние здоровья и др.) реакция животного на действия техники становится неоднозначной. Оценить количественно действие множества этих факторов можно только приблизительно, приняв во внимание границы изменения параметров, характеризующих животное как звено биотехнической системы. В составе этой системы оно может быть представлено в виде звена с неопределенными параметрами, для которых известны пределы их изменения.

Для анализа таких систем предлагается использовать методы принятия решений в условиях неопределенной исходной информации.

В докладе представлена математическая модель системы автоматизированной дозации корма - животное. Дана оценка влияния точности дозирования корма на продуктивность животного, для которого известны только возможные пределы изменения параметров, характеризующих его продуктивность. Расчеты на компьютере произведены для возможных ситуаций, возникающих при изменении функции продуктивности и показателей работы дозатора. Определен риск потери эффективности при различных уровнях погрешности дозирования корма.

ОПТИМАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ БИОТЕХНИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ
ПРОМЫШЛЕННЫХ ПТИЧНИКОВ ПРИ ПОМОЩИ ДЕКОМПОЗИРОВА-
НЫХ МОДЕЛЕЙ

Для оптимального управления необходимы математические модели всего процесса выращивания птиц в птичниках в целом или совокупности математических моделей, отражающих различные стороны процесса. Так как на современном уровне развития моделирования не удается создавать столь сложные модели, включающие влияние микроклимата, физиологических факторов и технологического оборудования на продуктивность птиц, теплофизические свойства птичника и др., остается надеяться строить локальные математические модели в каждой области исследования. В таком случае возникает проблема взаимного использования совокупности математических моделей, которая усугубляется тем, что уровень формализации знаний в разных областях существенно различен.

Технологический процесс выращивания птиц пока далек от совершенства, поэтому его доработкой в целом, а также приспособлением к конкретным условиям различных климатических регионов занимаются одновременно несколько групп ученых и практиков: физиологи, "кормленцы" технологи, специалисты по микроклимату и специалисты по оптимальному управлению.

При такой параллельной совместной работе периодически происходит обмен информацией.

Изменения в технологии, кормах и физиологии птиц приводят к вариациям параметров основной модели - модели биологического объекта.

Предложена процедура корректировки параметров модели ВД вследствие модернизаций технологии, изменения режима кормления, выведения нового класса птиц.

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ВЕРОЯТНОСТНОГО
МОДЕЛИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

При проведении исследовательских, контрольно-измерительных, проектных работ в различных областях техники, в том числе энергетике, электротехнике, в механизации сельскохозяйственных работ, возникает задача автоматизации проведения научного эксперимента. Одним из методов её решения является моделирование исследуемых объектов, технологических процессов.

Моделирование сложных технологических процессов, характеристики которых носят вероятностный характер, предлагается осуществлять с помощью Автоматизированной системы вероятностного моделирования технологических процессов / далее АСВМП / . В ней реализуется пять этапов вероятностного моделирования.

На первом этапе проводится предварительный анализ технологического процесса, определение объема исследований и возможности применения ЭВМ.

На втором этапе определяются характеристики, позволяющие наиболее полно представить технологический процесс. Особое внимание здесь уделяется выбору системы кодирования. В АСВМП используется несколько типов систем кодирования информации: серийная, порядковая, разрядная и смешанная.

Затем выявляются взаимосвязи между характеристиками, устанавливается вид зависимости и её тип. Благодаря тому, что в АСВМП рассматривается и этот вопрос, число характеристик в описании технологического процесса сокращается.

Однако для построения модели выбираются только наиболее важные характеристики, описывающие технологический процесс. Эта задача решается уже на четвертом этапе. Для этого используются формулы Шеннона, Кульбака, Шеннона-Гинера, Байеса, формулы коэффициентов информативности признаков. Формула расчета информативности характеристик процесса выбирается в результате реализации в АСВМП нескольких критериев. После определения значений информативности строится множество информативных признаков. Для решения этой задачи используется несколько критериев минимизации характеристик технологического процесса.

На последнем этапе ведется разработка модели технологического процесса, проверка адекватности его математического описания реальному.

АСВМП разработана в соответствии с действующими стандартами и нормативными документами. Она прошла государственные испытания и зарегистрирована в Государственном фонде алгоритмов и программ.

ПРОГРАММИРОВАНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Болезнь — это ответная реакция организма на болезнетворный раздражитель. Другими словами, под воздействием какого-либо поражающего фактора в центральной нервной системе формируется ряд импульсов, которые вызывают комплекс изменений в органах и тканях, что и представляет собой болезнь. Исходя из этого, возможен и обратный процесс. Если организм сам формирует болезнь, значит сам может эту болезнь и излечить. Для этого необходимо лишь воздействие соответствующего раздражителя.

К сожалению, влияние на центральную нервную систему животного через психику, в отличие от человека, проблематично. Однако существуют методы физического и химического воздействия. В опытах были использованы растворы химических веществ, приготовленные с учетом результатов анализа биологических жидкостей организма животных.

В данном случае вводимые с лечебной целью в организм животных растворы (как в свою очередь и раздражитель, вызвавший болезнь) служили программами, содержащими команды на языке, понятном рецепторам. Рецепторы преобразуют поступающую информацию в нервные импульсы и отправляют в центральную нервную систему. Центральная нервная система формирует ответную реакцию всего организма, способствующую выздоровлению. Такую краткое описание механизма процессов, протекающих в организме после введения раствора.

Для проверки этих выводов на практике был поставлен ряд опытов на телятах, собаках и супоросных свиноматках. В 60% случаев после введения испытуемых растворов значительное улучшение физиологического состояния животных вплоть до полного выздоровления.

При продолжении работы в данном направлении результаты экспериментов можно использовать для создания математической модели ответных реакций организма на вводимые программы.

АДК: (631.53.01.2+631.01.3): 537.222.24.8

ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ БИОСИСТЕМЫ ЗЕРНОВКИ ПШЕНИЦЫ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ПРОЦЕССЕ ОЦЕНКИ ЕЕ ЖИЗНЕСПОСОБНОСТИ

АНДРЕЕВ В.К.,

к.т.н., доцент ТСХА

Существует несколько десятков способов оценки жизнеспособности семян. Целью всех предложенных способов является, как правило, сокращение времени оценки наиболее точного показателя качества семян — их жизнеспособности.

В последние годы рядом исследователей предложены способы оценки жизнеспособности семян, в основе которых положен принцип нанесения воздействия на биосистему зерновки в виде теплового, возмущающего воздействия и измерения ответной реакции биосистемы в виде электрического потенциала или тока между отдельными частями зерновки. Эти способы получили апробацию в лабораторных условиях и легли в основу модели приборов прогнозирования всхожести семян.

Вместе с тем, появилась необходимость объяснения процессов, происходящих в отдельных зерновках при нанесении на их биосистему тепловых воздействий с большими градиентами. Траекторка этих явлений с энергетических позиций базируется на следующих представлениях.

В процессе хранения зерновка находится в состоянии покоя с минимальным энергетическим расходом своего запаса энергии на собственные метаболические процессы. Запас энергии зерновки соответствует необходимому количеству энергии для ее прорастания при наличии благоприятных для этого условий внешней среды. При отсутствии таких условий запас энергии расходуется на внутренние цели.

Весь запас энергии биосистемы зерновки находится на трех уровнях. Запас энергии каждого уровня используется для обеспечения потребителей своего уровня. Переход энергопитания биосистемы с одного уровня на другой сопровождается качественными в ней изменениями с обратными или необратимыми последствиями.

Для исследования на АВИ энергетических процессов в биосистеме предложена электронная модель воздушно-сухой зерновки, которая позволит разработать математическую модель.

ДК 631.3-52

ИИТ:

Сидоренко В.А.,

к.т.н., доцент

ПРИМЕНЕНИЕ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОГО СИМПЛЕКСНОГО МЕТОДА ПРИ ИДЕНТИФИКАЦИИ ДИНАМИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ И ОПТИМИЗАЦИЯ СИСТЕМ НА ЭВМ

Последовательный симплексный метод (ПСМ) относится к экспериментальным поисковым методам. Идея метода очень проста. Оптимт ставит $n+1$ точек факторного пространства, где n - число факторов. Эти точки являются вершинами фигуры, которую называют симплексом. Отбрасывают координаты точки с наихудшим значением критерия оптимальности и вычисляют координаты точки, являющейся зеркальным отражением наихудшей. Опыт (расчет при моделировании на ЭВМ) проводят в новой точке факторного пространства. Затем весь процесс повторяют. Метод идеально приспособлен для реализации с применением ЭВМ. Благодаря простоте применять метод могут люди без специальной математической подготовки.

ПСМ использовался нами при идентификации рабочих процессов кормоуборочного комбайна, по переходным процессам, искаженным высокочастотной помехой. В математическую модель входило аperiodическое звено 2-го порядка с транспортным запаздыванием, которое идентифицировалось с числом факторов равным пяти. Для проверки эффективности и особенностей использования ПСМ идентифицировались по переходным процессам различные соединения элементарных линейных звеньев. Результаты показывают, что в подобных случаях достаточно следовать правилам отражения вершин симплексов и остановки, изложенным в литературе при описании ПСМ. Процесс может быть полностью формализован и выполняться в автоматическом режиме.

В случаях идентификации более сложных объектов и оптимизации сложных систем элементарных правил недостаточно. При идентификации нелинейной модели двигателя комбайна с переменными коэффициентами и

оптимизации САУ загрузкой двигателя у нас возникали ситуации, когда формально выполнялось правило заклинивания симплекса в области, как можно было предполагать, далекой от оптимальной. При продолжении расчетов симплекс выходил из цикла, однако продолжал медленно блуждать в достигнутой области. Значения критерия оптимальности в вершинах симплекса отличались мало. Это различие могло быть следствием погрешностей метода моделирования и вычислений. Такое поведение может быть объяснено попаданием симплекса на плоскую поверхность отклика и неучитываемостью этой поверхности.

В этих случаях нами успешно применялся следующий прием. Шаг варьирования увеличивался и проводились пробные опыты. При применении этого приема симплекс прорывался факторное пространство вокруг себя. Если это действительно не оптимальная область и величина шага варьирования достаточна, то быстро находятся точки с лучшими значениями критерия оптимальности. После выхода в близость к оптимальной области факторного пространства шаг варьирования необходимо уменьшить с целью уточнения значений оптимальных факторов. При применении ПСМ, в отличие от методов случайного поиска, у исследователя быстро создается интуитивное представление о возможном направлении поиска, что очень важно в случае сложных поверхностей отклика (неучитываемых, с плоскими поверхностями вне оптимальной области и т.д.).

Опыт применения ПСМ показал, что он является наиболее простым и достаточно эффективным средством идентификации и оптимизации динамических систем на ЭВМ.

УДК 621.365.2.001

к.т.н. Д.Б.Евсеев (г.Москва)

к.т.н. Б.Н. Котов (г. Киев)

Математическое моделирование процессов сушки растительного сырья.

В связи с ограниченностью энергетических и материальных ресурсов в сельском хозяйстве, в последнее время ужесточаются требования к качеству сушки растительного сырья и энергоемкости готового продукта. При этом возникает необходимость решения задачи выбора рациональных способов сушки и оптимальных режимов проведения процесса. Для решения указанных задач целесообразно использовать математическое моделирование на основе метаматематической модели сушки.

Сложность моделирования процесса сушки растительного листового сырья в плотном фильтрующем слое обусловлена распределением физико-механических, аэродинамических, тепло-массообменных характеристик по высоте слоя, неоднородностью растительной массы, различием начальной влажности и скорости сушки отдельных компонентов. Эта сложность усугубляется еще и большей степенью в силу биологической активности растительной массы приходящей к самопроизвольному разогреву массы.

Математическая модель процесса сушки растительной трехкомпонентной массы в плотном слое путем фильтрации теплоносителя представлена системой пяти дифференциальных уравнений описывающих баланс теплоты и массы, а также условия теплообмена и кинетику сушки; эти уравнения объединяют опытные данные по сушке и теплообмену массы с теплоносителем и устанавливает связь между параметрами процесса сушки.

Алгоритм решения данной системы численным методом основан на разбиении плотного слоя трехкомпонентного листового материала на тонкие "элементарные" слои регламентированной величины, представлении общей экспозиции сушки в виде дискретных интервалов времени и последовательном в направлении фильтрации теплоносителя и времени проведения расчета процесса сушки тонких слоев.

Параметры тонкого слоя определяются удельным расходом теплоносителя, величина которого, с учетом распределения плотности массы по высоте слоя изменяется в направлении движения теплоносителя.

Существенной сложностью использования модели является необходимость эмпирического определения коэффициентов теплообмена для каждого компонента. Поэтому для упрощения расчетов принято, что температура всех компонентов одинакова и равна средней температуре слоя, которая соответствует значению температуры на выходе слоя.

Интенсивность теплотысменений (объемная мощность внутреннего источника теплоты) пропорциональна плотности растительной массы в слое, а начальная температура материала распределена по высоте слоя в соответствии с температурным полем вентилируемого объема.

Значения коэффициентов сушки в уравнениях кинетики сушки, всех компонентов, их равновесной и критической влажности определены экспериментально.

Разработаны программные средства для определения динамики сушки листовых материалов в слое.

О СВОЙСТВАХ ТРАЕКТОРИИ
ОДНОЙ СИСТЕМЫ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ

Исследована система дифференциальных уравнений

$$\frac{dx}{dt} = \mu x + x \mathcal{R}_m(xy) + \mathcal{P}_n(xy), \quad (1)$$

$$\frac{dy}{dt} = \mu y + y \mathcal{R}_m(xy) + \mathcal{Q}_n(xy),$$

где, $n > m + 1$, $\mathcal{P}_n(x, y)$, $\mathcal{Q}_n(x, y)$, $\mathcal{R}_m(x, y)$ — однородные полиномы степени n, m соответственно с действительными постоянными коэффициентами.

Для системы (1) установлены следующие результаты:

Теорема 1. При μ четном система дифференциальных уравнений (1) не имеет предельных циклов и состояний равновесия типа фокус или центр.

Теорема 2. Если для системы дифференциальных уравнений (1) выполняются условия: 1) уравнение

$$x \mathcal{P}_n(1, x) - \mathcal{Q}_n(1, x) = 0$$

не имеет действительных корней; 2) $\mu > 0$; 3) существует кривая K из семейства

$$\frac{1}{2}(x^2 + y^2) = C$$

такую, что на этой кривой выполняется неравенство

$$x \mathcal{P}_n(x, y) + y \mathcal{Q}_n(x, y) < 0,$$

то система (1) имеет по меньшей мере один устойчивый предельный цикл.

Полученные результаты могут быть использованы при исследовании математических моделей колебательных процессов, возникающих при решении задач сельскохозяйственного производства.

Энергетический критерий к определению
агротехнической повреждаемости
почвы

Чигарев Ю.В., Аммар Мухуб Мусса БАТУ

В данной работе обсуждается вопрос об энергетических затратах колеса и почвы при образовании колеи.

Рассматривается равномерное движение деформируемого колеса по пахотному слою. Считаем, что колесо подчиняется упругому закону деформирования с модулем упругости соответствующим резинокордным шинам. Деформирование почвы будем описывать модулем деформации соответствующим дерново-подзолистой почве.

Решение задачи проводится для плоского случая.

На границе тел предполагается: 1) что на участке контакта равны скорости точек горизонтальных перемещений колеса и точек почвы; 2) в области загрузки и разгрузки нормальные деформации обоих тел определяются через радиус колеса и зоной контакта.

Получено выражение для определения контактных напряжений на всей линии контакта. В зоне нагружения происходит увеличение деформации шины и грунта, что требует затрат энергии. В зоне разгрузки происходит частичный возврат затраченной энергии, за исключением гистерезисных потерь в шине и потерь на образование колеи в грунте. Определены коэффициенты гистерезисных потерь в шине и на колееобразование.

Показано, что энергетические затраты на смятие почвы зависят от структуры почвы.

ФД 631.171

БАГУ

Орда А.Н.

к.т.н., доцент

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ПРОЦЕССА ДЕФОРМАЦИИ ПОЧВЫ

Развитие процессов деформации почвы зависит от агрофона поля. Поэтому зависимость "сопротивление-осадка почвы" должна учитывать состояние почвенного агрофона.

Рассмотрим случай деформации почвы, имеющей по глубине одинаковую плотность. При выводе закономерности деформации почвы учитывалось то, что при увеличении давления на штамп возрастает высота активного слоя, участвующего в формировании осадки. Таким образом, приращение деформации пропорционально высоте деформируемого слоя и обратно пропорционально величине давления

$$dh = c h_0 \frac{dq}{q},$$

где c - коэффициент пропорциональности;

q - давление;

h_0 - высота деформируемого слоя, м.

При вдавливанием штампа в почву происходит одновременно упрочнение структуры почвы и ее разрушение. С учетом этого получена следующая зависимость между давлением штампа и осадкой почвы:

$$q = \frac{P_0}{1 + \frac{1}{c h_0 v}},$$

где P_0 - предел несущей способности почвы.

В земледельческой практике обычно верхний рыхлый слой почвы подстилается более плотным основанием. Уравнение деформирования почвы находилось с учетом того, что при осадке штампа происходит упрочнение структуры почвы. В результате получена следующая зависимость

$$q = \frac{\alpha}{v} \operatorname{tg} (\alpha v h),$$

где α и v - коэффициенты деформирования.

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОЧИХ ОРГАНОВ
ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩИХ МАШИН

В процессе проектирования новых машин используется информация с учетом практики и опыта работы. В некоторых случаях новая машина, отличная по конструкции от ранее применяемых, требует дополнительных исследований с целью обоснования конструктивных параметров. Во многих случаях восстановление характера полного технологического процесса затруднено или требует значительных средств. Проведение испытаний на моделях позволяет ускорить темпы научно-исследовательской работы и повысить их эффективность. Исследование конструктивных параметров почвообрабатывающих машин в лабораторных условиях дает возможность проводить опыты при постоянных условиях, вне зависимости от климатических условий, типа и состояния почвы, растительного покрова и т.д. Однако это не значит, что исключается необходимость проверки полученных результатов в полевых условиях, а только позволяет рассматривать значительно большее количество опытов. При испытаниях моделей машин необходимо определить масштабы моделирования физических величин, которые влияют на работоспособность и режимы работы.

Нами предложен рыхлительный рабочий орган, позволяющий значительно улучшить качество крошения почвы и снизить удельные энергозатраты на процесс рыхления почвы. Рабочий орган представляет собой набор пальцев антропообразной формы. Уступенной пальцев-рыхлителей находится в пределах угла скольжения почвы по материалу рыхлителей. Такая конструкция рыхлителей обеспечивает увеличение зоны контакта каждого рыхлителя с почвой.

Проведенные лабораторные исследования позволили определить оптимальные параметры рыхлителей, а также зависимость степени крошения почвы и энергоёмкости процесса рыхления.

Моделирование процесса разработки неоднородных сред фрезерными машинами

Одним из наиболее сложных процессов при комплексном освоении мелиорируемых закустаренных земель является подготовка их под сельское хозяйственное использование фрезерными машинами типа МТП-41А. Машины осуществляют процесс фрезерования кустарника совместно с грунтом на глубину до 40 см со скоростью резания 8...10 м/с. В процессе работы фрезерных машин на обработанную неоднородность и случайные колебания свойств грунтовой среды накладывается неоднородность свойств, видового состава и степени закустаренности растительной среды.

Модель процесса одновременной разработки таких сред включает резание грунта и растительности торцовыми кромками ножей, трение сфрезерованной массы о грунт забоя и о поверхность корпуса фрезы, разгон ее до скорости выброса и выброс на поверхность, удары выбрасываемой массы о сепарирующую решетку, т. е. является сложной динамической системой. Поэтому для решения задач, связанных с установлением параметров фрезерных машин и режимов их работы за основу приняты разработанные динамические модели и методы исследования динамических систем. При этом применен комплексный метод, позволяющий определить динамические нагрузки в силовых передачах привода фрезы и привода передвижения трактора с учетом нелинейных функциональных зависимостей: моментов фрезерования и трения дисков сцепления, скоростной характеристики двигателя Д-130, безразмерного гидротрансформатора, сцепления гусениц с почвой.

Математическое описание фрезерования выполнено по разработанным динамическим схемам силовых передач привода фрезы и хода трактора.

Исследовались следующие наиболее характерные переходные и установившиеся режимы работы: разгон фрезы в грунте (или приподнятой над грунтом); трогание трактора с вращающейся фрезой, опущенной в грунт (или приподнятой над ним); заглобление вращающейся фрезы в грунт при движущемся тракторе; разгон фрезы при движущемся тракторе; процесс фрезерования

различных грунтов совместно с растительностью.

В связи с этим динамические схемы рассматривались для двух различных состояний: разрез фрезы, когда буксует сцепление (режим 1); начало фрезерования при замкнутом сцеплении (режим 2...4) для двух типов трансмиссий — механической и гидромеханической.

По результатам исследований на ЭМ даны предложения по совершенствованию геометрических, кинематических и динамических параметров, конструкции ряда элементов и механизмов (предохранительная муфта, демпферное устройство, валопроводы, карданные передачи и т.п.) большинство из которых внедрено в производство на Мзырском заводе механизированных машин.

Результаты исследований позволили сделать также следующие обобщающие выводы:

1. При установке гидротрансформатора (ГТ) в силовую передачу фрезерной машины типа МПН-44А наиболее благоприятным режимом его работы при заслужении и фрезеровании является режим с трансформацией момента. В этом случае коэффициент динамичности снижается в 3...3,5 раза по сравнению с режимом работы при заблокированным ГТ.

2. Для уменьшения динамических нагрузок наиболее целесообразно увеличение податливости силовой передачи путем введения в систему различных упругих элементов, работающих на сжатие, сдвиг или кручение: торсионного вала привода фрезы длиной 1000...1600 мм (нагрузки уменьшаются на 23...65%); фрикционной муфты, встроенной в фрезу (нагрузки уменьшаются на 40...75%), коэффициент динамичности — в 2,5...4 раза; резинового или пружинного демпфера между станцией фрезы и корпусом бортового редуктора (под 70 мм, усилие сжатия 6000...7000Н) (уменьшение на нагрузку 15...30%) и т.п., а также увеличение времени включения сцепления с 0,1 до 0,3 с.

3. По значениям коэффициента динамичности, равным 1,33...1,6 (меньшие значения — при фрезеровании на определенной глубине, большие — при заслужении), установка гидротрансформатора в трансмиссию оказывает такое же влияние на уменьшение динамичности силовой передачи, как и установка встроенной фрикционной муфты в фрезу совместно с пружинным демпфером (коэффициент динамичности равен 1,33...1,6).

УДК 631.171:635.1/8

Нагорский И.С., академик Академии
аграрных наук РББлок В.Н., аспирант
(ЧПО "Белсельхозмеханизация")РЕЛАКСАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ
ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ГРЯДОДЕЛАТЕЛЯ С ПОЧВОЙ

Низкий уровень механизации в овощеводстве, составлявший 28 %, влечет за собой необходимость создания машин, которые могут работать в новых технологических схемах. В настоящее время парк машин для возделывания овощей приспособлен для ровной поверхности. Однако зарубежный опыт показывает, что лучшие результаты получаются при механизации овощей и корнеклубнеплодов на профилированной поверхности.

При разработке грядоделателя необходимо обеспечить выполнение двух основных требований: качественную предпосевную обработку почвы и соответствующий профиль гряды. Первое требование выполняется путем применения различных типов почвообрабатывающих механизмов и рабочих органов. Второе – созданием профилировщика, конструкция которого зависит от реологических свойств почвы.

Основной показатель, позволяющий сохранить необходимый профиль гряды после прохода агрегата – коэффициент релаксации. Он зависит от структуры, плотности и влажности почвы, а также от скорости и времени деформации почвы.

На основании первичных исследований, а также данных о реологических свойствах почвы оставлена релаксационная модель взаимодействия грядоделателя с почвой. В результате исследования модели с помощью ИЭВМ получены основные параметры конструкции профилировщика.

МОДЕЛИРОВАНИЕ МИГРАЦИИ РАДИОНУКЛИДОВ В ПОЧВЕ

Использование человечеством ядерной энергии ознаменовало не только новый шаг в развитии цивилизации, создании новых технологий и расширении информационных возможностей. Связанное с этим появление потенциально опасных производств и технологий ввело в жизнь людей дополнительный фактор риска, обусловленный широким распространением радиоактивных и делящихся материалов. Появление в 60-е годы первых исследований миграции радиоактивных веществ в природных средах совпадает по времени с периодом глобальных выпадений радионуклидов, образовавшихся в результате проводившихся ядерных взрывов.

В представляемой работе описывается моделирование процессов миграции радионуклидов в почвах и решение задачи прогноза распространения радиационных загрязнений.

В общем случае моделирование миграции радионуклидов в почве сводится к самосогласованному описанию одновременно протекающих сложных химических, биологических и физических процессов. Степень влияния каждого из этих процессов на распределение радионуклидов существенно зависит от ландшафтных и климатических условий и определяется большим числом факторов. Неопределенность многих параметров, влияющих на перенос радионуклидов, возможность сорбции одновременно по нескольким механизмам взаимодействия крайне затрудняют использование известных закономерностей физической химии для описания миграции и поглощения радиоактивных веществ.

В настоящей работе предлагается методика оценивания глубинных, временных (одномерных профилей) и глубинно-временных (двумерных полей) зависимостей концентраций радионуклидов по ограниченному набору экспериментальных данных методом кусочно-полиномиальной аппроксимации в классе кубических сплайн-функций. На базе описанного подхода разработан комплекс программ с помощью которых были получены глубинные и временные зависимости распределения радиоактивных изотопов Ru-106, Ce-144, Cs-137 в заданной географической точке по ограниченному реперным

данным. Это позволило наглядно представить радиационное состояние почвы и выявить основные факторы, влияющие на формирование профилей распределения радионуклидов в почве с течением времени. В силу универсальных закономерностей миграции радионуклидов в почве, сложные механизмы миграции, как нам представляется, могут быть описаны сравнительно простой моделью, отражающей при надлежащем подборе параметров закономерности эволюции функции распределения радионуклидов в почве. Такая модель знаменита на использовании для описания миграции радиоактивных веществ диффузионного приближения с учетом конвективного переноса.

Наличие экспериментально полученных значений концентраций радионуклидов в реперных точках дает возможность адаптации модели посредством уточнения ее коэффициентов. В данном случае решается обратная задача поиска, в которой существенная роль принадлежит применению методов теории адаптивных систем. В их основе лежит использование рекуррентных алгоритмов параметрической идентификации.

Расчетно-теоретические и экспериментальные (полученные на лабораторных установках) модели переноса анализируемых веществ в контролируемых средах должны служить для прогноза экологической обстановки и накопления данных о ее динамике в регионе.

Программные средства прикладного назначения могут быть оформлены в виде автоматизированных рабочих мест пользователей региональной системы экологического мониторинга.

УДК 629.11.012

к.т.н. Гедроить Г.И., БАТУ
к.ф-м.н. Бруть И.Е., БАТУ

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ КОЛЕСА С ПОЧВОЙ

При решении задачи взаимодействия колеса с почвой наиболее часто используется плоская расчетная схема. В результате проекция поверхности контакта на горизонтальную плоскость представляется в виде прямоугольника, а параметры взаимодействия колеса с почвой принимаются по ширине контакта постоянными. В действительности ввиду наличия кривизны шины как в продольной так и в поперечной плоскости контакт шины с почвой осуществляется через сложную криволинейную поверхность и отмечается неравномерность распределения нормальных давлений по всему пятну контакта, а не только в продольной плоскости.

Для учета этих особенностей в предлагаемой модели поверхность контакта представлена в виде усеченного эллиптического параболоида и состоит из плоской и криволинейной зон. Плоская зона является эллипсом, криволинейная — частью эллиптического

Для описания поверхности контакта получено выражение:

$$z = h + \lambda - \frac{y^2}{b_0^2/\Delta} - \frac{x^2}{2R-h-\lambda},$$

где h - глубина следа; λ - деформация шины; R - радиус шины; x , y , z - соответственно продольная, поперечная и вертикальная координаты; b_0 , Δ - характерные размеры шины. Для большинства шин $2b_0$ это ширина беговой дорожки; Δ - стрела дуги протектора.

Закономерность деформирования почвы принята в виде функции гиперболического тангенса:

$$q = \sigma_0 \tanh \frac{\kappa}{\sigma_0} z,$$

где q - давление в контакте шины с почвой; κ , σ_0 - соответственно коэффициент объемного сжатия и несудая способность почвы.

Принято также допущение, что восстановление упругих деформаций почвы происходит после прохода колеса и не влияет на процесс его взаимодействия с почвой.

Рассмотрено несколько вариантов качения колеса в ведомом режиме в зависимости от соотношения параметров h , λ , Δ . Для наиболее типичного случая ($h + \lambda > \Delta$ и $\lambda \leq \Delta$) глубину следа h , деформацию шины λ и силу сопротивления качению P_f можно определить из выражений:

$$h = \frac{\sigma_0}{\kappa} \operatorname{arctg} \frac{G_n}{\pi b_0 \sigma_0 \lambda} \sqrt{\frac{\Delta}{2R-\lambda}}; \quad (1)$$

$$G = \frac{2b_0 \sigma_0^2}{2\kappa} \sqrt{\frac{2R-h-\lambda}{\Delta}} \ln \cosh \frac{\kappa}{\sigma_0} h + G_n - \int \tanh \frac{\kappa}{\sigma_0} z (h + \lambda - \Delta); \quad (2)$$

$$P_f = \frac{2b_0 \sigma_0^2}{\kappa} \ln \cosh \frac{\kappa}{\sigma_0} (h + \lambda - \Delta) + \omega \kappa b_0 \sqrt{\frac{h + \lambda}{\Delta}} + K_{ш} B_{\kappa} \lambda, \quad (3)$$

где h - нагрузка, передаваемая в плоской зоне контакта; $\int$, ω - параметры, зависящие от конструкции шины и свойств почвы; G - нормальная нагрузка на колесо; $K_{ш}$ - коэффициент, характеризующий жесткость шины; B_{κ} - ширина плоской зоны контакта.

Значения глубины следа и деформации шины определяем при совместном решении уравнений (1) и (2). Составляющую нагрузки определяем из нагрузочной характеристики шины на жестком основании. В уравнении (3) первые два члена позволяют вычислить составляющую силы сопротивления качению от деформации почвы, третий - от деформации шины.

к.т.н., проф. Маденский А.А.,
к.т.н., доц. Чететкин А.Д.,
к.ф.м.н., доц. Друть И.Е., БАТУ

О МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПРОЦЕССА ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ГУСЕНИЧНОГО ДВИЖИТЕЛЯ КОРМОУБОРОЧНОГО КОМБАЙНА С ЗАДЕРЖЕНЫМИ ПОЧВАМИ

Проходимость гусеничных кормоуборочных машин и их маневренность при выполнении технологического процесса по уборке трав на торфяно-болотных почвах существенно зависит от правильного соотношения параметров опорной поверхности гусениц (длины и ширины), давления и характера его распределения вдоль опорной поверхности, состояния дернового покрова. Применительно к кормоуборочной технике наряду с обеспечением проходимости машин необходимо обеспечить качественное выполнение технологического процесса с наименьшим повреждением дернины. Это можно достичь правильным выбором конструктивных параметров опорной ветви (длины и ширины) и формы опорной поверхности.

При передвижении кормоуборочного комбайна на гусеничном ходу по дерновому покрову происходит разупрочнение или разрыв его покрова. При этом ухудшается проходимость (особенно это относится для почв с низкой несущей способностью), уменьшается урожайность трав.

Проведенные экспериментальные исследования показали, что форма опорной поверхности и параметры движителя серийно выпускаемых гусеничных кормоуборочных машин выбраны без учета повреждаемости дернины и растений, поэтому нами делается попытка теоретически обосновать параметры ходового аппарата. Опорная поверхность принимается гладкой, без почвозацепов. Каждая из гусениц движителя представляет собой нерастяжимую ленту определенного поперечного профиля.

Учитывая характер распределения давления по длине опорной поверхности, физико-механические свойства дернины, профиль опорной поверхности, нами разработана математическая модель, которая позволяет рассчитывать нагрузку действующую на дерновое покрытие при агротехнически допустимой величине ее деформации. Рассчитав нагрузку, можно определить массу кормоуборочного комбайна. Также были получены графические зависимости агродо-

УДК 631.354.2:621.342

к.т.н. Чеботарев В.П. (ЦНИИЭСХ)

к.т.н. Карташенич С.М. (ЦНИИЭСХ)

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕОРИИ ПЛАНИРОВАНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТА ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ ПРОЦЕССА УБОРКИ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР МЕТОДОМ ОЧЕСЫВАНИЯ НА КОРНЮ

В настоящее время в республике и за рубежом интенсивно изучается технологический процесс уборки сельскохозяйственных культур методом очесывания на корню. В ЦНИИЭСХ с помощью методов теории планирования эксперимента были проведены следующие исследования: экспериментально проверена математическая модель процесса очесывания; определены оптимальные параметры и режимы работы очесывающего рабочего органа; изучено влияние условий уборки на протекание технологического процесса работы очесывающего устройства.

Оптимальные параметры и режимы работы очесывающего рабочего органа определялись путем последовательного решения следующих задач: априорного ранжирования всех известных факторов, определяющих процесс; выделения экспериментальным путем существенных переменных; проведения эксперимента с целью построения квадратичной модели, адекватно описывающей процесс; теоретической оптимизации полученной модели; экспериментальной проверки оптимального значения конструктивно-кинематических параметров очесывающего устройства.

Использование метода теории планирования эксперимента позволило быстро и эффективно определить конструктивно-кинематические параметры принципиально нового устройства для очеса сельскохозяйственных культур на корню, которое позволяет резко повысить производительность и качество уборочных работ.

Д.т.н., профессор Изаков Ф.
 с.н.с. Иосиф Н.Д.
 с.н.с. Артамонов А.Ю.
 ИИЭТ, г. Челябинск.

Принципы моделирования влияния
 предпосевной обработки семян
 энергией СВЧ на продуктивность с.х.
 культур

Многоскратными исследованиями, проведенными в последние годы, доказана возможность использования электромагнитного поля (ЭМП) сверхвысокой частоты (СВЧ) для воздействия на продуктивность с.х. культур. При этом наиболее эффективна предпосевная обработка семян, осуществляемая двумя способами: 1) непрерывным ЭМП СВЧ, которое при малых дозах обеспечивает эффект стимуляции, а при больших эффект угнетения, 2) импульсно-модулированным ЭМП СВЧ, эффект воздействия которого определяется совокупностью биотропных параметров, к которым относятся: частота следования импульсов, их длительность, мощность, пространственно-поляризационная структура, общая экспозиция обработки и т.д.

Второй способ оказался более экономичным, т.к. обеспечивает эффект обработки при значительно меньшем расходе электроэнергии. До сих пор главной проблемой при изучении влияния ЭМП СВЧ на семена является проблема определения оптимальных режимов обработки. При отсутствии теории влияния биотропных параметров на биологические объекты, появления которой в ближайшие годы ожидать нельзя, единственной возможностью выявления связей между этими параметрами и характеристиками объектов является экспериментальное моделирование. Для получения математических моделей широко используется современная теория планирования эксперимента. Однако, до сих пор все попытки получить приемлемые для практических целей математические модели продуктивности, учитывающие влияние биотропных параметров, не дали результатов. В чем причины такого явления? Нам представляется, что таких причин несколько: с одной стороны это многофакторность процесса, с другой — малая связь биотропными параметрами ЭМП СВЧ на результат предпосевной обработки семян. ЭМП СВЧ влияет по крайней мере две группы факторов: внешние условия (температура,

лажность, зависимость и т.д.) и факторы, определяющие биологическое состояние объекта (возраст, предистория, степень зрелости семян и т.д.). Кроме того и сама математическая модель для биологических объектов не столь проста как для физических или химических процессов.

Вместе с тем имеющийся опыт экспериментальных исследований показал, что изучаемый процесс имеет ряд особенностей, главной из которых является периодичность процесса, понимаемая в широком смысле не только как периодичность во времени, но и по другим факторам. Так установлено, что эффект как по стимуляции, так и по угнетению достигается при определенных значениях частоты следования импульсов.

Это приводит к мысли рассматривать изучаемый процесс как периодический. Как известно, основные характеристики периодического процесса — амплитуда, фаза и частота колебаний.

Поэтому математические модели должны составляться не для выходной величины, например, всхожести семян, а для этих трех характеристик — каждой в отдельности. При необходимости в модель можно включить и параметры высших гармоник.

Для решения задачи готовится математическое и программное обеспечение. Что касается многофакторности процесса, то единственным средством ее учета является декомпозиция модели.

ТЕМА: "АНАЛИТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ВОЗДЕЙСТВИЯ УЛЬТРАЗВУКА НА СЕМЕНА ЗЕРНОВЫХ "

АВТОРЫ: Н.И. БОХАН к.т.н., профессор БАТУ, В.В.МАРКЕВИЧ
инженер БАТУ.

Процесс воздействия ультразвука на семена зерновых можно аналитически смоделировать. Для установления закономерностей и определения параметров воздействия ультразвукового поля на качество обработки посевного материала в растениеводстве применим закон действующих масс.

Задаваясь некоторыми параметрами: q – количество обрабатываемого материала, t – время ультразвуковой обработки и x – количество обработанных семян, т.е. к моменту времени в емкости для обработки остается не обработанных семян, допуская, что обработка протекает равномерно без изменения характеристик звукового поля и физических свойств посевного материала, то количество обработанных семян за некоторый промежуток времени $t + \Delta t$ будет равно: $k(q-x)dt$

Следовательно, $dx = k(q-x)dt$ или $\frac{dx}{dx} = k(q-x)$,

где k – некоторый множитель пропорциональности.

Физический закон обработки посевного материала получил математическое выражение и находя связь между x и t получим скорость обработки

$$w = \frac{dx}{dt} = qke^{-kx}$$

Коэффициент пропорциональности k является сложной функцией параметров и выражается

$$k = \varphi(f, T, J, R_e),$$

где f – частота звукового поля

T – температура воды

J – интенсивность звукового поля

R_e – твердость посевного материала.

Математическое моделирование процесса воздействия ультразвука на семена зерновых дает возможность достаточно точно определить оптимальные режимы обработки различных видов и сортов зерновых.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПРОЦЕССА ГОРБИКООБРАЗОВАНИЯ
ЗАДАННОГО ПАРАМЕТРА ГРЕБНЯ С ОДНОВРЕМЕННОЙ
ФРЕЗНОЙ ОБРАБОТКОЙ ПОЧВЫ И ПОСАДКОЙ КЛУБНОЙ
КАРТОФЕЛЯ КОМБИНИРОВАННОЙ САЖАЛКОЙ

БАТУ совместно с ЦНИИТЭСХ разработали комбинированную сажалку картофеля. Для обоснования выполнения технологического процесса посадки клубней картофеля с одновременными фрезерной обработкой почвы и окончательным формированием профиля гребня заданных параметров обоснована математическая модель процесса движения частиц почвы, отбрасываемых ножами фрезы в рабочем объеме сошниково-заделывающей группы.

На движение частиц почвы под действием ножей фрезы влияют форма и размеры рабочих органов, способ их расстановки, углы установки и резания ножей, режим фрезерования, состав и влажность почвы и другие факторы, поэтому данный процесс рассматривался при допущениях, что движение частиц почвы не зависит от сопротивления воздуха и на них не оказывают влияние соседние частицы.

Процесс гребнеобразования с одновременной посадкой клубней считался устойчивым при условии отбрасывания частицы почвы ножом фрезы как минимум на высоту гребня H в рабочем объеме сошниково-заделывающей группы, т.е. на расстоянии l_x , которое меньше или равно длине гребнеобразователя:

$$l_x = \frac{V_a^2 \cdot \sin 2\alpha'}{g} + \frac{V_a \cdot \cos \alpha' \sqrt{(V_a \cdot \sin \alpha')^2 - 2gH}}{g},$$

где V_a , α' - скорость и угол схода частицы почвы с ножа фрезы.

Анализ полученной модели позволяет сделать вывод, что при оптимальных параметрах и режимах работы фрезерного рабочего органа и сошниково-заделывающих рабочих органов процесс формирования гребня заданных параметров с одновременной фрезерной обработкой почвы протекает устойчиво.

Достоверность полученной математической модели подтверждена результатами лабораторно-полевых исследований комбинированной сажалки: сошниково-заделывающие рабочие органы в сочетании с фрезой обеспечивают посадку клубней с одновременной фрезерной обработкой почвы и окончательным формированием профиля гребня заданных параметров.

МОДЕЛЬ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ СТЕБЕЛЕЙ КАРТОФЕЛЬНОЙ БОТВЫ С БОТВОСРЕ- ЗАЮЩИМ УСТРОЙСТВОМ

В БАТУ разработано ботвосрезающее устройство, позволяющее при уборке ботвы картофеля совмещать два способа среза растений: бесподпорный и подпорный, что в свою очередь дает меньшую энергоемкость процесса и повышает качество уборки. Нами разработана математическая модель устройства. При ее разработке исходили из того, что на стебель ботвы при срезании его устройством будут действовать силы: веса, центробежная сила инерции, касательная сила инерции, Кориолиса, аксиальная сила инерции, трения стебля о боковую поверхность ножа, трения стебля о режущую кромку ножа.

Разложив эти силы на составляющие вдоль осей x, y, z можно определить характер движения стебля ботвы относительно ботвосрезающего устройства. Возможны два случая перемещения: движение по виткам спирали и вращение вместе с устройством.

Перемещение ботвы в направлении с режущей кромки ножа будет происходить, когда силы сдвига превысят составляющие, увлекающие среду во вращение.

Спроектировав силы на плоскость устройства и нормаль к нему, получим составляющие F_x, F_y, F_z , под действием которых происходит сдвиг стебля относительно осей. Решение данной системы уравнений возможно, применив как аналитический так и графоаналитический метод.

Перемещение ботвы вдоль осей x, y, z с целью обеспечения технологического режима может быть обеспечено при условии

$$P_{сг,x} > f_2 N \frac{V_x}{V} ; P_{сг,y} > f_2 N \frac{V_y}{V} ; P_{сг,z} > f_2 N \frac{V_z}{V} .$$

Силу нормального давления можно определить из зависимости

$$N = \frac{mg}{\cos \alpha} \sin \omega t + m \omega^2 z \sin \omega t + z m \omega_1^2 - 2m \omega V_1 \sin \omega t$$

При анализе данного уравнения нами сделан вывод, что на срез ботвы влияют в большей степени такие факторы как угол установки режущего ножа, частота вращения устройства и радиус спирали устройства. Их оптимальные параметры определены экспериментальными исследованиями.

УДК 631.356.46.076.003

Гадигерский Г.А.
Сталинский Р.С.
Биза Ю.С.
(БАТУ)**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПРИЕМНОЙ
ЧАСТИ КАРТОФЕЛЕУБОРОЧНЫХ МАШИН С АКТИВНЫМ ЛЕМЕХОМ**

Одним из направлений повышения производительности карто-
фелеуборочных машин является повышение рабочих скоростей.

Однако, подкапывающие рабочие органы существующих карто-
фелеуборочных машин при работе на повышенных рабочих скорос-
тях сгруживают почву, обволакиваются растительными остатками,
вследствии чего происходит нарушение технологического процесса.

Поэтому, сложность моделирования параметров приемной час-
ти картофелеуборочных машин обусловлена наличием различных фак-
торов влияющих на параметры (свойства почвы, глубина и ширина
залегания клубней, скорость движения машины и т.д.).

Математическое моделирование представлено системой урав-
нений, описывающих зависимость параметров приемной части кар-
тофелеуборочных машин от условий работы.

Составлена программа решения данной системы уравнений.

Проверка достоверности полученных результатов расчета с
использованием ПЭВМ показала сходимость данных расчета с эк-
спериментами.

МОДЕЛЬ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПРОДОЛЬНОГО КОМКОРАЗРУШАЮЩЕГО УСТРОЙСТВА С СЕ- ПАРИРУЮЩЕЙ ПРУТКОВОЙ ПОВЕРХНОСТЬЮ

Моделируя взаимодействие комка почвы (материальной точки) с прутковой поверхностью и продольным комкоразрушающим устройством, выделим три этапа движения комка:

- 1) горизонтальное движение за счет подпора клубненосной массы со скоростью равной скорости движения агрегата;
- 2) удар о поверхность лопаток рыхлителя;
- 3) полет в воздушной среде при начальной скорости, вектор которой направлен под углом α к горизонту;
- 4) продавливание комков почвы между прутками за счет фрезерующего воздействия лопаток комкоразрушающего устройства.

Сложность процессов, происходящих на прутковой сепарирующей поверхности под воздействием продольного рыхлителя не позволяет дать их точного математического описания. Наиболее близким эмпирическим выражением закономерности просеивания почвы на предлагаемом сепарирующем устройстве является формула:

$$l = (Q_{\max}^{1-\beta} - Q^{1-\beta}) / [a \cdot B (1-\beta)]$$

Это уравнение сепарации в общем виде по длине l сепаратора, которая определяется в зависимости от начальной подачи $Q_{\max}$ (кг/с), расхода массы Q (кг/с) с сепаратора на длине l от его начала, ширины сепаратора B (м), коэффициента a и показателя степени β (безразмерный), a и β рассчитывают по результатам опытов.

Анализ модели позволяет сделать следующие выводы:

1) При увеличении подачи эффективность отделения почвы сепаратором снижается. Это объясняется перегрузкой сепарирующего рабочего органа.

2) Коэффициент a и показатель степени β во многом зависят от типа и состояния почвы.

3) Существенное влияние на величину коэффициентов a и β оказывают место установки комкоразрушающего устройства и режим его работы.

УДК 636.064.7.001 : 621.66.067

НАГОРСКИЙ И.С., академик Академии
аграрных наук РБ,
ЛУКОВСКИЙ М.В., инженер
(ИИО "Белсельхозмеханизация")

ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПИТАТЕЛЯ-ЗАГРУЗЧИКА ЗЕЛЕНОЙ МАССЫ

Использование в рационах свиней измельченной зеленой массы бобовых и злаковых трав в составе как кормовых смесей, так и комбисилов позволяет уменьшить на 20 % расход концентрированных кормов, не снижая продуктивности животных. Для технического обеспечения этого направления в рациональном использовании зерна надо совершенствовать технологические линии кормоцехов. Так, материал- и энергоемкие питатели ИЗМ-1,5; БД-4-70 и КТУ-10А, приемлемые на комплексах от 12 тыс. голов и выше, экономически не выгодны в кормоцехах небольших свиноферм.

В ИИО "Белсельхозмеханизация" разработаны питатель-дозатор зеленой массы. Он имеет два основных узла: шнековый транспортер, который подбирает выгруженный на накопительной площадке корм, поворачиваясь в горизонтальной плоскости, и перемещает его к приемку с приемным транспортером технологической линии кормоцеха; битаер, стабилизирующий высоту слоя подбираемого шнеком материала.

При разработке питателя-дозатора исследованы формы и статистические характеристики размеров насыпных тел, образуемых в процессе выгрузки кормов из транспортных средств; методом конечных элементов составлена математическая модель подачи материала в шнек во время его поворота, исследованная с помощью ИЭЕМ. В результате обоснованы рабочая схема питателя (доказана необходимость битаера, стабилизирующего подачу материала), параметры его конструкции и технологические режимы.

Расчетным путем, с использованием составленной математической модели, сделана оценка энергетических показателей разрабатываемого устройства. Полученные результаты проверены и уточнены экспериментально.

УДК 631.374.001

КОЛОСКО Д.Н., инженер;
 НАГОРСКИЙ И.С., академик Академии аграрных
 наук РБ
 (НПО "Белсельхозмеханизация")

АНАЛИЗ РАБОТЫ ВЫГРУЗЧИКА СТЕБЕЛЬЧАТЫХ КУЛЬТУР

Среди различных способов отделения стебельчатых кормов от основной массы (например, при извлечении их из траншейных хранилищ) выгодно отличаются те, которые не вызывают разрушения монолита, сохраняют неразрушенной его поверхность. К ним относится фрезерование, при котором удовлетворяются зоотехнические условия относительно качества сохраняемого корма, однако требуются определенные затраты энергии. Поэтому актуально уменьшить энергоемкость процесса фрезерования.

На стадии проектирования выгрузчика стебельчатых кормов из хранилищ составлена, с целью сокращения затрат на его разработку, математическая модель резания сенажного монолита Г-образными ножами фрезерного барабана, перемещаемого вместе со штангой, которая навешивается на трактор. Детально рассмотрены кинематики движения ножа и обусловленная этим форма сечения отделяемой стружки, а также составляющие усилия резания. Получены аналитические зависимости производительности и мощности на привод фрезерного барабана от параметров его конструкции и режимов работы.

Математическая модель позволила выявить влияние основных параметров на энергоемкость процесса. В результате многофакторного анализа модели с помощью ПЭВМ выполнена параметрическая оптимизация процесса фрезерования стебельчатых кормов, имеющих различные физико-механические свойства (соломы, сена, сенажа и силоса), по критерию минимума затрат энергии.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПРОЦЕССА УБОРКИ ЯГОД БРУСНИЧНЫХ КУЛЬТУР

Спрогнозировать значения качественных показателей механизированной уборки брусничных культур (клубники крупноплодной, голубики высокорослой) можно, построив реально действующую модель. Из литературных источников известно, что на качество сбора ягод влияют процессы очесывания (x), вибрации (y), а также жесткость цветоносов или ветвей культур (Z).

При разработке модели использованы графические зависимости (рис. 1), а для анализа рабочих процессов комплексные факторы очесывания x и эффекта вибрации λ_b

$$x = \frac{d_a}{S - d_b} \quad (1)$$

$$\lambda_b = \frac{m \cdot \omega^2 \cdot A}{P_{отр}} \quad (2)$$

где d_a и d_b — диаметры соответственно ягоды и цветоноса (или ветви); S — расстояние между гребенками; m — масса ягоды; $P_{отр}$ — статическая сила отрыва ягоды; ω , A — частота и амплитуда вынужденных колебаний.

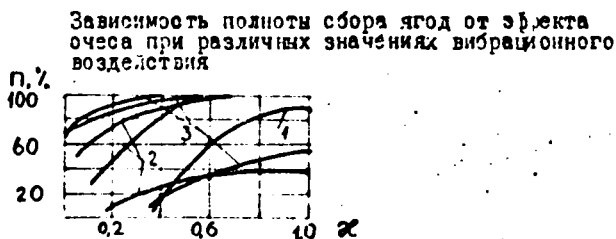


Рис. 1. 1 — для культур с $Z = 0,01 \dots 1,0$ ($\lambda_b = 0,05$)
2 — для культур с $Z = 0,4 \dots 0,5$ ($\lambda_b = 0,3; 0$)
3 — для культур с $Z = 0,9$ и более ($\lambda_b = 0,3; 0,5; 0$)

Для культур с $Z = 0,01 \dots 1,0$ и λ_b^2 эффект фактора вибрации отсутствует, а основное значение в данном случае имеет тип очесываемого рабочего органа. Испытания показали, что количество поврежденных машиной с активным рабочим органом — очес-

машинным транспортером (а.с. 1711708 от 15.10.91г.) побегов и ягод клонем крупноплодной соответственно в 18 и 2,3 раза меньше, чем у малины с гребенчатым (пассивным) рабочим органом.

Рассмотрим влияние основных факторов на процесс уборки голубики высокорослой, при условии сортового многообразия этой культуры и как следствие изменение значений жесткости ветвей (Z).

Записываем уравнения параболы (рис.1) для случая, когда эффект вибрации отсутствует, а Z принимает значения соответственно 0,1; 0,4; 0,9 Н.м². Для каждого из вариантов берут три характерные точки X . Аналогично поступаем и для случаев, когда фактор жесткости ветвей равен 0,3 и 0,5.

После совместного решения полученных итоговых уравнений, соответствующих преобразований и экстраполяции коэффициентов, получаем основное выражение

$$F(x, y, z) = Ax^2 + Bxy + Cy^2 + A_1z^2 + B_1x + C_1y \quad (1)$$

где A ; B ; C ; A_1 ; B_1 ; C_1 - коэффициенты значимости факторов (по абсолютной величине).

Выражение (1) позволяет посредством сопоставления значений коэффициентов определить зависимость качества уборки ягод от факторов очеса, вибрации (или их совмещения), биологических особенностей сортов голубики крупноплодной, а полученные результаты могут быть использованы при разработке конструкции рабочего органа машины.

УДК 631.356.2.07-52

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА АВТОМАТИЧЕСКОГО ВОЖДЕНИЯ СВЕКЛОУБОРОЧНОГО КОМБАЙНА

к.т.н., доц. Буянов В.П.

к.т.н., доц. Шевчик Н.Е.

аспирант Круглень В.Е.

аспирант Колей Г.Ч.

При разработке систем автоматического вождения сельскохозяйственных агрегатов возникает необходимость моделирования процесса их движения с целью оптимизации параметров.

Отклонение передних управляемых колес свеклоуборочного комбайна должно быть в пределах агротехнического допуска — ± 4 см. На ЭВМ моделируется движение комбайна с автоматом вождения, которое осуществляется в декартовых координатах и делится на три составляющие:

- движение по прямой;
- движение с изменяющимся углом поворота колес;
- движение с постоянным углом поворота колес.

Рядок свеклы можно задавать уравнением любой кривой, но наиболее точно он описывается синусоидой. Автомат вождения электрогидравлического типа состоит из чувствительного элемента, бесконтактных преобразователей, усилительного элемента (электрогидрораспределитель), исполнительного элемента (гидроцилиндр управляемых колес) и механизма обратной связи.

Подъезжая к ряду в виде синусоиды, агрегат движется по прямой, а чувствительный элемент при встрече с корнеплодами отклоняется. Как только расстояние между магнитом и бесконтактным преобразователем достигнет порога зоны нечувствительности замыкаются контакты реле, подавая ток на электрогидрораспределитель и через определенный промежуток времени (время запаздывания) управляемые

...коеса начинают поворачиваться. Поворот колес продолжается до тех пор, пока механизм обратной связи не выведет бесконтактный преобразователь в зону нечувствительности, поворот колес прекратится, комбайн продолжит движение с постоянным радиусом поворота.

Задача оптимизации сводится к выбору параметров элементов САВ, при которых свойства последней оптимальны, т.е. сводится к выбору лучшего варианта из числа возможных. В качестве варьируемых параметров можно принять:

- скорость движения;
- длину выноса щупа;
- значение зоны нечувствительности;
- коэффициент усиления прямой и обратной связи;
- характеристики электрогидрораспределителя;
- подачу жидкости в систему и площадь поршня гидроцилиндра.

Однако с учетом конструктивных, технологических и экономических факторов наиболее целесообразно варьировать следующие параметры: скорости движения в пределах заводского допуска, значения зоны нечувствительности, коэффициента усиления прямой и обратной связи.

УДК 631.22.014:636.084.757

Д.с.-х.м. А.Н.Николаев, ЦНИИЗСХ

Д.в.и., проф. С.Н.Палченко, БГАУ

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА СТАТИСТИЧЕСКИХ ИСПЫТАНИЙ /МОНТЕ-КАРЛО/ ПРИ ОПРЕДЕ- ЛЕНИИ ПАРАМЕТРОВ АВТОПОЕНИЯ

Основным параметром, определяющим расходные характеристики систем автопоения, является число одновременно работающих помпок. Существующие методы расчета, при которых расход воды в автопомпках принимается равномерным, не учитывают особенностей группового поведения и процесса поения животных. По указанным причинам расход воды на поение превышает 35-40% потребности, что на 20-25% увеличивает объем навоза, поступающего на хранение, переработку и использование и, соответственно, требует дополнительных затрат материально-технических и энергетических ресурсов.

Для определения числа одновременно работающих помпок использован метод статистических испытаний /Монте-Карло/ в сочетании с методами решения задачи Биффона. При этом во внимание принимались следующие исходные данные: число станков, обслуживаемых одним комплектом оборудования - 7; длительность цикла поения свиней - 1 час /3600с/; количество животных в одном станке - 25 голов; длительность разового поения одного животного - 20с. Учитывалось, что за час до или после кормления свиньи могут быть в следующих состояниях /равновероятно/: отдых, нахождение на целевом полу /дефекация/ или у помпки.

В соответствии с методикой решения задачи Биффона определены следующие параметрические значения в относительных единицах: интервал сетки $L = \frac{3600}{25} = 144$, длина модели $\ell = 20$.

В этом случае вероятность единичного события p определяется:

$$p = \frac{\ell}{L\pi} = \frac{20}{144 \cdot 3,14} = 0,044,$$

с учетом которой получаем число одновременно работающих помпок - 3.

Экспериментальная проверка полученных результатов проводилась на свиноподкомплексах "Южный" Пинского района Брестской области, "Восход" Могилевского района Могилевской области и "Ульяновск" Пинского

Таблица. Сравнение результатов изучения числа
одновременно работающих полей $/P = 0,95/$

Метод получения результата	Относительное значение числа одновременно рабо- тающих полей	Отклонение, %
Статистические иссле- ования	0,43	-
Традиционный:		
Комплекс "Вихрь"	0,40	6,6
- "Восход"	0,45	4,5
- "Умлюнов"	0,42	2,4

Полученные результаты использованы при разработке уточненной методики расчета самотечных систем автопоения сенокосов, обеспечивающей экономии материальных и энергетических ресурсов до 25-35% по сравнению с системами, рассчитанными традиционными методами.

УДК 631.22.018:628.543

проф., д. т. н. Терпиловский
доц., к. т. н. Кольга Д. Л.
аспирант Вобрович Е. Н.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ УСТАНОВКИ ПРИ СЛУЩЕНИИ НАВОЗНЫХ СТОКОВ

В республике имеется 261 комплекс (103 свиноводческих и по выращиванию и откорму молодняка крупного рогатого скота). Число такого количества крупных животноводческих комплексов полностью сказалось на увеличении объемов продукции животноводства, но вместе с тем негативно повлияло на экологическую обстановку в зонах их размещения.

При наиболее распространенном на крупных комплексах методе навоза происходит значительное разбавление его водой и попадание в малоконцентрированные навозные стоки.

Для уменьшения объема и очистки навозных стоков разработана ультрафильтрационная установка. Параметром оптимизации выбрана удельная производительность ультрафильтрационной установки. Для решения наших задач определены факторы, влияющие на процесс:

P - давление перед блоком ультрафильтров, МПа ;

V - скорость разделяемой жидкости в блоках ультрафильтров, м/с.

Для получения эмпирической функциональной зависимости и удельной производительности ультра-ой установки по фильтрату от вышеупомянутых факторов, на основании опытных данных (т.е. для получения математической модели объекта исследования) использован метод планирования эксперимента: ортогональный центрально композиционный план второго порядка, представляющий собой план полного факторного эксперимента второго порядка (2^p , где p - число факторов), каждый фактор варьирует на двух уровнях, т.е. принимаемое в опыте одно из двух значений: верхнее или нижнее с добавлением центральной (нулевой) точки и двух "звездных" точек.

На основании математической модели получено ур-е регрессии

$$q = 18,6 P V - 2,34 P^2 - 1,23 V^2 + 16,4 V - 34,6 P - 83,1 \text{ л/м}^2 \cdot \text{ч}$$

Проведена энергетическая оценка работы ультрафильтрационной установки и получена эмпирическая зависимость

$$\Delta_{\text{уд}} = 2,612 - 0,338 X_1 + 1,375 X_2 + 0,042 X_1^2 - 0,24 X_2^2 - 0,026 X_1 X_2,$$

$$\text{где } X_1 = \frac{10}{1,8} - 3,2$$

$$X_2 = \frac{3,5}{0,8}$$

Проведена бактериологическая и физико-химическая оценка навозных стоков до и после ультрафильтрации. Эти данные показывают, что мембраны полностью задерживают яйца и личинки гельминтов. Содержание сухого остатка в фильтрате уменьшается на 40...45%. В связи с этим уменьшаются и показатели химической и биохимической потребности в кислороде на 76%.

Количество аммонийного азота в навозных стоках составляет 520 мг/л. После очистки стоков на ультрафильтрационной установке этот показатель уменьшился на 28%.

Нитратный азот задерживается почти полностью, так в исходном материале он составлял 0,57 мг/л, а в результате колеблется от 0...0,2 мг/л.

УДК 631.862.1

Г.т.н., проф. Мартыненко И.И.

к.т.н., доц. Чмиль А.И.

УГАУ

МОДЕЛИРОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ АНАЭРОБНОГО СЕРАТИВАННЯ НАВОЗА

Разработка автоматизированной системы управления технологических процессов анаэробного сбраживания навоза в промышленных биореакторах требует решения целого комплекса научных и технических задач, важнейшей из которых является задача построения модели объекта.

Процессы, происходящие в биореакторе, отличаются существенной нестационарностью, поскольку на явления микробиологического синтеза накладываются физико-химические явления, связанные с переносом вещества и энергии, а также гидродинамические процессы. Из-за образования газа и наличия твердой фазы анаэробное сбраживание является трехфазным процессом. К этим характеристикам, свойственным сложным системам вообще, необходимо еще добавить неопределенность геометрии, недостаточно известные распределения характеристик и возможность их изменения во времени, которые затрудняют процесс синтеза модели. Все это вынуждает рассматривать вопросы управления биореактора в классе адаптивных систем.

На первом этапе построения модели был произведен сбор, предварительная обработка информации и оценка значимости параметров объекта. Все параметры в соответствии с характером и степенью их участия в технологическом процессе были разделены на входные /концентрация биогенных веществ в субстрате,

температура и pH питательного субстрата/, возмущающие /температура окружающей среды, содержание ингибирующих веществ и т.д./, режимные /температура и pH среды в биореакторе, время удержания биомассы/ и выходные /концентрация микроорганизмов, производительность по биогазу/.

На втором этапе были проведены исследования статических характеристик микрокинетики на лабораторной установке без ограничения роста микроорганизмов и оптимальных условиях проведения процесса. На этом этапе из рассмотрения были исключены несущественно влияющие на процесс параметры.

На третьем этапе исследованы макрокинетические закономерности процесса на пилотной установке, в условиях, приближенных к промышленным и определены структура и параметры модели, на основании которых выбран вид функциональной зависимости данных параметров от режимно-конструктивных параметров биореактора.

На четвертом этапе формируется полная математическая модель биореактора, уточняются значения параметров и работоспособность модели. Для определения оценок параметров модели применен регрессионный метод, основанный на использовании метода наименьших квадратов.

Для максимизации производительности биореактора по биогазу разработан алгоритм оптимального управления, реализующий способ подачи тепла и материального потока на вход в биореактор.

УДК 636.521

Д.т.н., проф. Мартыненко И.И.,

к.т.н., доц. Лисенко В.Т.

УГАУ

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПРОМЫШЛЕННОГО ПТИЧНИКА

Производство пищевых яиц — сложное технологическое производство, насыщенное энергетическими процессами. Реализация оптимального управления этим производством обеспечит значительную экономию дорогостоящих в настоящее время энергетических ресурсов и кормов.

Оптимальное управление процессом производства пищевых яиц возможно при условии использования адекватной реальному объекту математической модели и соответствующего алгоритма управления. Важнейшее значение в этом плане приобретает математическая модель.

Промышленный птичник — сложная биотехническая структура, обладающая свойствами нелинейности и нестационарности. Для птицеводства яичного направления интерес представляет модель, связывающая яйценоскость и факторы ее определяющие

$$Y = f(\bar{x}), \quad /I/$$

где Y — яйценоскость; $\bar{x}$ — вектор воздействий, влияющих на яйценоскость.

Структура и параметры уравнения /I/ могут быть получены прежде всего по результатам экспериментальных исследований, сущность которых сводится к измерению яйценоскости и таких технологических параметров как температура, влажность, концентрация CO_2 , освещенность, суточный расход кормов, суточное потребление воды.

Учитывая нестационарность зависимости /1/, заслуживает внимания адаптивный алгоритм расчета структуры и параметров модели птичника - метод группового учета аргументов /МГУА/. Преимущества его заключаются в возможности учитывать изменяющиеся свойства изучаемого объекта управления. Другими словами, этот метод обладает большой гибкостью.

Эксперименты, проведенные на Киевской птицефабрике, позволили установить /на основании МГУА/, что свойства промышленного птичника яичного направления могут быть описаны выражением

$$Y = 149,4 - 114,8 \frac{\theta(t)}{\ln V(t) \cdot \ln V(t-2\tau)} - 12 / \\ - 9,4 \frac{\varphi(t) \cdot \ln E(t-2\tau)}{\theta(t) \cdot \ln m(t-2\tau)} - 3,9 \frac{1}{c(t-2\tau) \cdot \ln V(t-3\tau)},$$

где $\theta(t)$ - температура воздуха; $V(t)$ - суточное потребление воды; $c(t)$ - концентрация CO_2 ; $m(t)$ - суточный расход кормов; $\varphi(t)$ - влажность воздуха; $E(t)$ - освещенность; t - время; τ - шаг квантования.

Расчеты, проведенные по выражению /2/, и их сопоставление с данными эксперимента свидетельствуют о высокой точности модели.

УДК 624.012.45

К.Т.Н. доц. Фурунжиев Р.И., БАТУ,

К.Т.Н., доц. Гурский Н.Н., БГПА.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ И УНИВЕРСАЛЬНЫЙ ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ КОНСТРУКЦИЙ, ПОДВЕРЖЕННЫХ ДИНАМИЧЕСКИМ И СТАТИЧЕСКИМ ВОЗДЕЙСТВИЯМ.

Рассматривается универсальная математическая модель расчета конструкций сельскохозяйственных машин и агрегатов произвольной структуры, основанная на методе конечных элементов. Обсуждаются результаты применения новых типов конечных элементов для моделирования узлов сопряжения со специфическими свойствами, диссипативных элементов и др.

Расчет на динамические воздействия предполагает задание внешних воздействий в виде: ускорений, передаваемых в узлах контакта конструкции с грунтом или с другим объектом, и изменяющихся во времени нагрузок (сил и моментов), прикладываемых по направлению любой из условных степеней свободы. Обеспечивается возможность расчета на оба эти воздействия одновременно.

Математическая модель реализуется на ЭВМ универсальным программным комплексом (ПК) Cola - 3, разработанным авторами. ПК обеспечивает современную компьютерную технологию проектирования конструкций и позволяет в графическом интерактивном режиме формировать расчетную модель и вводить исходные данные, выполнять расчеты и получать результаты. Ограничений на структуру конструкций и вид внешних и внутренних воздействий не накладывается.

Каждый этап подготовки данных, расчета и вывода результатов по запросу сопровождается графическим изображением конструкции в пространстве. Причем, представляется возможность рассматривать объект со всех сторон, выделять фрагменты, увеличивать их, перемещать, повторять, копировать, поворачивать геометрический образ объекта на экране ЭВМ.

Обсуждаются результаты расчетов конструкции сельскохозяйственного агрегата для внесения химических компонентов в консольными фермами, который переносится по поверхности с неровностями с различными скоростями. Учитывается реальная жесткость дорожного покрытия, шин, подвески и узлов конструкции. Программный комплекс ориентирован на ЭВМ типа IBM PC.

УДК 551.52:631.553

К.т.н., с.н.с. В.Н. Дашков
с.н.с. Н.Г. Капустин
НПО "Белсельхозмеханизация"

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СУТОЧНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ ПАРАМЕТРОВ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА И ПЛОТНОСТИ ПОТОКА СОЛНЕЧНОЙ РАДИАЦИИ В ПЕРИОД ЗАГОТОВКИ НОРМОВ

В процессе сельскохозяйственного производства часто эффективная работа оборудования и проведения целого ряда технологических процессов зависят от воздействия меняющихся условий окружающей среды.

Поэтому при расчетах характеристик и режимов работы такого оборудования важно иметь теоретические модели реальных изменений параметров окружающей среды.

Например, при определении потребности мощности и расчетах тепловых режимов гидроустановок, используемых при досушивании сена методом вентилирования, требуется математическое описание изменений параметров атмосферного воздуха и плотности потока солнечной радиации в течение суток.

В работе получены соответствующие математические модели для использования тригонометрических рядов Фурье, так как анализ метеорологических условий показал, что изменения плотности потока солнечной радиации, температуры и относительной влажности воздуха в течение суток имеют периодический характер.

При гармоническом анализе использовались многолетние среднестатистические экспериментальные данные метеорологических условий в период заготовки сена, полученные Белорусским управлением по гидрометеорологии и контролю природной среды в трех характерных физико-географических районах республики.

Для рассматриваемых параметров окружающей среды на ЭВМ были считаны коэффициенты ряда Фурье, амплитуды и фазы основной и побочных гармоник. На основании этих величин получены математические модели изменений плотности потока солнечной радиации, температуры и относительной влажности воздуха как во времени суток каждого из этих месяцев, так и в целом за период заготовки трав на сено.

Проверка адекватности моделей проведена по F-критерию Фишера. Результаты сравнения расчетных и табличных значений F-критерия свидетельствуют об адекватности полученных моделей с первыми тремя гармоническими составляющими ряда Фурье, при 5%-ном уровне значимости.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ТЕПЛОПЕРЕНОСА В УСТАНОВКАХ ДЛЯ ПОДОГРЕВА ВОДЫ НА НУЖДЫ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ

Сработка конструктивных параметров гелиоустановок, применяемых в сельском хозяйстве, является трудоемким процессом, так как требует проведения многочисленных экспериментов, результаты которых зачастую не могут быть сопоставлены из-за неадекватности воздействующих климатических факторов. Для получения сопоставимых данных необходимо проводить испытания всех конструкций одновременно, что удорожает научно-исследовательские работы и затрудняет определение эффективности воздействия изменений конструкций установок.

Одним из методов интенсификации исследовательских работ является расширение использования математического моделирования.

Для более глубокого понимания процессов теплосбмена, имеющих место в гелиосистемах, для дальнейшего выбора и оптимизации их параметров разработана математическая модель расчета гелиосистем с естественной (термосифонной) циркуляцией теплоносителя. Данная математическая модель гелиосистемы дает возможность глубже изучить специфику процессов, протекающих в ней, степень их влияния на ее эффективность. До настоящего времени в литературе нет описания полностью законченной методики для расчета гелиосистем с естественной циркуляцией, за исключением описания отдельных процессов.

Сравнение результатов расчета с данными испытаний опытного образца гелиоводоподогревателя для молочно-товарной фермы показало, что расхождение не превышает 10%. Это указывает на возможность применения данной модели при подборе новых материалов, конструктивных параметров установок и определении возможности применения разработанного оборудования в иных природно-климатических условиях.

УДК - 621.371 (7)

к.т.н. Е.И. Котев (г.Київ)

Математическое моделирование низкопотенциальных солнечных воздушных нагревателей

Наиболее универсальным методом обобщения результатов теоретических и экспериментальных исследований по определению эффективности низкопотенциальных различных конструкций является математическое моделирование тепловых процессов самого гелиопреобразователя и технологического потребления полученной теплоты.

В связи с этим разработана обобщенная математическая модель тепловых процессов нагрева воздуха солнечной радиацией для широкого класса "глиоски" гелионагревателей: "диск", "горячий ящик", "труба в трубе" с одним или несколькими контурами теплоносителя.

Математическое описание представлено системой дифференциальных уравнений: теплового баланса для теплоносителя и элементов конструкций гелиовоздухоподогревателей, уравнений описывающих теплообмен в системах с распределенными параметрами и граничных условий.

Сложность моделирования обусловлена нестационарностью интенсивности солнечной радиации и параметров окружающей среды и нелинейностью уравнений лучистого теплообмена. Поэтому в первом приближении для выявления рациональных геометрических параметров гелионагревателя и влияния расхода теплоносителя на его эффективность решается стационарная задача при линеаризации "лучистой" составляющей уравнений. На втором этапе, при известных размерах и значениях величин, характеризующих теплоинерционные свойства, рассматриваются переходные процессы в гелиопреобразователях при скачкообразных и гармонических возмущениях имитирующих периодический характер изменения интенсивности солнечной радиации и температуры атмосферного воздуха.

Из общей модели исключением отдельных составляющих системы дифференциальных уравнений получены математические модели: одноканальных гелиовоздухоподогревателей со светопрозрачным укрытием и без него, а также модели двухканального коллектора типа "труба в трубе" или "горячий ящик" с одним контуром.

УДК 662.997;621.472

Давыдов В.Н., Кузьмич В.В.,
Снежко Э.К., канд-ты техн.
наук
(НПО "Белосельхозмеханизация")

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ТЕПЛО- И МАССООБМЕНА В УЗКИХ КАНАЛАХ ВОДОПОДОГРЕВАТЕЛЬНЫХ И ИСПА- РИТЕЛЬНО-КОНДЕНСАЦИОННЫХ ТЕПЛОСИСТЕМ

Для расчетов коэффициента конвективной теплоотдачи в гелио-коллекторном модуле гелиоводоподогревателя между теплоприемником и светопрозрачным покрытием выбрана формула, рекомендуемая Холандсом.

Разработана программа для расчета оптимальной величины зазора и проведения расчета на ЭВМ "Роботрон 1715".

Как показывают расчеты, коэффициент теплопередачи светопрозрачного экрана зависит от конструктивных и режимных параметров и равен $6-7 \text{ Вт/м}^2$, а оптимальная величина зазора составляет $0,02-0,03$ для исследованного диапазона температур.

Тепло- и массообмен в модельных установках с фазовыми превращениями (дистилляторах), реализующих "парниковый" эффект в пространстве между светопрозрачным покрытием (конденсатором) и параллельной ему черной увлажненной поверхностью испарителя, обычно описывается критериальными зависимостями вида.

$$Nu = A(Gr \cdot Pr)^n$$

В результате экспериментальных и теоретических исследований установлено, что потери тепла конвекцией и теплопроводностью через узкий канал от испарителя к конденсатору сводится к минимуму при выборе канала таких размеров, при которых во всем спектре рабочих параметров соблюдается соотношение

$$600/\cos \varphi < Gr \cdot Pr \leq 1708/\cos \varphi$$

Здесь φ - угол наклона рабочих поверхностей испарителя и конденсатора к горизонту, оптимальная величина которого равна $30-35^\circ$ для обеспечения приемлемой скорости стока капель конденсата по рабочей поверхности конденсатора при максимальном пропускании солнечной энергии через его покрытие.

Более точно сложные и взаимосвязанные тепло-массообменные процессы молекулярного и молярного переноса тепла и вещества в узких каналах гелиоустановок следует оценивать с помощью уравнений материально-теплового баланса с учетом всех составляющих тепловых потерь, сравнительно разработанные и испытываемые модели по их производительности.

Севернев М.М., д.т.н., проф.
Троцкий Т.П., к.т.н., докторант
(НПО "Белсельхозмеханизация")

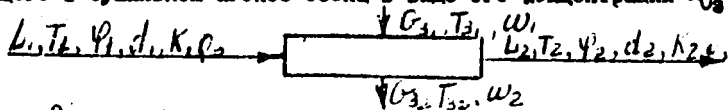
МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ СУШКИ ЗЕРНА В ОЗОНО- ВОЗДУШНОЙ СРЕДЕ И ОЦЕНКА ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

Влага во влажном зерне находится не в простом физическом состоянии, а она участвует в функциях жизнедеятельности с присутствием ферментов, диссоциирует, ассимилирует.

Процесс сушки зерна с использованием в качестве сушильного агента озонированного воздуха, т.е. химически активного элемента озона, способного взаимодействовать как с водой так и с высушиваемым материалом и вызывающим целую гамму преобразований на биохимическом, биофизическом и биоэнергетическом уровнях с изменением тепло-массо-газообменных процессов, интенсифицируется в 1,5-2,0 раза по сравнению с обычной тепловой.

Модель процесса сушки в озono-воздушной среде определяется предполагаемой структурой механизма действия озона, в которой четко выделяются три основных этапа: первый - изменение свойств сушильного агента; второй - взаимодействия на поверхности материала; третий - взаимодействия во внутренних структурах материала.

Известная модель процесса сушки, где учитываются основные входные и выходные параметры материала и сушильного агента, в новой технологии принимается за основу, но дополняется параметрами присутствующего в сушильном агенте озона в виде его концентрации K_{O_3} .



Оценка энергетических показателей процесса сушки, принятая ранее в результате которой определялось полезное количество теплоты, полученной за счет сжигания жидкого топлива, на 1 кг испаренной влаги, дополняется учетом энергосодержания всех видов теплоносителей в прямом и опосредованном виде, энергоёмкостью средств механизации базового и нового вариантов.

УДК 519.87:621.363

ГЕРАСИМОВИЧ Л.С., д.т.н., проф.,

КРИЛОВ А.В., инженер (БАТУ)

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ ТЕМПЕРАТУРНОГО ПОТОКА
ПОВЕРХНОСТНО-РАСПРЕДЕЛЕННОГО ЭЛЕКТРОНАГРЕВАТЕЛЯ
МЕТОДОМ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ АНАЛОГИИ

Тепловой поток пластины поверхностно-распределенного электронагревателя (ПЭН) при нагреве, например, минерального масла может быть заменен электрической цепью — линией передачи с распределенными параметрами. Данная линия представляет собой совокупность последовательно расположенных Т-образных участков и в стационарных условиях характеризуется двумя распределенными параметрами на единицу длины — сопротивлением и проводимостью. Напряжение и ток в точке линии, расположенной на расстоянии X от ее начала по известным в начале линии напряжению U_1 и току I_1 , определяется по формулам:

$$\dot{U} = U_1 \operatorname{ch} \gamma x - I_1 Z_0 \operatorname{sh} \gamma x \quad (1)$$

$$\dot{I} = I_1 \operatorname{ch} \gamma x - \frac{U_1}{Z_0} \operatorname{sh} \gamma x, \quad (2)$$

где $\gamma = \sqrt{Z_0 Y_0}$ — постоянная распространения, $Z_0 = \sqrt{\frac{Z_2}{Y_0}}$ — волновое сопротивление, Z_0, Y_0 — соответственно, полное сопротивление и проводимость линии.

Уравнение, связывающее нагрев масла пластиной ПЭН единичной высоты и длиной ΔX имеет вид:

$$q = \lambda \varepsilon \delta \frac{\Delta t}{\Delta X} \quad (3) \quad q = 2 \alpha \Delta t \Delta X, \quad (4)$$

где q - тепловой поток резистивного слоя ПЭН, λ_3 - эквивалентная теплопроводность и δ - толщина корпусно-изоляционных слоев ПЭН, α - коэффициент теплоотдачи пластины ПЭН.

Сравнение уравнений (3) и (4) с формулами закона Ома для тока, проходящего через сопротивление $I = \frac{U}{Z}$ и через проводимость $I = Y \cdot U$ показывает, что электрический ток I является аналогом теплового потока q , а напряжение U является аналогом температурного напора Δt . Термическое сопротивление единицы длины корпусно-изоляционных слоев ПЭН в случае теплопроводности можно рассматривать в качестве аналога электрического сопротивления $Z = \frac{1}{\lambda_3 \delta}$, а термическую проводимость единицы длины ПЭН при конвективной теплоотдаче - аналогом электрической проводимости $Y = 2\alpha$. Тогда по аналогии с электрической линией передачи

$$Z_0 = \sqrt{\frac{1}{2\lambda_3 \delta \alpha}}; \quad \gamma = \sqrt{\frac{2\alpha}{\lambda_3 \delta}}$$

Пренебрегая теплоотдачей в торцах пластины, температурный напор в любой точке x можно выразить следующей формулой

$$T = T_R \cosh \gamma x - q \cdot Z_0 \cdot \sinh \gamma x,$$

где T_R - температура резистивного слоя ПЭН.

ПРИМЕНЕНИЕ ПЭВМ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ТЕХНИЧЕСКИХ
ХАРАКТЕРИСТИК ГЕЛИОУСТАНОВОК

Одним из методов интенсификации исследовательских работ является расширение использования математического моделирования, позволяющего широко применять персональные электронно-вычислительные машины (ПЭВМ) при оптимизации технических параметров гелиоустановок.

В НПО "Белсельхозмеханизация" разработана математическая модель теплопереноса в гелиоводоподогревающей установке с естественной (термосифонной) циркуляцией теплоносителя. Особенностью модели является возможность изменения в широком пределе характеристик материала теплообменника, что позволяет применять ее для расчета рабочих характеристик теплообменников из полимерных материалов.

Рассматривается солнечная водонагревательная установка с естественной циркуляцией теплоносителя. Она состоит из коллектора солнечной энергии (КС), бака-аккумулятора (БА), подводящего и отводящего трубопроводов к коллектору. В свою очередь, коллектор состоит из набора пластмассовых труб, соединенных на концах жидкостным элементом.

Модель позволяет проводить на ПЭВМ "Робитрон-1715" теоретический расчет характеристик гелиоустановки: коэффициента полезного действия, температуры воды в коллекторе и баке-аккумулятора, теплопроизводительности, расхода воды. Основными учитываемыми факторами являются температура и влажность воздуха, скорость ветра, интенсивность солнечной радиации.

В виде подпрограмм оформлены методики расчета (схемы квадратичной интерполяции) зависимостей теплофизических ($\beta, \nu, \rho, \lambda, Pr$) свойств воды от температуры, а также q_s, V_c и T_0 от времени дня. Кроме того, имеется подпрограмма расчета приведенной поглотательной способности КС (τ_k) в зависимости от дня эксперимента и времени суток.

УДК 621.472

Севернев М.М., д.т.н., проф.
 Кузьмич В.В., канд. техн. наук
 Игитков В.О., аспирант
 (ННЦ сельскохозяйственной

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ АВТОНОМНОЙ ТЕПЛО- ВОДОНАГРЕВАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ С ПРИНУДИТЕЛЬНОЙ ЦИРКУЛЯЦИЕЙ

При создании теплосистем с заданными технологическими характеристиками возникает необходимость учета ряда случайных факторов, связанных прежде всего с характером прихода солнечной радиации, изменением других погодных-климатических параметров (влажность, скорость ветра и т.д.).

В этих условиях наиболее эффективным является метод имитационно-динамического моделирования систем. При наличии набора входных климатических параметров данного района он позволяет сделать статистически обоснованную оценку производительности или других интересующих параметров эффективности.

Математическая модель, имитирующая работу системы в реальном масштабе времени, позволяет определить показатели ее производительности и эффективности за любой период времени.

Система представляет собой теплоколлектор, бак-аккумулятор и нагрузку.

Энергетический баланс такой системы можно выразить следующим уравнением:

$$\sum Q = Q_u - Q_n - Q_L, \quad (I)$$

где Q_u - производительность коллектора или полезная энергия, Вт.ч; Q_n - потери в аккумуляторе и соединительных трубопроводах, Вт.ч; Q_L - полезная тепловая мощность, передаваемая нагрузке, Вт.ч.

Представленная в работе система уравнений является простейшей математической моделью тепловых процессов в тепловодонагревателе с принудительной циркуляцией. С помощью математической модели в данной работе были оптимизированы теплотехнические и конструктивные параметры теплосистемы.

УДК 621.385.663.9

Прищепов И.А., кандидат технических наук, доцент (БГУ)

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК
МНОГОЗОННЫХ ЭЛЕКТРОДНЫХ ЭЛЕКТРОНАГРЕВАТЕЛЕЙ

Математическое моделирование динамических характеристик многозонных электродных электронагревателей затруднено выраженной температурной зависимостью удельного сопротивления обрабатываемой среды, а также изменением мощности нагрева по зонам при ее протекании в нагревателе. При этом зоны нагрева могут иметь между собой электрическую связь аналогичную параллельному, последовательному и смешанному соединению термозависимых сопротивлений. С технической точки зрения на практике наиболее целесообразно использование плоскосимметричных электродных электронагревателей с двумя электродами, образующими канал с переменным сечением по его длине и тремя и более электродами, образующими канал с постоянным сечением. В первом случае все условно разделенные зоны электронагревателя имеют параллельную электрическую связь и включены на полное напряжение питания, следовательно, электротепловые процессы, происходящие в нем в одномерном пространстве и во времени, описываются следующим дифференциальным уравнением:

$$C \cdot \rho \cdot N(x) \cdot \frac{d\theta}{dt} + C \cdot G \cdot \left(\frac{d\theta}{dx} \right) = (U^2 \cdot P(x) \cdot \eta) / (\rho(\theta) \cdot N(x)),$$

где C – удельная теплоемкость обрабатываемой среды; ρ – плотность обрабатываемой среды; $N(x)$ – расстояние между электродами; $P(x)$ – ширина электродов; x – текущая длина электронагревателя; θ – температура обрабатываемой среды; t – время нагрева; G – массовый расход обрабатываемой среды; U – напряжение питания электронагревателя; $\rho(\theta)$ – удельное сопротивление обрабатываемой среды; η – КЭД электронагревателя.

Во втором случае зоны электронагревателя имеют как параллельную, так и последовательную электрическую связь. При этом условно деление и находящиеся между двумя соседними относительно последовательности прохождения электрического тока электродами зоны имеют параллельную электрическую связь, а между двумя не соседними – последовательную, в совокупности образуя смешанное соединение термозависимых сопротивлений с перераспределением напряжения питания между последовательными зонами нагрева. В данном случае электротепловые процессы, происходящие в нагревателе, описываются следующей системой уравнений:

$$C \cdot \rho \cdot H(x) \cdot P(x) \cdot (d\theta/dt) + C \cdot G \cdot (d\theta/dx) = (U_i^2 P(x) \cdot \eta) / (\rho(\theta) \cdot H(x))$$

$$U = \sum_{i=1}^n U_i;$$

$$U_i \approx R_i,$$

где U_i — падения напряжений на последовательно соединенных зонах; R_i — сопротивления зон нагревателя; n — число последовательно соединенных зон нагревателя.

Решением приведенных математических моделей является распределение температурного поля в обрабатываемой среде $\theta(x, t)$ при заданных краевых условиях. Анализ моделей показывает, что они являются нелинейными и не имеют точных аналитических решений. В связи с этим для нахождения решения приведенных моделей необходимо использовать численные методы, например, метод конечных разностей, заключающийся в замене дифференциального уравнения системой алгебраических уравнений построенной для разностной сетки с координатами узлов X_k, t^n по разностной схеме полученной на основании дифференциальных уравнений. Наиболее рациональным методом для решения полученной системы алгебраических уравнений является метод прогонки. Поскольку решаемые математические модели нелинейные, то на каждом шаге по времени их необходимо решать методом приближений, т. е. в зависимости от распределения температур необходимо уточнять все параметры зависящие от него.

Устойчивость описываемого вычислительного процесса в значительной степени зависит от шага разностной сетки по координатам и времени. В данном случае устойчивость вычислительного процесса наиболее целесообразно контролировать по числу приближений (итераций) на каждом временном слое при заданной точности вычислений.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОХЛАЖДЕНИЯ МОЛОКА С
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЕСТЕСТВЕННОГО ХОЛОДА

Одним из наиболее широко распространенных методов первичной обработки молока является его охлаждение до $+6^{\circ}\text{C}$. Охлаждение в настоящее время осуществляется исключительно с применением искусственного холода, который вырабатывается холодильными агрегатами. Этот процесс требует значительных затрат энергии: в зависимости от типа используемого оборудования от 15 до 23 кВт.ч на 1 т молока, а это приблизительно 25% всех энергозатрат на ферме. Дефицит и дороговизна энергии диктуют необходимость в разработке энергосберегающих технологий. Одним из путей решения этой задачи является использование "дарового" холода атмосферного воздуха. В НПО "Белсельхозмеханизация" разработан и прошел производственные испытания охладитель молока ОМС-12, который позволяет более чем на порядок снизить удельное потребление энергии на охлаждение молока в осенне-зимний период. Продлить срок использования охладителя в году можно путем создания ледника - "аккумулятора холода".

Расчет объема льдохранилища предусматривает определение:

- объема охлаждаемого молока в весенне-летний период, т;
- количества теплоты, которое необходимо отвести от молока, МДж;

- массы льда (с учетом его потерь) для охлаждения заданного объема молока и другие.

Эти основные показатели были положены в основу алгоритма для разработки компьютерной программы "льдохранилище". Реализация данной программы позволяет рассчитывать основные параметры аккумулятора "холода" для различных потребителей: индивидуальных крестьянских и фермерских хозяйств, молочно-товарных ферм колхозов и совхозов.

УДК 621.431.73-729.5.001.57

Глушаков В.С., докт. техн. наук
 Николаевич А.И. канд. техн. наук
 БАНУ

Применение метода математического моделирования при проектировании жидко-масляных теплообменников

С целью совершенствования методов расчета теплогидравлических и конструктивных параметров при проектировании высокоэффективных малогабаритных жидко-масляных теплообменников для двигателей автотракторного типа применен метод математического моделирования, где математическое описание процесса, происходящего в жидко-масляном теплообменнике связывалось с процессом теплопередачи.

Известно, что интенсификация процесса теплопередачи, характеризующая коэффициентом теплопередачи, приводит к уменьшению потребной площади поверхности и габаритных размеров теплообменника, его металлоемкости и стоимости. Поскольку коэффициент теплопередачи зависит от коэффициентов теплоотдачи, то интенсификация теплоотдачи неразрывно связана с энергосбережением на преодоление гидравлических сопротивлений движущимся теплоносителям. В соответствии с изложенными выше положениями и принятым рядом допущений при решении практических задач теплопередачи в теплообменниках описание математической модели теплопередачи основывалось на совместном решении уравнения теплового баланса и теплопередачи:

$$Q = G_m c_{pm} (t_m' - t_m'') = G_x c_{px} (t_x' - t_x''); \quad (1)$$

$$Q = K \cdot \Delta t \cdot F, \quad (2)$$

где Q - общий тепловой поток от смазочного масла в охлаждающую жидкость; t_m' , t_m'' и c_{pm} , c_{px} - соответственно температура теплоносителя на входе и выходе из теплообменника и удельная теплоемкость смазочного масла и охлаждающей жидкости при постоянном давлении; K - общий коэффициент теплопередачи от смазочного масла к охлаждающей жидкости; Δt - среднее арифметическое значение температурного напора между теплоносителями.

носителями; F - активная поверхность теплопередачи.

Для выбора оптимальных параметров типоразмерного ряда жидко-масляных теплообменников применительно к двигателям отработавшего типа был выполнен расчет тепловых и гидравлических зависимостей от массового расхода теплоносителей с применением ЭВМ. Поскольку основное влияние на величину общего коэффициента теплопередачи в жидко-масляных теплообменниках оказывает коэффициент теплоотдачи от источника тепла к стенке теплообменника α_m , который в несколько раз меньше по величине, чем коэффициент теплоотдачи от источника теплообменника к охлаждающей жидкости α_k , то в основу теплового расчета была принята исходная зависимость

$$K = \frac{\alpha_k \alpha_m}{\alpha_k + \alpha_m} \quad (3)$$

исходная зависимость расчета общего гидравлического сопротивления с учетом как конструктивных особенностей, так и условий движения теплоносителей была принята в следующем виде

$$\Delta P = \sum \Delta P_T + \sum \Delta P_m, \quad (4)$$

где $\sum \Delta P_T$ - сумма сопротивлений трения на всех участках поверхности теплообменника; $\sum \Delta P_m$ - сумма местных сопротивлений.

После составления алгоритма и написания программы эти расчеты на языке *PASCAL Version 7.0.0* были выполнены.

После распечатки которых составлены таблицы и построены графические зависимости. Оценка достоверности полученных теоретических расчетов производилась путем сравнения их с результатами экспериментальных исследований опытного образца жидко-масляного теплообменника оригинальной конструкции (а.с. 21267152). Анализ теоретических и экспериментальных тепловых и гидравлических характеристик показывает, что данные теоретических расчетов имеют заниженные значения по K и заниженные значения по ΔP в сравнении с полученными экспериментальными значениями, однако величина этих отклонений не превышает $\pm 10\%$, что вполне допустимо для подобных расчетов теплогидравлических показателей жидко-масляных теплообменников.

Таким образом, путем решения уравнений (1) и (2) с использованием полученных тепловых и гидравлических характеристик предлагается возможным теоретически определить необходимую активную поверхность при проектировании жидко-масляного теплообменника для заданного двигателя на заданности

$$F = \frac{Q}{K \cdot \Delta T} \quad (5)$$

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОЧЕГО ПРОЦЕССА ДИЗЕЛЯ ПРИ ПУСКЕ

Одной из целей моделирования рабочего процесса дизеля при пуске должно быть прогнозирование зоны уверенного пуска в различных условиях окружающей среды, при применении различных средств облегчения пуска и изменении регулировочных параметров дизеля. Из-за сложности исследуемых процессов здесь возможен пока лишь упрощенный подход.

Основные задачи настоящей работы составили:

- составление математического описания термодинамического процесса сжатия воздушного заряда дизеля при переменном количестве рабочего тела, получение расчетных диаграмм температур и давлений на такте сжатия;

- математическое описание зависимости периода задержки воспламенения (ПЗВ) топлива от термодинамических параметров воздушного заряда в период, соответствующий протеканию предпламенных реакций.

Первая задача решена с использованием части положений, разработанных Н.С. Ждановским, А.В. Николаенко (ЛСХИ) и Г.С. Кузьминым (ШНДИ). При этом, средний показатель политропы сжатия за такт сжатия определяется при решении трансцендентного уравнения в основе которого лежит допущение, что тепло, выделившееся в процессе политропного сжатия, полностью отдается в стенки камеры сжатия. Авторы настоящей работы распространили такой подход на метод получения диаграмм температур и давлений на такте сжатия, дополнили описание процесса разработанной зависимостью текущего коэффициента сохранения заряда от основных параметров сжатия, произвели некоторую доработку математического аппарата. В результате была получена система двух алгебраических уравнений, решенная при помощи вычислительной техники итерационным методом Зейделя.

Вторая задача решена с использованием подходов, предложенных В.Н. Степановым (ЛПИ) и Б. Влоссером (Дрезденский технический университет). Они, на основе уравнений Вант Гоффа и Аррениуса, предлагают аппроксимировать значения ПЗВ зависимостью ПЗВ от определяющих температур и давлений при смесеобразовании в период, соответствующий протеканию предпламенных реакций. Для приближенного определения ПЗВ авторы настоящей работы предложили производить расчет величин

по расчетным диаграммам температуры и давления воздушного заряда учитывать влияние характеристик смесеобразования предложено эмпирическим коэффициентом, полученным при сравнении расчетных и экспериментальных индикаторных диаграмм, в том числе и с записью реальных вспышек топлива.

Для экспериментальной оценки достоверности предложенных методик были проведены экспериментальные исследования рабочего процесса двигателя Д-144 в холодильной камере при окружающих температурах 243-273 К. Результаты эксперимента подтвердили удовлетворительную схожесть расчетных и экспериментальных данных, что позволяет рекомендовать разработанный метод к применению при выполнении НИР, направленных на совершенствование пусковых качеств дизелей. Дальнейшим развитием работ в этом направлении может быть:

уточнение характера теплоотдачи в конечной стадии такта сжатия, при увеличении влияния вытеснительного движения воздуха из надпоршневого пространства в камеру сгорания на теплоотдачу от воздушного заряда к стенкам камеры сжатия;

уточнение зависимости текущего коэффициента сохранения заряда от основных параметров сжатия;

более детальное описание процесса смесеобразования и влияния его на самовоспламенение топлива.

Ж 541.133.08:619.8

БОХАН Н.И., к.т.н., профессор

ИСАЕВ Н.В., к.т.н., доцент

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ИЗМЕНЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ ИОНОВ РАСТВОРОВ С КОМПЕНСАЦИЕЙ ТЕМПЕРАТУРНОЙ ПОГРЕШНОСТИ

Поскольку концентрацию ионного раствора (электролита) определяет его проводимость, то измерение концентрации возможно кондуктометрическим способом. Однако проводимость зависит не только от концентрации, но и от температуры раствора. Причем, для раствора одной концентрации при изменении температуры, например, с 20°C до 70°C она может отличаться в 2-3 раза.

Т.к. при постоянных значениях концентрации N электропроводность раствора X от температуры t определяется линейной зависимостью [1]

$$X = X_0 + E t,$$

где X_0 - проводимость при $t = 0^\circ\text{C}$, E - температурный коэффициент

проводимости. Тогда

$$x = x_0 \left(1 + \frac{E}{x_0} t\right) = x_0 (1 + \alpha t).$$

В этом случае значение проводимости, приведенное к $t = 0^\circ\text{C}$ (стабилизированное по температуре) определяется выражением

$$x_0 = \frac{x}{1 + \alpha t} \quad (1)$$

Т.к. при постоянной температуре концентрация N выражается через проводимость квадратичной зависимостью [1]

$$N = ax^2 + bx + c,$$

где a , b и c - аппроксимирующие коэффициенты, то при температуре 0°C

$$N = ax_0^2 + bx_0 + c.$$

Тогда концентрация раствора, с учетом коррекции проводимости по температуре согласно выражению (1), определяется зависимостью

$$N = \frac{ax^2}{(1 + \alpha t)^2} + \frac{bx}{1 + \alpha t} + c \quad (2)$$

Т.к. $\alpha = E/x_0$, где E и x_0 параметры аппроксимирующих линейных зависимостей: концентрации в функции от температуры, поэтому для всех их необходимо подобрать такое одно α , при котором будет наименьшее расхождение между значениями проводимости, полученными по выражению

$$x = x_0(1 + \alpha t)$$

и их истинными значениями, взятыми из матрицы проводимости при фиксированных значениях концентрации. В дальнейшем при делении последних на выражение $1 + \alpha t$ будет осуществляться их температурная компенсация.

Затем на основании скомпенсированной по температуре матрицы проводимостей рассчитываются аппроксимирующие коэффициенты a , b и c квадратичной зависимости при фиксированных значениях концентрации N .

В дальнейшем из всего семейства a , b и c рассчитываются по программе такие, при которых ошибка между расчетными значениями концентрации по выражению (2) и их истинными значениями из матрицы проводимости будет минимальной.

Полученные таким образом значения α , a , b и c являются настроечными параметрами измерительной схемы прибора, определяющего концентрацию по выражению (2).

УДК 620.114.004.07-77-52

Н. А. БОХАН

Н. Г. СЕТЕХИНА

ОПТИКО-КОНДУКТОМЕТРИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ
СОСТОЯНИЯ МОДИХ РАСТВОРОВ

Модели растворов на основе синтетических моющих средств (СМС) применяются в реперном производстве АИЗ, являются многомерными и многосвязанными объектами автоматического контроля и управления. Основными технологическими параметрами, характеризующими их состояние, относятся концентрация СМС K_{mc} , концентрация загрязнений K_z , накапливающихся в рабочей среде, и ее температура T .

Как показали исследования, наиболее информативными и простыми в технической реализации физическими величинами этих параметров являются удельная электропроводность χ_{mr} и оптическая плотность D_{mr} модных растворов.

В результате теоретических исследований получена математическая модель состояния модных растворов в виде системы уравнений:

$$\begin{cases} \chi_{mr} = F_1(K_{mc}, K_z, T), \\ D_{mr} = F_2(K_z), \end{cases}$$

где F_1 , F_2 - соответственно функционалы кондуктометрического и оптического уравнений.

Полученная аналитическая модель была проверена экспериментально на четырех типах растворов СМС (МС-8, МС-10 и Ласолид-102, Ласолид-203), имеющих различную рецептуру и физико-химическое поведение (в части механизма стабилизации отмытых загрязнений).

Учитывая многофакторный характер модели, опыты проводили на лабораторных и производственных модных растворах по методике ротационного центрального композиционного планирования (РЦКП). Используемая методика позволила наиболее точно описать исходную модель, поскольку исследования выполняли на пяти уровнях изменения влияющих факторов K_{mc} , K_z и T .

По результатам экспериментальных исследований были получены адекватные экспериментально-статистические оптико-кондуктометрические модели состояния модных растворов для каждого типа СМС, подтверждающие теоретическую модель.

Расчет на ЭЕМ, графическая интерпретация и анализ теоретической

Экспериментальных моделей показали следующие.

Экспериментальные математические модели характерны для определенных типов растворов СМС в технологически возможной области изменения влияю их факторов. В отличие от них теоретическая математическая модель состояния жидких растворов дает возможность априори исследовать жидкие растворы СМС известной рецептуры в теоретически возможной области изменения факторного пространства.

Удельная электропроводность растворов СМС является интегральным параметром их состояния, зависящим от концентрации СМС и температуры. В рабочем диапазоне температур величина $\chi_{\text{Мр}}$ существенно зависит от температуры раствора. Кондуктометрическо-температурные характеристики индивидуальны для каждого типа СМС.

Оптическая плотность — избирательный параметр состояния растворов по отношению к концентрации накапливающихся в них отложений, который не зависит от концентрации СМС в ее рабочем диапазоне, оптических постоянных вещества их частиц и температуры раствора.

Удельная электропроводность жидких растворов определяется только ионочной составляющей СМС. Влияние концентрации инертно-активных веществ, так же как и электропроводности растворов отложений, на этот параметр состояния жидких сред незначительно.

При постоянной температуре жидких растворов или ее инструментальной коррекции рационален двухпараметрический способ контроля их состояния, основанный на измерении оптической плотности и удельной электропроводности растворов.

Полученные математические оптико-кондуктометрические модели были положены в основу разработки устройства для автоматического контроля и регулирования состояния жидких растворов ремонтного производства.

УДК 661.185.6:658.588.8

Н.Г. ЕВТИЛОВ

Н.Н. БОХАН

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ОПТИКО-АКУСТИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ КОНЦЕНТРАЦИИ ЖИДКИХ РАСТВОРОВ НА СЫСКОМАЗЫВАТЕЛЬНЫХ РЕМОНТНЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

В докладе рассматривается математическая модель оптико-акустического контроля концентрации жидких растворов на основе оптических жидких сред (СЖС). Примененный на СЖС математический метод.

Эта модель является частью оптико-кондуктометрической модели.

в качестве основной информативной величины для контроля концентрации растворов СМС была выбрана скорость ультразвука C_{MP} , поскольку его взаимодействие с контролируемой средой осуществляется на молекулярном уровне. Поэтому применение ультразвука дает возможность достаточно точно судить о составе этой среды.

Дополнительным информативным параметром была взята оптическая плотность D_{MP} контролируемых растворов, которая, как было показано авторами ранее, однозначно связана с концентрацией отмытых и навадивающихся в мочевой среде загрязнений K_3 .

Теоретические исследования позволили авторам получить аналитическую модель оптико-акустического контроля концентрации мочевых растворов как многомерных и многосвязанных объектов управления:

$$\begin{cases} C_{MP} = F_1(K_{MC}, K_3, T), \\ D_{MP} = F_2(K_3), \end{cases}$$

где F_1 , F_2 - соответственно функционалы акустического и оптического уравнений контроля; K_{MC} - концентрация СМС, истощившихся в процессе очистки ремонтируемых составных частей и деталей сельскохозяйственной; T - температура мочевой среды.

Полученная модель была проверена экспериментально на четырех типах растворов СМС (МС-8, МС-15 и Лабомид-102, Лабомид-203), имеющих различную рецептуру и обладающих принципиально отличительным механизмом стабилизации отмытых загрязнений в мочевой среде.

Исследования проводили на пяти уровнях изменения влияющих факторов K_{MC} , K_3 и T по методике ротационного центрального композиционного планирования, которая позволила наиболее точно описать искомую модель в технологически возможной области изменения факторного пространства.

По опытным данным были получены адекватные экспериментально-статистические модели оптико-акустического контроля концентрации мочевых растворов для каждого типа СМС, подтверждавшие теоретическую модель.

Расчет на ЭЕМ, графическая интерпретация и анализ теоретической и экспериментальных моделей показали следующее.

Экспериментальные математические модели оптико-акустического контроля характерны для определенных типов растворов СМС в технологически возможной области изменения влияющих факторов.

В отличие от них теоретическая модель контроля дает возможность априори исследовать любые растворы СМС известной рецептуры в гипотетически возможной области изменения факторного пространства.

Скорость ультразвука в мочевых растворах является интегральным параметром контроля, зависящим от концентрации СМС и загрязнений, а также от температуры. Температурно-акустические характеристики контроля индивидуальны для каждого типа СМС.

Скорость ультразвука неоднозначно обуславливается соотношением содержания масляных и твердых частиц загрязнений в их общей концентрации. Величина C_{MP} является менее информативным параметром по сравнению с удельной электропроводностью.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ТЕРМОКОНДУКТОМЕТРИЧЕСКОГО РАСХОДОМЕРА СУСПЕНЗИИ

Суспензии, эмульсии, применяемые в производственных процессах, являются неоднородными и сложными по физико-механическим свойствам. Поэтому измерение их расхода в технологическом потоке затруднено или практически невозможно.

Проведенный анализ метрологических и эксплуатационных характеристик расходомеров – постоянного и переменного перепада давления турбинных, электромагнитных, индукционных, ультразвуковых, контактных и бесконтактных тепловых показал, что все они обеспечивают погрешность измерений не ниже $\pm 5\%$ на средних и больших расходах.

Химическое протравливание семян, например, проводится при расходах суспензий пестицидов от 70 до 100 дм³/ч. Использовать известные серийные расходомеры для измерения расхода суспензий пестицидов в потоке, кроме ультразвуковых и бесконтактных тепловых, предоставляется возможным. Однако и они не обеспечивают погрешности измерений ниже $\pm 5\%$ на малых расходах суспензий пестицидов в процессе химического протравливания семян.

Известные термокондуктометрические расходомеры проточного типа с плоскопараллельными системами электродов вследствие конструктивного несовершенства не могут использоваться для потоков суспензий пестицидов в силу присущих им недостатков:

- работают только с жидкостями однородными по физико-химическому составу;
- относительно низкие чувствительность и точность на суспензиях и эмульсиях;
- сложность монтажа и эксплуатации плоскопараллельных систем электродов;
- электродная система создает дополнительное гидравлическое сопротивление контролируемому потоку, изменяя его характеристики;
- нетехнологичность конструкции и значительные габариты;
- необходима индивидуальная тарировка.

Цель данной работы разработать термокондуктометрический расходомер суспензий пестицидов, свободный от выше отмеченных недостатков и обеспечивающий погрешность измерений не выше $\pm 3\%$.

Предложен термокондуктометрический расходомер с коаксиальной электродной системой, состоящей из трех электродов - двух внутренних и одного наружного с теплоизолирующим кожухом, образующих две измерительные ячейки (а.с.1040338), включенные по схеме сравнения.

Проведенные теоретические исследования показали, что погрешность измерений определяется химическим составом жидкости.

Экспериментальные исследования показали, что чем выше температура нагрева контролируемого потока в измерительных ячейках, тем выше чувствительность и точность устройства.

С целью увеличения информативного параметра - температуры нагрева жидкости в межэлектродном пространстве измерительной коаксиальной ячейки произведена оптимизация ее параметров (геометрических) по критериальной функции - максимум плотности тока в межэлектродном пространстве

$$j = U (\sigma_0 + \theta m) / r_g \ln(r_n / r_g) \longrightarrow \max,$$

где U - напряжение измерительной ячейки; σ_0 - химический состав жидкости (удельная электропроводность); θ - температура нагрева жидкости; m - коэффициент, характеризующий изменение удельной электропроводности контролируемой жидкости от температуры нагрева; r_g - наружный радиус внутреннего электрода; r_n - внутренний радиус наружного электрода.

Приняты ограничения: $100 \text{ В/см} \leq U / (d_n - d_g) \leq 125 \text{ В/см}$; расход суспензии $70 \dots 100 \text{ дм}^3/\text{ч}$; температура нагрева $2 \dots 5^\circ\text{C}$; и скорость жидкости $0,1 \dots 0,2 \text{ м/с}$.

Получено оптимальное выражение критериальной функции в виде

$$j = 28985,5 \sigma \text{ А/м}^2,$$

а также оптимальные значения $d_n = 0,02$ и $d_g = 0,01 \text{ м}$.

Для определения рациональной длины измерительной ячейки проведены ее исследования с энергетической точки зрения. Получено оптимальное значение длины ячейки, равное $0,13 \text{ м}$.

Выбор рациональных конструктивных и электрических параметров измерительных ячеек термокондуктометрического расходомера суспензий обеспечивает ошибку измерений до $2,3 \%$ при вероятности $0,95$.

СИСТЕМЫ МАШИН ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ: МОДЕЛЬ РАЗВИТИЯ И ИССЛЕДОВАНИЯ ИХ ЦЕЛОСТНОСТИ

1. Уточнение основных понятий:

система машин предприятия — СМп; отраслевая система машин — ОСМ; система машин агропромышленного комплекса — СМ АПК; технологический комплекс — ТК; комплект оборудования — КО; механизированная (автоматизированная) технологическая линия — МТЛ и АТЛ; агрегат, машина (оборудование).

2. Структура систем машин предприятий различных отраслей:

А₁₋₁₃ Удобрительное производство. В₁₋₁₃ Кормящее, консервное производство и выработка мясных полуфабрикатов. В₁₋₁₁ Переработка птицы, кролика, яиц. П₁₋₉ Цельнозерновое производство. Д₁₋₆ Молочно-консервное производство. М₁₋₆ Производство сливочного масла и сыра.

3. Этапы развития механизации (СМп):

механизация отдельных операций с помощью простейшего оборудования; агрегатирование простейшего оборудования; усложнение оборудования; комплексная механизация с элементами автоматизации технологических процессов; комплексная механизация и автоматизация производства.

4. Модель развития СМп: инструменты, простейшие механизмы, орудия; простейшие машины, трехзвенные машинки и агрегаты, немеханизированные поточные линии; четырехзвенные машины и агрегаты, механизированные комплексно-механизированные линии, участки, цеха, заводы; пятизвенные агрегаты, группы автоматов, АТЛ; робототехнические комплексы, гибкие производственные системы, комплексно-автоматизированные предприятия; автоматизированные системы машин в совокупности с автоматизированной системой управления предприятием.

5. Расчлененно-целостный характер технологических комплексов в целом СМп.

6. Потребительские свойства оборудования.

7. Комплексная оценка оборудования.

8. Анализ целостности ряда перерабатываемых их ТК и комплексная оценка их потребительских свойств.

УДК 637.146.23.001.891.573. ПАСТУХОВА З.М., к.т.н., доц.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ КУМИСА

Исследования заключались в выборе критериев качества продукта, выявлении технологических факторов, влияющих на качественные показатели кумиса, и установлении зависимости критериев качества от соответствующих технологических факторов, то есть получение математической модели технологического процесса приготовления кумиса.

Оценкой качества кумиса служили следующие показатели:

кислотность продукта - y_1 ,

содержание спирта - y_2 ,

содержание углекислоты - y_3 ,

стабильность сгустка - y_4 .

Методом случайного баланса было установлено, что указанные показатели зависят от следующих технологических факторов:

$$y_1 = (x_1, x_2, x_3, x_4, x_5);$$

$$y_2 = (x_1, x_2, x_3, x_4, x_5);$$

$$y_3 = (x_2, x_3, x_4, x_5, x_6);$$

$$y_4 = (x_5, x_6, x_7).$$

где: x_1 - температура сквашивания,

x_2 - начальная кислотность сквашивания,

x_3 - конечная кислотность,

x_4 - время выдержки после сквашивания,

x_5 - температура хранения,

x_6 - наличие процесса перемишивания,

x_7 - наличие процесса гомогенизации.

Для количественного выяснения зависимостей показателей качества кумиса от технологических факторов был проведен эксперимент по плану дробного (ДЭ) и полного факторного эксперимента (ПЭ) и после обработки результатов были по-

лучены адекватные модели:

$$y_1 = 86 + 0,5x_1 + 1x_2 + 15x_3 + 2x_4 + 3x_5;$$

$$y_2 = 1,1 + 0,05x_1 + 0,05x_2 + 0,2x_3 + 0,1x_4 + 0,1x_5;$$

$$y_3 = 0,279 + 0,006x_1 + 0,005x_2 + 0,006x_4 + 0,014x_5 + 0,007x_6;$$

$$y_4 = 4,4 + 2,2x_5 - 3,2x_6 - 1,2x_7.$$

Из полученных в результате факторного эксперимента результатов видно, что основными факторами, влияющими на величину кислотности готового кумиса, являются кислотность в конце сквашивания, затем температура хранения, время выдержки после сквашивания, температура окисления и начальная кислотность. Здесь находит подтверждение тот факт, что кислотность в конце процесса сквашивания, будучи сама результирующей нескольких составляющих, оказывала наибольшее влияние на кислотность готового продукта, по сравнению с остальными перечисленными факторами. При увеличении этих факторов будет увеличиваться кислотность напитка.

То же самое можно сказать и о влиянии технологических факторов на содержание спирта в продукте.

Количество CO_2 в кумисе зависило, главным образом, от температурных условий хранения напитка, то есть условий, наиболее благоприятных для развития микрофлоры кумиса. Чем выше температура хранения, тем активнее протекал процесс брожения и происходило большее накопление углекислого газа. Перомешивание сгустка в процессе сквашивания уменьшало содержание углекислоты.

В то же время фактор перемешивания (аэрации) являлся необходимым условием для получения напитка с однородной, повышенной консистенцией. Кроме того, на отстой сыворотки в кумисе оказывало влияние проведение процесса гомогенизации и температурный режим при хранении. В результате гомогенизации повышалась дисперсность жира и белковых фракций омерт, что способствовало получению однородной консистенции готового продукта.

Полученные уравнения регрессии позволяют целенаправленно регулировать процесс приготовления кумиса с целью получения желаемых продуктов брожения.

Математическая модель процесса позволяет без дополнительной постановки эксперимента определять величины функций отклика внутри исследованной области, совершенствовать технологию производства продукта путем автоматизации процесса.

УДК. 535.21.077: 621.365

Математическая оптимизация процесса
электрокоагуляции белков картофель-
ного сока.

Мленко И.В., аспирант
Заяц Е.М., к.т.н., доцент

Математическая модель процесса коагуляции белков картофельного сока в электрическом поле может быть представлена в виде:

$$W = 16\epsilon_0\epsilon_c \left(\frac{RT}{F}\right)^2 t h^2 \left(\frac{(0,069 - 0,0002 Q) z_i e}{4kT} \right) a \cdot \frac{e^{-x a (5-2)}}{5} - \frac{A}{6} \left(\frac{2}{s^2 - 4} + \frac{2}{s^2} + \ln \frac{s^2 - 4}{s^2} \right),$$

- где W - суммарная энергия взаимодействия белковых молекул, Дж;
 ϵ_0 - электрическая постоянная вакуума, Ф.м⁻¹;
 ϵ_c - диэлектрическая проницаемость среды;
 R - газовая постоянная, Дж. (моль.К) ⁻¹;
 T - абсолютная температура, К;
 F - число Фарадея, Кл.моль⁻¹;
 Q - количество электричества, Кл;
 k - постоянная Больцмана, Дж.К ⁻¹;
 z_i - валентность иона;
 e - заряд электрона, Кл;
 a - размер частицы, м;
 x - параметр Дебая-Гюккеля, м⁻¹;
 $s = h / a + 2$,
 h - расстояние между частицами, м;
 A - постоянная Гамакера, Дж.

Оптимальные параметры электрокоагуляции белков определены на ЭВМ по методу Монте-Карло. Критерием оптимизации принят минимум суммарной энергии взаимодействия белковых молекул. Получены следующие значения факторов:

- температура обработки - 303 - 313 К;
- pH среды - 4,6-5,0;
- количество электричества - 260-300 Кл.

СОЛОНКО И. И. аспирант БАТУ
 БОХАН Н. И. к. т. н., профес-
 сор БАТУ

МОДЕЛИРОВАНИЕ КОЛЕБАНИЯ СИЛОВОГО АГРЕГАТА НА УПРУГОЙ ПОДВЕСКЕ ДИ- ЗЕЛЬНОГО АВТОМОБИЛЯ

В широком диапазоне частот вынужденных колебаний, начиная с собственных - вызываемых центробежными силами инерции, силовой агрегат на упругих опорах рассматривается как колебательная система с сосредоточенными параметрами с шестью степенями свободы. Для такой системы присутствуют шесть видов колебаний: линейные колебания вдоль трех координатных осей и три вида крутильных колебаний вокруг этих осей. Если центр масс системы и центр жесткости упругих опор совпадают - расположены в одной точке (идеальный случай), все шесть видов колебаний являются независимыми друг от друга и описываются независимыми дифференциальными уравнениями.

Проведенный анализ статических характеристик колебательной системы показывает, что для упругой подвески силового агрегата ГАЗ-53А - в трех амортизаторах ММЗ относительное смещение центра масс и центра жесткости подвески по осям не превышает 100 мм. При этом связи между колебаниями различных видов можно рассматривать как незначительные, т. е. в первом приближении все виды колебаний можно считать независимыми.

Основные виды колебаний силового агрегата исследовались посредством следующих дифференциальных уравнений

- независимые свободные колебания вдоль оси Y:

$$m d^2 y / dt^2 + b_y dy / dt + \Sigma C_y y = 0 \quad ;$$

- независимые свободные колебания вдоль оси X:

$$m d^2 x / dt^2 + b_x dx / dt + \Sigma C_x x = 0 \quad ;$$

- независимые свободные крутильные колебания вокруг оси Z:

$$I_z d^2 \varphi / dt^2 + b_z d\varphi / dt + \Sigma C_{zz} \varphi = 0 \quad ;$$

- вынужденные крутильные колебания вокруг оси Z:

$$I_z d^2 \varphi / dt^2 + b_z d\varphi / dt + \Sigma C_{zz} \varphi = M(t).$$

Для решения приведенных дифференциальных уравнений на ПЭВМ разработана программа, реализующая метод Рунге-Кутты 4-го порядка с выдачей решения в графическом виде на дисплей. Для вынужденных колебаний предус- трена также запись искомой функции в файл результатов расчета

ПРИМЕНЕНИЕ ЭКМ ПРИ КИНЕМАТИЧЕСКОМ ИСПОЛНЕНИИ
ЛЕГКОМЕРНЫХ МЕХАНИЗМОВ

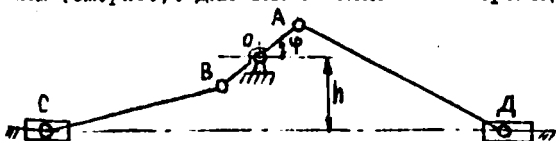
Задачи кинематического анализа состоит в определении положений звеньев, траекторий отдельных точек звеньев, скоростей и ускорений как угловых так и линейных. При этом считается известными законы движения начальных звеньев и кинематическая схема механизма.

• При определении положения выходного звена (или траектории точки) координаты искоемых траекторий выражаются через координаты начального звена, закон движения которого задан.

Кинематический анализ механизма ведется в следующем порядке: исследуется движение начальных звеньев, а затем выполняется кинематический анализ отдельных структурных групп в порядке их присоединения при образовании механизма, используя метод векторных контуров. Сущность этого метода в следующем. Звенья механизма изображает в виде векторов, которые образуют на схеме механизма один или несколько замкнутых векторных контуров. Направление сторонам замкнутого многоугольника задаем так, чтобы начало вектора начального звена совпало с неподвижной точкой.

На практике нередко, например, для привода ножа косилки или механизмов грохотов картофелеуборочных комбайнов как грохотной, так и агрегатной модификаций, используется дебалансный механизм (см.рис.). Для такого механизма перемещение, скорость и

ускорение патунов С и Д следует определять по формулам:



$$S_A = l \left\{ \cos \varphi + \frac{1}{l} \left[1 - \frac{1}{2} \left(l \sin \varphi + \frac{h}{l} \right)^2 \right] \right\},$$

$$S_C = l \left\{ \cos \varphi^* + \frac{1}{l} \left[1 - \frac{1}{2} \left(l \sin \varphi^* - \frac{h}{l} \right)^2 \right] \right\}$$

$$V_A = -l \omega \left(\sin \varphi + \frac{l}{l} \sin 2\varphi + \frac{h}{l} \cos \varphi \right),$$

$$V_C = -l \omega \left(\sin \varphi^* + \frac{l}{l} \sin 2\varphi^* + \frac{h}{l} \cos \varphi^* \right).$$

$$a_A = -2\omega^2(\cos\varphi + \lambda \cos 2\varphi - \frac{1}{2} \sin \varphi),$$

$$a_c = -2\omega^2(-\cos\varphi + \lambda \cos 2\varphi + \frac{1}{2} \sin \varphi)$$

Угловые скорости и ускорения определяются через относительные скорости и ускорения движения точек А и С, D и B.

Углы между векторами, угловые скорости и ускорения считаются положительными, если они направлены против часовой стрелки, и отрицательными, если по часовой стрелке.

Задачи кинематического анализа механизмов решаются с использованием персональной ЭВМ. Составлены соответствующие программы для решения вышеприведенных уравнений.

УДК 631.35:001.691.57

Канд. тех. наук

Брай В.В., Укр. ЦИТ
Брай Л.Н., Укр. ЦИТ

ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ КОМПЛЕКСА МАШИН ДЛЯ УБОРКИ С-Х КУЛЬТУР С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АНАЛИТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ МОДЕЛИРОВАНИЯ.

Оптимизация структуры уборочного комплекса, организации работ, технологии уборки является существенным источником экономии затрат труда и средств уборки зерновых культур. В связи с этим важным направлением научно-технического прогресса в области создания и использования высокопроизводительных уборочных машин является разработка и применение методов и программного обеспечения ЭВМ для проведения оптимизационных расчетов и выдачи рекомендаций сельскохозяйственному машиностроению и производству.

Комплекс машин и агрегатов для уборки с-х культур, которые работают в технологических линиях, обладает свойствами сложной системы. Поэтому технико-экономическую оценку, оптимизацию состава и структуры следует вести методами анализа сложных систем.

Процесс функционирования отдельного сельскохозяйственного агрегата или комплекса машин, в т.ч. и транспорта, формализуется как процесс случайного блуждания точки в пространстве возможных состояний и описывается марковским процессом с дискретными состояниями и непрерывным временем.

Для формализации процесса функционирования уборочного комплекса используются положения теории массового обслуживания для систем с ожиданием без взаимопомощи между каналами.

В Цир.ЦИТ разработаны и апробированы математические модели и программное обеспечение, позволяющие решать различные задачи по определению эксплуатационно-технологических и экономических показателей отдельных агрегатов и при условии их объединения в комплекс.

В состав уборочного комплекса, как системы, включены машины и оборудование, которые непосредственно необходимы для уборки урожая и связаны во времени материальными потоками.

Математические модели реализуют различные варианты использования технологического транспорта внутри комплекса (транспорт обезличен, после опорожнения бункера транспорт направляется к другому комбайну; транспорт обезличен, после опорожнения бункера транспорт идет заполнения бункера комбайна; транспорт закреплен за комбайном), учитывают конструктивные характеристики и технологического транспорта (ширину захвата, скорость движения, вместимость бункера), характеристики технической и технологической надежности (среднее время между техническими и технологическими отказами, среднее время устранения отказов), продолжительность отдельных операций технологического процесса, характеристики внешней среды (длина гона, урожайность убираемой культуры и сопутствующих частей).

Разработан пакет прикладных программ, реализующих математические модели функционирования зерноуборочного комплекса, который рассчитан на широкий круг специалистов (инженеров, техников). Общение с программами идет в режиме диалога специалиста и ПЭМ.

Экономический эффект от использования программного обеспечения достигается экономией затрат труда и материалов за счет улучшения организации уборочных работ, более продуктивного использования сельскохозяйственной техники, рабочего времени машин и людей в результате оптимизации состава уборочно-транспортных комплексов.

На базе разработанного ППП (пакета прикладных программ) могут проводиться расчеты оптимизации составов, структуры и организации работ уборочно-транспортных комплексов для отдельных хозяйств, агропромышленных комбинатов и объединений применительно к конкретно складывающимся условиям уборки.

Кроме того ППП может использоваться при определении оптимальных технологических параметров отдельных машин и комплексов в конструкторских организациях сельскохозяйственного машиностроения.

УДК 610.67:620.16

Академик УААН, д.т.н.,

проф.

Погорель Л.В.,

Укр ЦИТ

К.т.н. Осипов Н.М.,

Укр ЦИТ

МОДЕЛИ ГИДРИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Функционирование сложных биотехнических систем, какими являются технологические линии, процессы, фермы и комплексы сельскохозяйственных машин, протекает под влиянием и во взаимодействии с внешней средой и различных производственных, технологических и биологических процессов. Одним из принципов, используемых для практического анализа таких систем является вероятностно-статистический принцип, который применяется для построения наиболее общих и адекватных реальной действительности математических моделей функционирования систем на множестве естественно-производственных условий и позволяет синтезировать системы и соответствующие им АСУ с учетом обеспечения результатов оптимального функционирования в условиях стохастической изменчивости внешней среды, неопределенности и изменения структуры самой системы. Для построения модели любого элемента системы проводят экспериментальное изучение процессов его функционирования. При этом первоначально моделируемый объект изображают в виде некоторой условной и простой структурной схемы - "черного ящика", чем подчеркивается, что его структура и свойства еще не известны.

В докладе предложен новый метод построения математических моделей сложных систем основанный на теории самоорганизации по Денису Габору. При этом вместо полного степенного полинома Колмогорова-Габора рассматривается пространство частных моделей F_{ns}^m , элементами которого являются модели вида:

$$Y = \sum_{j=1}^m \theta_j \prod_{i=1}^k x_i^{\alpha_i^{(j)}},$$

где

$$\sum_{j=1}^m |\alpha_i^{(j)}| \leq n_s, \quad j = \overline{1, m}.$$

Y - выходная величина /отклик/;

$x_i, i = \overline{1, K}$ - набор входных факторов;

$\theta_j, \alpha_i^{(j)}$ - коэффициенты.

Предложенный метод реализован на ПЭМ IBM PC/AT-286 в виде пакета прикладных программ "Синтез оптимальных моделей" /ППП СОМУ/.

УДК 631.17:635.21/:681.3

к. т. н., доцент Г. Ф. Досыш,
к. т. н., доцент И. Я. Подашевский,
науч. сотр. Т. А. Моисеенко (БАТУ)

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ РАСЧЕТА И ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО ОБОСНОВАНИЯ РАЦИОНАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ АГРЕГАТОВ, КОМПЛЕКСА МАШИН И СОСТАВА МТП ХОЗЯЙСТВА

Средства механизации производственных процессов в сельском хозяйстве должны обеспечивать своевременное выполнение работ при минимальных затратах.

Применяемая в РБ система машин весьма ресурсоемка: в среднем на единицу обрабатываемой площади она требует 35 ч затрат труда, 230 кг топлива, свыше 340 кг металла. Уровень механизации труда в с. х. республики не превышает 50%, а свыше 60% работающих занято ручным трудом. Технические средства, входящие в СМ, по металлоемкости уступают зарубежным аналогам в 1,5..2 раза, по уровню потребления на 20..40%.

При формировании СМ преобладают ведомственные подходы, усугубляемые нарушением традиционных экономических связей, скачкообразным ростом цен на энергоносители, материалы и комплектующие изделия и др. Это ставит проблему комплектования и освоения энергосберегающей СМ для с. х. республики в число приоритетных задач и требует совершенствования научных основ и практических методов.

Использование ЭВМ и разработанной автоматизированной системы даст возможность принимать решения по выбору техники для с.-х. предприятий и предприятий, оказывающих услуги с.-х. техникой, по различным уровням сложности: от самого простого - сравнение двух и более сопоставляемых машин равной мощности, до наиболее сложного - представление в системе различных по производительности машин, причем рассматривая не только определенный рабочий процесс, но и все конкурирующие рабочие процессы, которые необходимо осуществить в то же самое время на протяжении всего года; по закупке и сбыту с.-х. техники; по капитальным вложениям в машины и оборудование; по сопоставлению новых методов работы и машин для определения возможного воздействия на организацию работ; использовать в качестве критерия комбинированные, комплексные, интегральные и др. показатели и ограничения.

Формирование СМ и рациональное построение технологических процессов ведет к оптимальному расходу трудовых, денежных, материально-энергетических ресурсов, обоснованию "узких" мест и основных направлений снижения ресурсоемкости производственных процессов. Представленная в проекте разработка снизит металлоемкость, затраты труда и энергии на 15..20% и более.

К.т.н., доц. Руденко М.Г.
ГУЗ, Москва.

МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ МАШИН В ХОДЕ ОПЕРАТИВНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ МЕХАНИЗИРОВАННЫХ РАБОТ В СЕЛЬХОЗПРЕДПРИЯТИИ МЕТОДОМ МАТРИЧНОЙ РАСЦЕНКИ СОБЫТИЙ НА ЭВМ

Математическая модель к решению задачи представляет собой дифференциальное уравнение минимума затрат холостого времени в рабочем процессе МТА, по условиям размещения производства.

Экстремальность точек для анализа задается тем, что чрезмерно пространное размещение производства убыточно из-за перерасхода времени на транспортные разведки МТА, а чрезмерно компактное размещение его убыточно из-за перерасхода времени на поворотной полосе.

Основу разработки машинной программы составил целевой метод матричной расценки событий /МРС/, позволяющий в диалоговой форме "человек /Ч/ - машина /М/" в результате заполнения матрицы логически обособленными символами получать оптимальные сроки проведения отдельных механизированных работ в пределах общего агросрока планируемого периода.

В процессе постановки и решения задачи на ЭВМ предусмотрены многовариантные разветвления в диалоге Ч-М, чем обеспечивается многовариантность решения и исчерпаемость поиска.

Увязка решения по обоснованию системы машин сельхозпредприятия удобна, но не обязательна, о составлении оперативного плана механизированных работ. Обоснование системы машин можно исполнить отдельным решением, например, в зимний период.

В зависимости от региона землепользования постановка задачи может быть изменена (корректировкой программы). Так, вместо обоснования системы машин по условиям размещения производства может быть предложено обоснование общей проектной характеристики хозяйства, по условиям эксплуатации в нем принятых энергосредств и шлейфа машин, что больше подходит для решения проблемы в районах просторного землепользования.

МК 631.53-04

д-т.н., проф. Ципольцов В.Д., ТСКХ
асп. Нагорский С.И., ТСКХ

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ АСУТП АДРЕСНОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ЖИВОТНЫХ НА МОЛОЧНОЙ ФЕРМЕ.

На базе опытного хозяйства ТСКХ (молочная ферма на 30 голов, комбинированный тип содержания животных) реализована АСУТП адресного обслуживания животных, включающая в себя многофункциональные подсистемы опознавания, автоматического управления доением и учета продуктивности, имитированного кормления животных, а также блоки сопряжения с ЭМ и центральную ЭВМ типа IBM PC AT со стандартным интерфейсом.

Создание АСУТП рассматривается как многоэтапный итерационный процесс, поэтому принята следующая стратегия разработки программного обеспечения (ПО), включающая ядро подсистем контроля и управления АСУТП: ПО разрабатывается как "открытая", расширяемая система на языках СВД (напр., FoxPro, Clipper), при этом наиболее критичные по эффективности обработки данных процедуры выполняются на языках высокого уровня (напр., Pascal, C); затем, при фиксации очередной рабочей версии системы проводится оптимизация потока путей именованных некоторых отлаженных фрагментов на куски, написанные на более эффективных языках (вплоть до Assembly). Так, в настоящий момент рабочая версия ПО АСУТП написана на языках FoxPro, Pascal, Assembly и включает в себя следующие модули:

- оболочка;
- модуль доения;
- модуль кормления;
- модуль контроля аппаратуры;
- модуль настройки;
- модуль контроля данных и программ.

Использование ЭВМ в подсистемах контроля и управления АСУТП позволило реализовать адресный подход к обслуживанию животных и обеспечило:

- связь кормления с доением;
- снятие молокограмм (способ визуализации и формализации образа процесса доения как объекта функциональной диагностики);
- инвариантность метрологических характеристик на известном многообразии периферийных устройств с различными статистическими характеристиками и случайным выбором;
- возможность простой оперативной корректировки параметров технологических процессов и контроля технологического оборудования.

Все это, кроме того, подготавливает основу для оптимизации работы различных систем обслуживания животных, а также для оперативной корректировки плана плановой работы.

Д.в.н., проф. С.И.Пляцко, БГУ
 Д.с.-х.м. А.Н.Николаенко, ЦНИИЭС
 Инженер В.А.Басько, Белагроспроект

АНАЛИТИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ ВЫБОРА МОДУЛЯ ОБЪЕКТА СВИНОВОДСТВА

Существующая методика выбора объекта свиноводства базируется, в основном, на величине планируемого объема производства, без учета вероятностного характера коэффициентов, связывающих вертикальные и горизонтальные расчетные характеристики, что приводит к значительным эксплуатационным издержкам и удорожанию капитального строительства.

Предложен и реализован алгоритм поиска модуля объекта свиноводства. Установлено, что оптимальной мощностью свинофермы является объем производства 300 т свинины в год; количество групп свиноматок, участвующих в производстве - 18; численность группы основных маток - 12 голов. При этом коэффициенты резервирования технологического процесса - 0,115 (против 0,3-0,45) и использования площади производственных помещений 0,79-0,81 (против 0,3 - 0,35); сокращение стоимости строительства достигает 30-35%.

Предложенные методы используются проектными организациями республики Беларусь.

МНОГОКРИТЕРИАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ РАЗМЕЩЕНИЯ ТОВАРОВ НА СКЛАДЕ БАЗЫ СНАБЖЕНИЯ

Пусть некоторая свободная область складского помещения, предназначенная для хранения товаров, разбита на n ячеек одинакового размера, пронумерованных любым удобным образом от 1 до n . На складе требуется разместить m видов товаров. Пусть i -й вид товара занимает a_i ячеек. Областью определения задачи размещения товаров на складе базы снабжения является множество матриц:

$$X = \{x = \|x_{ij}\|_{m \times n} : \sum_{j=1}^n x_{ij} = a_i \quad \forall i \in N_m, \\ \sum_{i=1}^m x_{ij} \leq 1 \quad \forall j \in N_n, x_{ij} \in (0,1) \quad \forall (i,j) \in N_m \times N_n\},$$

где $\sum_{i=1}^m a_i \leq n$, $N_t = \{1, 2, \dots, t\}$. На X задана векторная целевая функция

$$F(x) = (F_1(x), \dots, F_r(x)), \quad F_s(x) \rightarrow \min_x \quad \forall s \in N_r,$$

частными критериями которой являются критерии двух видов:

$$F_s(x) = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij}^s x_{ij} \rightarrow \min_x,$$

$$F_s(x) = \max_{i,j} c_{ij}^s \text{sign } x_{ij} \rightarrow \min_x,$$

где c_{ij}^s - затраты (например, энергозатраты, время и т.д.) по s -му критерию на работу погрузчика при укладке единицы i -го вида товара в j -ю ячейку и его отборке из j -й ячейки.

Разработаны новые алгоритмы для решения этой задачи как в однокритериальной, так и в многокритериальной постановках. Указан способ программного формирования и создания базы данных по энергозатратам и времени на работу погрузчика при укладке и отгрузке товаров, которая будет положена в основу решения задачи.

О НЕРАЗРЕШИМОСТИ С ПОМОЩЬЮ АЛГОРИТМА ЛИНЕЙНОЙ
СВЕРТКИ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНЫХ ЗАДАЧ РАЗВОЗКИ

Область определения задачи развозки сельскохозяйственных грузов (молока, кормов, скота и т.д.) порядка n является множеством векторов:

$$X = \{x = (x_1, x_2, \dots, x_n) : x_j \in \{0, 1\} \quad \forall j \in N_n, \\ \sum_{j=1}^n a_{ij} x_j = 1 \quad \forall i \in N_m\},$$

где $N_i = \{1, 2, \dots, t\}$, $a_{ij} = 1$, если по маршруту j обслуживается i -я объект, и $a_{ij} = 0$ в противном случае, $\sum_{i=1}^m a_{ij} \geq 1 \quad \forall j \in N_n$.

На множестве X рассмотрим векторную целевую функцию:

$$F(x) = (F_1(x), F_2(x), \dots, F_r(x)), F_s(x) \rightarrow \min_x \quad \forall s \in N_r,$$

частными критериями которой являются критерии двух видов

$$\text{MINSUM} \quad F_3(x) = \sum_{j=1}^n C_j^3 x_j \rightarrow \min_x,$$

$$\text{MINMAX} \quad F_3(x) = \max_{j \in N_n} C_j^3 \text{sign } x_j \rightarrow \min_x,$$

где $C_j^3 \in R_+$, $\forall j \in N_n$, $\forall s \in N_r$.

Как обычно, элемент $\tilde{x}$ множества X назовем паретовским оптимумом (ПО), если не существует такого элемента $x' \in X$, что $F(\tilde{x}) \neq F(x')$, $F(\tilde{x}) \geq F(x')$. Через $\tilde{X}$ обозначим множество Парето (МП), состоящее из всех паретовских оптимумов.

r -критериальная задача развозки порядка n будем называть задачей нахождения МП $\tilde{X}$ и обозначать через Z_n^r . При этом

Эта задача Z_n^z подразумевается массовой задачей, в которой может быть фиксирован лишь вид критериев. Наряду с массовой задачей будем пользоваться и термином индивидуальная задача. Каждая индивидуальная задача $x \in Z_n^z$ задается конкретной парой (X, F) , т.е. фиксируются все параметры a_{ij}, c_j^s , также вид критериев.

Среди методов нахождения ПО заметное место занимает алгоритм линейной свертки критериев (АЛСК), в основе которого лежит следующий результат: для любого вектора $\lambda \in \Lambda_z = \{\lambda = (\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_z) : \sum_{s=1}^z \lambda_s = 1, \lambda_s > 0 \forall s \in N_z\}$ элемент x^* , минимизирующий на множестве X линейную свертку критериев $\Phi(x, \lambda) = \sum_{s=1}^z \lambda_s F_s(x)$, является ПО.

К сожалению, АЛСК не всегда гарантирует нахождение всего ПО. Это означает, что существует такая индивидуальная задача (X, F) , для которой выполняется условие:

$$\exists \tilde{x} \in \tilde{X} : \Phi(\tilde{x}, \lambda) > \min \{\Phi(x, \lambda) : x \in X\} \quad \forall \lambda \in \Lambda_z.$$

В этом случае принято говорить, что массовая многокритериальная задача неразрешима с помощью АЛСК.

Известно, что многокритериальные задачи на графах (об остовных деревьях и цепях между парой вершин, о совершенных паросочетаниях и коммивояжере), а также целочисленные транспортные задачи неразрешимы с помощью АЛСК.

ТЕОРЕМА. При любых $n \geq 4$ и $z \geq 2$ задача развозки Z_n^z с любой комбинацией критериев вида MINSUM и MINMAX неразрешима с помощью АЛСК.

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ОБРАБОТКИ НА ПЭВМ ПУТЕВЫХ ЛИСТОВ АВТОМОБИЛЕЙ ДЛЯ СЕЛЬХОЗПРЕДПРИЯТИЙ.

В настоящее время для автоматизации обработки на ПЭВМ путевых листов автомобилей разработан целый ряд прикладных программ. Однако использование их на сельхозпредприятиях затруднено из-за специфических особенностей работы автомобильного транспорта в колхозах и совхозах, выражающихся, например, в следующем:

- в одном путевом листе одновременно могут быть представлены несколько видов работ, отличающихся друг от друга как условиями оплаты (почасовая, сделанная с различными расценками), так и нормами расхода топлива;

- постоянно изменяющиеся внутрихозяйственные расценки на отдельные виды транспортных работ и сам перечень работ, на которые устанавливаются эти расценки;

- за одним водителем может быть закреплено несколько автомобилей, или на одном автомобиле могут работать в порядке подмены несколько водителей.

Поэтому встал вопрос о разработке такой системы обработки путевых листов на ПЭВМ, которая удовлетворяла бы указанным особенностям и выходные результаты обработки соответствовали бы сложившимся в сельском хозяйстве формам отчетности.

В результате разработан программный комплекс PLIST обработки путевых листов, позволяющий:

1. сформировать и в любой момент дополнять или корректировать базу данных для обработки путевых листов, включающую:

- характеристики всех моделей автомобилей, имеющихся в конкретном хозяйстве (их грузоподъемность, расход топлива на 100 км, часовые тарифные ставки водителей и т.д.);

- внутрихозяйственные расценки на отдельные виды транспортных работ (перевозка зеленой массы, зерна, картофеля и т.д.);

- списочный состав автомобилей в гараже, штатный состав водителей и закрепление их за конкретными автомобилями;

- план счетов бухгалтерского учета и их составляющие для расчетов выполненных тонно-километров.

2. В течение одной минуты произвести обработку путевого листа автомобиля, после чего можно просмотреть на дисплее ПЭВМ или распечатать на принтере следующие документы (ежемесячные и годовые):

- справку по использованию каждого из автомобилей, включающую последнее показание спидометра, остаток топлива в баке, пробег с начала года, расход топлива фактически и по норме, выполненное тонно-километров;

- сводку по работе каждого из водителей, включающую пробег автомобиля (в том числе с грузом), объем перевозок в тоннах и тонно-километрах, расход топлива фактически и по норме, количество отработанных дней и часов, сумма начисленной зарплаты;

- сводку по распределению выполненных всем автопарком тонно-километров между бухгалтерскими счетами и их составляющими.

Первая версия программного комплекса PLIST прошла апробацию и внедрена в колхозе им. Кирова Молодечненского р-на Минской обл.

УДК 659

Гребцова О.П., преп.-стажер,
Придухо В.Т., к.т.н., доц.,
БГА.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ШАРИКОВИНТОВЫХ МЕХАНИЗМОВ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКЕ. МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И МНОГОКРИТЕРИАЛЬНАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ ШАРИКОВИНТОВЫХ МЕХАНИЗМОВ

В задачу данной работы входит определение оптимального варианта конструкции передачи в зависимости от конкретных условий эксплуатации, что предполагает выбор профиля резьбы, начального диаметра соединения, диаметра шариков, угла наклона винтовой линии, угла контакта и других конструктивных параметров, при которых повышается жесткость, долговечность, нагрузочная способность ШВМ при уменьшении габаритов соединения.

Задача весьма трудоемка, так как включает большое количество математических расчетов. Являясь задачей оптимизации многопараметрической системы, она не сразу однозначно решается, так как некоторые критерии качества противоречат друг другу и не возможно предугадать к каким ухудшениям по одному из критериев приведут улучшения по другим.

В связи с трудоемкостью и неоднозначностью решаемой задачи возникает необходимость математического моделирования объекта, применения ЭВМ для автоматизации вычислительного процесса и методов оптимизации для подбора наилучших параметров механизма.

На основе научных работ в области исследования ШВМ построена математическая модель. Анализ ограничений и целевых функций показывает, что большинство из них выражены нелинейными зависимостями, а данная задача является задачей нелинейного программирования, свести которую к задачам линейного программирования оказалось не возможным. На этапе вычислительного эксперимента отвергнуты методы выпуклого программирования. Решение задачи численными методами невозможно.

В настоящей работе задача многокритериальной оптимизации ШВМ решается с помощью метода выбора оптимальных параметров в задачах со многими критериями, предложенного Соболевым И.М., Статниковым Р.Е. в работе "Выбор оптимальных параметров в задачах со многими критериями".

КОМПЛЕКС ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМ ПАРАМЕТРИЧЕСКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ СБОРНЫХ ЕДИНИЦ

В докладе рассматривается разработанный под руководством автора комплекс инструментальных программных средств CAD-ASM, предназначенный для построения систем параметрического проектирования узлов, состоящих из набора типовых деталей, в которых от изделия к изделию варьируются размеры, форма и расположение элементов. Такие системы целесообразно создавать, если нужно часто проектировать детали, отличающиеся размерами, и вносимые изменения размеров должны согласованно проводиться во всех связанных деталях узла.

Конкретная прикладная САПР строится средствами CAD-ASM путем создания соответствующего информационного обеспечения. На этапе создания САПР CAD-ASM обеспечивает формирование баз данных структур проектируемых узлов, типоразмеров узлов, параметрических чертежей-прототипов проектируемых деталей. На этапе проектирования CAD-ASM обеспечивает ведение баз данных типоразмеров узлов; синтез чертежей деталей по параметрическим чертежам-прототипам; управление проектами.

CAD-ASM использует систему автоматизации графических работ AutoCAD как среду для интеграции САПР, а систему параметрического проектирования Synthesis как средство создания параметрических чертежей-прототипов и синтеза рабочих чертежей. Система Synthesis позволяет формировать параметрический чертеж с помощью графического редактора AutoCAD. Для задания зависимости параметров с чертежом связывается электронная таблица. Вычисление значений параметров выполняется процессором электронных таблиц. Автоматический синтез рабочего чертежа осуществляется по параметрическому чертежу и списку значений параметров.

CAD-ASM расширяет возможности систем AutoCAD и Synthesis, предоставляя средства для согласования деталей узла по размерам и форме, ведения баз данных типоразмеров узлов, управления проектами, формирования на чертеже предельных отклонений размеров параметров в соответствии с таблицей допусков и по правилам стандартов ЕСКД.

МОДЕЛИРОВАНИЕ И МНОГОКРИТЕРИАЛЬНАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН И МЕХАНИЗМОВ

При автоматизированном проектировании технических систем перспективен подход, предполагающий создание программных средств, обладающих свойством синтеза алгоритмов и формирования программ решения проектных задач.

Функциональное исполнение составляется из некоторого базисного набора сравнительно простых вычислительных модулей, которые представляют собой законченную вычислительную процедуру и допускают возможность связи с другими модулями посредством входной и выходной информации.

В качестве таких модулей могут служить прикладные программы, позволяющие определять массо-габаритные, тяговые, инерционные, экономические показатели машин, допускаемые и расчетные напряжения при различных видах разрушения для таких типовых деталей, как червячные передачи, цилиндрические и конические зубчатые колеса, валы и подшипники качения.

Задание на проектирование осуществляется в диалоговом режиме путем указания списка и диапазонов изменения оптимизируемых параметров и критериев оптимальности. В результате обработки списка формируется имитационная модель механизма. В дальнейшем она используется для проведения вычислительного эксперимента, анализа и отсева слабо влияющих на результаты проектирования переменных, построения оптимизационной модели и поиска рационального решения.

Изложенный подход рассмотрен на примерах решения задач выбора основных параметров универсально-пропашных тракторов на ранних этапах проектирования, а также расчетного проектирования червячных передач.

УДК 681.3.016003.29

К.Т.Н., доц. Степанцов В.И.
инж. Шауро С.В. (БАТУ)**ОПЫТ РАБОТЫ ПО СОЗДАНИЮ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ
БАЗОЙ ДАННЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ.**

Для успешного моделирования сельскохозяйственных процессов и машин необходима поддержка информационной базы данных по их техническим характеристикам. Существующие системы управления базами данных (СУБД) с их многочисленными достоинствами и недостатками для подобных задач малоэффективны, так как:

- требуют от конечного пользователя определенных знаний по структуре, проектированию, созданию и эксплуатации базы данных (БД);
- являются дорогостоящим программным продуктом, особенно для информационных систем ограниченного объема, что обусловлено присущей им универсальностью, многофункциональностью и возможностью поддержки больших объемов БД.

На кафедре ВТ БАТУ разработан опытный образец СУБД, лишенный приведенных недостатков и предназначенный для создания информационно-поисковых систем, автоматизации рабочих мест (АРМ) специалистов, пакетов прикладных программ (ППП). Представляемая СУБД рассчитана на неподготовленного пользователя и отличается простотой организации древовидной структуры БД, таблиц характеристик объектов и ввода-вывода информации. Интерфейс пользователя в системе построен по правилам CUA (Common User Access), принятый в качестве стандарта фирмой IBM, что облегчает процесс освоения и позволяет без особых затруднений приступить к работе с другими современными ППП. Последнее особенно актуально при использовании системы для реализации пакетов учебных программ.

Основные особенности системы:

- формирование структуры БД по принципу "что вижу, то и делаю";
- древовидная структура;
- многооконность;
- явное представление новых типов данных (дата, рисунок, формула, график; гистограмма и др.);
- простой способ получения необходимых списков;
- подключение обрабатывающих программ;
- реструктуризация БД, контроль и восстановление целостности данных.

На базе предложенной системы приступили к организации информационной базы данных по техническим характеристикам электрооборудования, предназначенной для использования в учебном процессе при создании обучающих и расчетных программ, а также САПР инженера-электрика сельскохозяйственного производства.

ПОИСК АНАЛОГА ПРИ РАЗРАБОТКЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ МЕХАНООБРАБОТКИ

Одним из направлений ускорения развития и совершенствования технологической подготовки производства сельскохозяйственных машин является проектирование индивидуальных технологических процессов (ТП) на основе преобразования ТП-аналога.

Для реализации этого метода необходимо иметь развитую информационно-поисковую систему, в базе данных которой находятся поисковые образы деталей, закодированные в соответствии с принятым классификатором, и технологические процессы их изготовления.

Использование существующих систем кодирования для поиска детали-аналога не всегда эффективно, т. к. признаки, на основании которых деталям присваивается их классификационный шифр, не несут информационной нагрузки с точки зрения дальнейшего преобразования выбранного ТП-аналога в ТП проектируемой детали.

Процесс формирования новых значений классификационных признаков предлагается вести путем оценки сходства деталей, используя принцип технологического подобия обрабатываемых деталей, технологических процессов и их элементов с точки зрения системно-структурного подхода, рассмотренного в трудах В. Д. Цветкова.

Задача поиска аналога по этим признакам рассматривается как многокритериальная задача оптимизации, где в качестве локальных критериев выступают меры относительного различия между проектируемой и архивной деталями по каждому информационному признаку. Величина меры относительного различия определяется как дополнение до 1 значения степени принадлежности по каждому классификационному признаку, т. е. значения всех критериев должны стремиться к нулю.

Программная реализация рассмотренного подхода для поиска и преобразования ТП-аналога осуществлена на языке ПАСКАЛЬ для персональных ЭВМ.

ППП BELSVET. ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОСВЕТИТЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК.

При разработке ПО расчета осветительных установок следует учитывать сложность математической формализации процесса проектирования, когда при относительно несложных расчетах приходится решать вопросы типизации принимаемых решений, эстетического соответствия установок архитектуре помещений, соблюдения нормированных значений показателей искусственного освещения, многокритериальной оптимизации, экономии энергии и расходных материалов. В перечень могут быть включены вопросы графической иллюстрации размещения светильников, формирования чертежей и пояснительной записки, ведомостей спецификации оборудования и др.

Кафедрой ВТ БАТУ предложен ППП BELSVET, являющийся полностью модифицированной версией программы ALFASVET, санкционированно распространенной более чем в 25 проектных организациях стран СНГ. Пакет обладает развитой системой меню и кадровых подсказок и отличается простотой и доступностью, наглядностью ввода исходной информации и вывода результатов, возможностью корректировки параметров в процессе работы программы, доступностью редактирования нормативно-справочной базы данных, созданием и ведением собственной базы данных для часто повторяющихся вариантов, графической иллюстрацией результатов расчетов.

Программы пакета предусматривают ввод плана размещения помещений на этаже, последовательный расчет и выбор оптимального варианта на рассчитанных. При расчете производится выбор светильников по условиям окружающей среды и светораспределению, их равномерное размещение с учетом наиболее выгодного расстояния и заявленного места обязательной установки, индивидуальная или групповая корректировка места размещения, выбор потребной мощности источников и количества светильников, сопоставление качественных показателей с требуемыми, определение необходимого количества материалов и изделий. Заложенные приемы оптимизации позволяют без вмешательства пользователя получить наиболее экономичный вариант. Нормативно-информационная база данных подготовлена таким образом, что от пользователя в процессе диалога требуется ввод минимальной исходной информации.

По результатам расчета выдается светотехническая ведомость, характерные размеры размещения светильников, спецификация оборудования и отпечатанные на принтере планы размещения светильников.

УДК 681.3

к. т. н., доцент Напрасников Владимир
Владимирович
асс. Рузакова Людмила Адамовна

ПОДСИСТЕМА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО РАСЧЕТА ДЕТАЛЕЙ ПРИ ПЛОСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА ГРАНИЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Предлагается создать подсистему автоматизированного расчета прочности деталей, испытывающих плоскую деформацию или находящихся в плоско-напряженном состоянии. Граница этих деталей представляется отрезками прямых и дугами окружности, что практически не вносит ограничений по форме детали. Для решения используется метод граничных элементов (МГЭ), который позволяет сократить на единицу геометрическую размерность задачи, что снижает затраты на подготовку информации, память, время и стоимость вычислений. В последующем можно провести оптимизацию формы детали по полученным расчетам.

Система должна включать в себя:

- 1) препроцессор по описанию контура (используется принцип, предложенный профессором Цветковым В. Д. по описанию объекта с помощью ФКЭ);
- 2) процессор по вычислению напряжений и перемещений в произвольных точках области детали;
- 3) постпроцессор, позволяющий представлять результаты в виде изолиний напряжений.

При реализации такого подхода внимание надо обратить на решение следующих вопросов:

- 1) построение ГЭ типа дуга окружности; тестирование его и включение в систему;
- 2) реализация ФКЭ для указанного класса деталей;
- 3) при ориентации на ПЭВМ с малыми мощностями разработать эффективную процедуру для решения системы алгебраических уравнений с использованием внешних запоминающих устройств.

В настоящее время разработана общая структура предлагаемого программного комплекса, информационные связи между отдельными его компонентами и отдельные формулы по реализации ГЭ типа дуга окружности.

УДК. 637.12.04

С. М. Терещенко, А. В. Игнатенко (БелНИКТИМ)

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРИБОРОВ, КОНТРОЛИРУЮЩИХ
ПОКАЗАТЕЛИ БЕЗОПАСНОСТИ МЯСОМОЛОЧНОГО СЫРЬЯ И ПРОДУКЦИИ

В последние годы ведется активная работа над созданием автоматизированных приборов для различных отраслей промышленности. Приборы, созданные с использованием микропроцессоров (например СТ-46, "Юлия-2К"), избавили работников производственных лабораторий от ряда рутинных операций, неточность при выполнении которых может вызвать грубую ошибку в результатах анализов. Вместе с тем, эти приборы не дают серьезного выигрыша в производительности по сравнению с приборами, работающими без применения микропроцессоров. Решение проблемы производительности в сочетании с автоматизацией процесса измерений и обработки результатов - создание приборов, работающих под управлением ЭВМ.

Одним из важнейших применений приборов такого типа является контроль мясомолочного сырья и продукции. Серьезности этой проблемы не вызывает сомнения, поэтому перед создателями программного обеспечения встает ряд особых проблем.

В БелНИКТИМ разрабатываются приборы и методики выполнения измерений с использованием приборов такого типа, что вызвало необходимость формулировки специфических требований к программному обеспечению:

- 1) наличие двух частей программного обеспечения (для пользователей и для разработчиков методик);
- 2) строгое разграничение доступа к этим частям (неподготовленный пользователь не должен иметь возможности менять часть параметров программы);
- 3) автоматическое определение необходимости проведения градуировки или дополнительного анализа;
- 4) регистрация образцов, поступающих на анализ;
- 5) автоматическое определение завершенности анализа (серии связанных анализов);
- 6) обработка результатов анализа с выдачей документа;
- 7) сохранение, по возможности, исходных данных (спектров и т. п.) в течение определенного времени и выдача ее по требованию (ведение архива);
- 8) невозможность для пользователя менять данные в архиве, только добавлять новые.

681.17:686.21/:681.3

к.т.н., доцент Г.Ф.Добыш,
к.т.н., доцент И.Я.Подашевский,
науч.сотр.Т.А.Моисеевко (БАТУ)

РАЗРАБОТКА И ОБОСНОВАНИЕ ИНЖЕНЕРНЫХ РЕШЕНИЙ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЗАДАЧ С ПРИМЕНЕНИЕМ ЭВМ

Оснву повышения эффективности с.-х.производства должна составлять современная информационная технология, важнейшим элементом которой является автоматизированное рабочее место ИТР, представляющее собой программно-технический комплекс на базе персональных ЭВМ. Применение АРМ инженера-механика с.-х. производства базируется на принципе встраивания задач, решаемых с помощью ПЭВМ, в конкретные естественно-производственные условия хозяйства.

Обучение специалиста и развитие АРМ самим специалистом являются двумя взаимосвязанными процессами, поэтому разработка автоматизированной системы расчета и использование ЭВМ в процессе обучения студентов и в дальнейшем на АРМ инженера-механика с.-х. производства имеют важное научное и практическое значение.

Теоретические основы применения вычислительной техники в инженерных и экономических расчетах студенты приобретают при изучении соответствующих дисциплин учебного плана. Однако овладеть курсом можно только при условии одновременного выполнения лабораторно-практических занятий, использования вычислительной техники в курсовом и дипломном проектировании.

Цель и задачи НИОКР. Разработка автоматизированной системы проектирования прогрессивных технологий и формирование оптимального состава МТП хозяйств, технико-экономическое обоснование параметров и режимов работы МТА.

Развитие у будущих инженеров навыков практического использования ЭВМ при решении инженерно-технических, научных и экономических задач, которые повседневно встречаются в практической деятельности с.-х. производства.

Ожидаемые результаты. Использование ЭВМ и разработанной автоматизированной системы в учебном процессе и в процессе с.-х. производства даст возможность исключить длительные расчеты, и позволит творчески решать задачи технико-экономического обоснования рациональных параметров и режимов работы МТА; оптимизации комплектования МТП хозяйства; обоснования оптимальных направлений капиталовложений в технику и темпов технического вооружения; выявления путей снижения энергетических и материальных затрат; планирования ТО и ремонта используемой техники.

УДК 690.412

математик Т. В. ЕРОХОВЕЦ,
к. т. н., доц. Н. П. СТЕПАНЦОВ (ВТУ)РАСЧЕТ ТАБЛИЦ ЗНАЧЕНИЙ УДЕЛЬНОЙ МОЩНОСТИ ОСВЕТИТЕЛЬНЫХ
УСТАНОВОК, ВЫПОЛНЕННЫХ СВЕТИЛЬНИКАМИ ГРЛВД.

Широкому внедрению метода удельной мощности в практику расчетов осветительных установок препятствует существующий разрыв между действующей номенклатурой осветительных приборов от необходимых справочных данных для его реализации. Попытки пополнения недостающей информации за счет использования известных таблиц значений удельных мощностей не приводят к желаемой точности конечного результата.

С целью устранения возникших противоречий нами разработана программа определения таблиц значений удельной мощности осветительных установок производственных помещений, выполненных светильниками с ГРЛВД. Программа реализована для персональных ЭВМ типа IBM PC, работающих под управлением операционной системы MS DOS. Алгоритм программы предусматривает определение усредненных значений удельной мощности по результатам многочисленных расчетов вариантов осветительных установок методом коэффициента использования светового потока при изменяющихся площади помещения, высоте подвеса светильника и нормируемой освещенности.

В расчеты введены следующие ограничения:

1. Соотношения размеров сторон помещений прямоугольной формы находятся в пределах от 1:1 до 1:1,5.
2. Значения коэффициентов использования светового потока осветительных установок рассчитываются для типовых кривых силы света и коэффициентов отражения 50×30×10.
3. Светильники в помещении размещаются равномерно по углам прямоугольников с учетом светотехнически наиболее выгодных относительных расстояний.

4. Дискретные значения светового потока (P , кдм) и электрической мощности (P , Вт) с точностью до 1% аппроксимировались зависимостью вида $P=0.01705F+23.26$.

5. Интервалы изменения высоты подвеса светильников над поверхностью (H_p) и площади помещений при формировании итоговой таблицы определялись из расчета допустимого отклонения удельных мощностей не более 1.33 при принятых значениях нормируемой освещенности.

Обобщенные результаты расчетов представляются в таблицах с точностью $\pm 10\%$ во всем диапазоне изменения расчетной высоты подвеса светильников и площади помещений. При их использовании в методе удельной мощности гарантируется общепринятая точность определения требуемой нормируемой освещенности рабочей поверхности.

УДК 601.9.001.63

К. т. н., доцент Винокурова В. И., ВГПА,
Дукьянович К. Р., ВАТУ

ЭКСПЕРТНАЯ КОМПОНЕНТА В САПР СЛОЖНОРЕЗУЩИХ ИНСТРУМЕНТОВ

Наличие большого объема вычислений и использование в них эмпирических зависимостей, параметров и коэффициентов заданных интервальными значениями, является особенностью расчетов сложнорезущих инструментов. Инструменты, предназначенные для нарезания сходных типов профилей рассчитываются по различным методикам. Это часто связано с тем, что в существующих САПР, а также ручных методиках проектирования, решаются задачи оптимизации по различным критериям и для различных производственных условий.

Необходимость решения задачи оптимизации элементов профиля и конструктивных параметров инструмента обусловлена многообразием и противоречивостью влияющих факторов. Для решения трудноформализуемых задач и учета особенностей при автоматизации проектирования следует диалоговые процедуры, использование которых требует высокой квалификации конструктора-инструментальщика.

Недостаток специалистов высокого класса обуславливает необходимость замены некоторых диалоговых процедур средствами искусственного интеллекта.

Знания, накопленные при решении задач оптимизации, адекватны знаниям эксперта и при возможно более полном разделении расчетной и эмпирической компонент позволяют значительно повысить качество принятия проектных решений.

Экспертная компонента в САПР РИ включает набор правил, сформулированных на основании анализа формообразования обрабатываемого профиля, результатов решения задач оптимизации, необходимых ограничений, опыта конкретного разработчика. Противоречивость влияющих факторов предопределяет наличие конфликтующих правил. Для выявления таких правил, а также для определения "весов" некоторых правил необходимы специальные алгоритмы.

Группа рекомендуемых параметров с наибольшей весовой оценкой не обязательно имеет все оптимальные характеристики, но обязательно представляет наилучший компромисс между различными требованиями.

Таким образом применение средств искусственного интеллекта позволяет интегрировать в САПР РИ знания, накопленные при решении задач оптимизации.

УДК 681.3

д.т.н., проф. Лептаев А.А., к.т.н., пр.
 Фурунжиев Р.И., инж. Абулкова Ю.Ф. (БА)
 к.т.н., доц. Мильнер Ф.Г. (БГПА), инж.
 Лик О.А., ПТО "Сельхозпроект"

МОДЕЛИРОВАНИЕ НЕКОТОРЫХ ОБЪЕКТОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО МАШИНОСТРОЕНИЯ ПРИМЕНИТЕЛЬНО К САПР

При формировании моделей технических объектов, применительно к проектированию их средствами САПР, необходимо определить состав, содержание и формы представления информации в соответствующих формах данных и знаний; форму организации диалога пользователя с моделью; рациональные алгоритмические модели формирования проектной документации (конструкторской и технологической).

В зависимости от решаемых задач на определенных этапах создания нового изделия определяются состав информации и формы ее представления.

Первый этап создания нового изделия - аванпроект. Его первая стадия - поиск изделия-аналога. Для обеспечения поиска необходима информация о функциональном назначении изделия, его структуре, технических параметрах. При этом необходима визуализация графического изображения объекта, его технических параметров и технико-экономических показателей внедрения, что позволяет принимать достаточно объективное решение о целесообразности его использования.

Следующая стадия - определение технологической операции и параметров, на основании которых строятся структурно-функциональные и компоновочные схемы изделий-объектов проектирования, определяются технические требования к ним.

Последние используются для поиска аналогов.

Если аналоги отсутствуют, то автоматически формируется набор технических требований, используемых при формировании технического задания на разработку нового изделия.

На стадии технического, рабочего или техноробочего проекта используются расчетные и графические модели, обеспечивающие процесс конструирования изделий и их компонент, а также параметрические модели, графические изображения (слайды) элементов, организованных в блок объектов-ориентированных меню, используемых для организации графического взаимодействия пользователя с САПР.

В докладе на примере минитрактора МТЗ-082, и поставляемого им серийного плуга, а также плуга, вновь создаваемого для него

ты, приведены: модели для определения рациональных режимов обработки почв и требуемых параметров навесного оборудования; соответствующая им структурная модель плуга и его компонент; графические модели отдельных элементов; модели типовых конструктивов для компьютерного синтеза рабочих чертежей; параметрические модели деталей.

Описывается организация диалога пользователя с системой, приводится укрупненная блок-схема алгоритма проектирования.

Приведено описание САПР "Деталь", обеспечивающей возможность проектирования чертежей деталей, сборочно-сварочных единиц и спецификаций к ним.

Приседены рекомендации по выполнению необходимых доработок системы для расширения её функциональных возможностей, адаптации к требованиям и особенностям проектирования изделий сельскохозяйственного машиностроения с целью последующего использования ее в БАТУ при проектировании новых изделий и применения в учебном процессе, а также в конструкторских организациях.

.658.512.011.56

д.т.н., проф. Лептеев А.А., инж. Авлукова И.Ф.,
к.т.н., преп. Чайчиц А.Н. (БАТУ)

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ И СИТУАЦИОННЫЕ МОДЕЛИ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ ОБЛАСТЕЙ ПРИМЕНЕНИЯ МИНИТЕХНИКИ

Развитие землепользования в направлении увеличения количества индивидуальных и фермерских хозяйств, садоводческих коллективов и небольших производственных бригад при коллективном землепользовании, когда производственные площади владельца (арендатора) составляют от 0,12 до 2,5 га, а также удорожание энергоносителей и повышение стоимости сельскохозяйственного оборудования, приводит к выводу о том, что для обработки почвы и выполнения хозяйственных работ в таких хозяйствах все большее применение будет находить минитехника. Это подтверждается также опытом ряда зарубежных стран (Голландия, Бельгия, Италия, Япония), которые выпускают в достаточно большом объеме минитракторы с комплектом навесного оборудования, обеспечивающего выполнение большого числа операций, необходимых для нормального функционирования хозяйства.

Применение минитехники будет эффективно в том случае, когда будут определены технические требования к ней, разработаны научно обоснованные рекомендации по ее применению и оптимальным рабочим

режимам при выполнении на ней различных технологических операций.

Решение этих задач требует глубокой проработки функциональных моделей хозяйства различного профиля и разных форм собственности, моделей технологических операций, подлежащих выполнению и об-
ектов, применительно к которым эти операции реализуются. Анализ последних моделей позволяет сделать вывод о том, что они достаточно хорошо могут интерпретироваться ситуационными моделями.

В докладе рассматриваются некоторые модели, используемые для определения сферы применения минитехники, применительно к минитракторам, мотоблокам и навесному оборудованию для них, выпускаемому ИТЗ.

Представив функциональную модель MF хозяйственного процесса как детерминированную последовательность $\{O_i\}$ операций, подлежащих выполнению в течение хозяйственного сезона, мы можем определить его уравнением:

$$MF = \sum_{i=1}^n O_i \cdot p_i \cdot \varepsilon_i, \text{ где}$$

p_i -- оценка математического ожидания частоты встречи операции в данном сезоне (применительно к различным временным интервалам (t_i) данного сезона;

ε_i -- коэффициент, определяющий наличие или отсутствие данной операции в течение интервала (t_i) , $\varepsilon_i \in \{1, 0\}$.

Модель операции может интерпретироваться в виде:

$$O_i = F(OO_j, t_{ij}, P_{uif}, R_{ik}), \text{ где}$$

OO_j -- объект, над которым выполняется технологическая операция;

t_{ij} -- временной интервал, соответствующий календарному сроку в течение которого эта операция должна быть выполнена;

P_{uif} -- интегральный коэффициент коррекции, зависящий от переменных факторов, определяющих конкретную ситуацию; к ним могут относиться такие, как, например, характер почвы (тяжелая, средняя, легкая), погодные условия и т.д. Для расчетов выбираются показатели близкие к усредненным для данного региона;

R_{ik} -- режим работы технологического оборудования, определяемые его техническими возможностями (функциональная модель).

В докладе приведены модели основных объектов исследования, алгоритмы, позволяющие определить необходимое количество оборудования в зависимости от размеров каждого хозяйства, целесообразные режимы выполнения различных операций в зависимости от ряда изменяемых показателей реальных ситуаций, возникающих при их выполнении, технические требования к оборудованию; оптимальные варианты использования и рабочие режимы; а также оценка его экономической эффективности.

Механико-математические основы моделирования динамики сложных детерминированных систем

К настоящему времени широко известна идеализация перемещения объектов сельскохозяйственного производства по рабочим поверхностям в виде материальной точки /частицы/, обладающей конечномерной массой, совершающей переносное движение. Такое допущение при рассмотрении перемещения целого класса твердых тел, обладающих специфической формой и определенными моментами инерции при наличии неголономных связей, практически не целесообразно, поскольку не учитывается относительный процесс их перемещения и распределения масс относительно осей вращения. Однако, такая идеализация, на основе понятия материальной точки /частицы/ с "достаточно" малыми геометрическими параметрами, широко используется для оценки конструкций рабочих органов машин, определения кинематических элементов и характера движения точки, являющимся лишь одним из многочисленных частных случаев движения твердого тела вращения.

В представленной работе поданы методики составления систем нелинейных дифференциальных уравнений с переменными коэффициентами, предусматривающие использование углов и кинематических уравнений Дйлера, подвижной системы отсчета, квазиординат, принципа Лапелля и функции диссипации Релея, описывающих динамику неголономных систем типа: свободное твердое тело - стационарная и подвижная плоскости, конвейер, цилиндр и др.

Детерминированный процесс перемещения твердого тела по стационарной плоскости описан системой шести, а перемещение свободного тела и нестационарной плоскости системой из семи дифференциальных уравнений, являющимися, как показал анализ, результатом действия инерционных, активных, диссипативных, центробежных, гидроскопических сил, обусловленных неголономной связью и характером распределения масс.

Проведено численное решение полученных систем уравнений для моделирования динамики неголономных систем с использованием пакета вычислительных программ. При этом поверхность твердого тела описали уравнением шара и эллипсоида вращения.

По результатам численного интегрирования открывается исключительная возможность определить оптимальные режимы и параметры стационарной и подвижной плоскостей, подающего конвейера, цилиндрической части устройства попутной подачи машины для посадки корнеплодов с открытой свеклы, моркови и др. корнеплодов.

УДК 691.3.08

к.т.н., проф. Фурунчиев Р.И. (БАТУ), к.т.н.,
доц. Мильнер Ф.Г., вед. спец. Павловский
А.Б., к.т.н., проф. Набека Л.С. (БГПА)

КОЛЛЕКТИВНЫЕ БАЗЫ ЗНАНИЙ И ДАННЫХ В КОМПЬЮТЕРИЗОВАННОЙ СИСТЕМЕ ВТ93а

Компьютеризация учебных заведений требует внесения изменений в организацию учебного процесса, методы и средства обучения, а также в учебные пособия.

Возможности использования компьютерной технологии и компьютерных учебных пособий в учебном процессе расширяют возможности самостоятельной работы обучающихся с учебным материалом, допускают одновременную работу с несколькими учебными пособиями по функционально связанным дисциплинам.

Эти возможности могут также быть широко использованы для решения практических задач, в том числе при выполнении лабораторных работ, курсовом и дипломном проектировании.

При этом в состав компьютеризованных учебных пособий необходимо включить теоретический материал, расчетные формулы для практических применений, а также средства для решения графических задач и оформления графических документов.

На основании вышеизложенного очевидна необходимость формирования единой базы знаний и данных учебного заведения, в которой разные пользователи имеют доступ к необходимым им разделам этих баз. При этом к некоторым разделам обеспечивается коллективный доступ обучающихся всех специальностей, например к базам общеобразовательных дисциплин или комплексам взаимосвязанных учебных предметов, коллективный доступ обучающихся какой-либо одной специальности, индивидуальный доступ определенной категории пользователей (преподавателей, разработчиков системы).

Использование сети ПЭВМ обеспечивает возможность создания интегрированной распределенной базы знаний и данных.

В докладе приведены структура, состав, организация процессов создания и ведения базы, функциональные связи ее с учебными курсами по отдельным дисциплинам учебного плана; организация файловой структуры и доступа к файлам; методика определения потребности в средствах вычислительной техники; структура и состав комплекса технических средств; методическое обеспечение работы с базой.

78.14:681.3

инж. Гандук Н.Е., Подашовская Е.И.,
к.т.н., доц. Степанцов В.П.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ПЛАНИРОВАНИЯ УЧЕБНОЙ НАГРУЗКИ ВУЗА

Расчет годовой учебной нагрузки вуза и ее распределение среди преподавателей является довольно трудоемким процессом, привлекающим для выполнения высококвалифицированных сотрудников. С другой стороны, он сравнительно легко поддается математической формализации и программированию. Отсюда понятно стремление некоторых авторских коллективов автоматизировать процесс реализации задачи на ЭВМ.

Пакет прикладных программ (ПП) по подсчету годовой учебной нагрузки вуза и ее распределению среди кафедр, формированию четного расписания кафедр и распределению учебных часов среди преподавателей кафедры предложен кафедрой ВТ БГУ. Пакет работает под управлением ОС MSDOS на IBM совместимых персональных ПЭ. Он рассчитан на непрограммирующего пользователя, знакомого с технологией расчета учебной нагрузки вуза и имеющего персональные навыки работы с компьютером, обладает развитой системой подсказок, отличается простотой и наглядностью ввода исходной информации и ее последующей коррекции.

Последовательность работы с пакетом требует организации исходных файлов специальностей и специализаций обучаемых, печати кафедр вуза, контингента студентов, учебных планов по каждой специальности и специализации. В результате счета получен ведомости учебной нагрузки по кафедрам, планируемый штат преподавателей по кафедрам и проект приказа по вузу с закреплением учебной нагрузки и штата преподавателей.

Воспользовавшись файлами планируемой учебной нагрузки кафедры и контингента студентов, непосредственно на кафедрах отдельными программами из рассматриваемого пакета возможно распределить учебную нагрузку среди преподавателей кафедры и получить ведомость распределения (форма 16А документации учебного отдела) и загрузки преподавателей по дисциплинам, специальностям, курсам (форма 17 той же документации).

Исходные файлы легко редактируются, в результате чего без особых трудозатрат можно произвести расчет учебной нагрузки на последующие годы и проанализировать требуемые штаты кафедр.

Среднее машинное время IBM 286/287 (16 МГц), затрачиваемое на расчет учебной нагрузки одной кафедры, не превышает 1 мин. Основные трудозатраты работы с пакетом определяются только рабочим процессом формирования исходных файлов.

МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ И СОСТАВ ЛАБОРАТОРНЫХ
РАБОТ ПО КУРСУ "МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В САПР"

Требования современного производства предполагают наличие выпускников ВУЗов твердых навыков в моделировании технических процессов с использованием новейших компьютерных технологий. При проектировании сельскохозяйственных машин особое внимание должно уделяться расчету на прочность, виброн нагруженность, общим вопросам проверки работоспособности отдельных узлов и деталей по разным критериям. В соответствии с указанным подходом структура лабораторных работ по курсу математического моделирования в САПР может быть следующей:

1. Моделирование колебаний механических систем - построение математической модели колебательной системы в виде системы ОДУ 2-го порядка, программную реализацию и тестирование численных методов типа Рунге-Кутты для решения задачи Коши, интерпретацию полученных результатов. Необходимость решения задач такого типа часто встречается в инженерной практике, поэтому в курсовой работе рассматривается вопрос построения оптимальной системы виброзащиты водителя сельскохозяйственного транспортного средства в упрощенной постановке.

2. Исследование стержневых систем на основе конечноэлементной аппроксимации - исследование напряженно-деформированного состояния упругих систем. Его характерные свойства демонстрируются на примере стержневых систем, так как широкий класс сельскохозяйственных агрегатов представляет собой именно эти системы.

3. Общие вопросы моделирования. Среди них исследование работоспособности технических систем методом наихудшего случая и методами статистических испытаний.

По всем названным лабораторным работам созданы методические указания, в том числе и на магнитных носителях, по всем программным компонентам имеется тщательно оттестированное обеспечение.

ИЖ 51: 5.37

к.т.н., доц. В.П.Степанцов, Г.М.Фучинская, БНТУ

Курс "Математические модели и методы в расчетах на ЭВМ"
в системе непрерывного компьютерного образования

Одной из базовых дисциплин непрерывного компьютерного образования в системе подготовки инженеров является курс "Математические модели и методы в расчетах на ЭВМ", который представляет дальнейшее развитие и приращение курсов "Высшая математика" и "Вычислительная техника и программирование" и обеспечивает тесную связь обучения математическими методами решения задач на ЭВМ с инженерной и профессиональной подготовкой специалиста. Эта дисциплина призвана обучить методам формирования статических и динамических моделей сельскохозяйственных процессов и машин, методам численной реализации их на ЭВМ преимущественно с помощью пакетов прикладных программ и специализированных программных комплексов. В программе дисциплины значительное место занимает вопросы оптимизации методами линейного программирования, решению транспортных задач, сетевому планированию, теории массового обслуживания и другим актуальным вопросам производства. Особое внимание уделяется профессиональной ориентации студентов. Предполагается, что модели и методы, основы которых заложены в курсе "Математические модели и методы в расчетах на ЭВМ", при реализации концепции непрерывного компьютерного обучения, будут востребованы, дополнены и развиты при изучении курсов специального и экономического профиля.

В докладе обсуждаются состояние на кафедре ВТ материальной, методической и программной базы, пути их совершенствования при модернизации курса, соотношение объемов задач, решаемых путем непосредственного программирования и с применением готовых пакетов прикладных программ и программных комплексов. Затрагиваются вопросы более углубленного рассмотрения ряда разделов в курсе "Высшая математика", которые широко используются при решении инженерно-экономических задач с применением ЭВМ. В частности, разделов по теории матриц, дифференциальным уравнениям, теории вероятности и др.

В дискуссионном плане предлагается рассмотреть новые подходы к формированию математических моделей и их анализ с применением вживленных схем, позволяющих с единых позиций по единым методам, алгоритмам и программам моделировать задачи механики, электротехники, теплотехники и т.д., а также возможности включения в учебную программу курсов изучения широко распространенного метода конечных элементов и его применения для решения различных инженерных задач.

УДК. 658.512.011.56.514

д.т.н., проф. Лептеев А.А., инж. Авлукова Ю.Ф. (БАТУ)
 к.т.н., проф. Шабена Л.С., к.т.н., доц. Мильнер Ф.Г.
 вед. спец. Павловский Л.Б. (БГПА)

КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ ВТУЗа

Современные представления о техническом образовании предполагают получение обучающимися знаний и навыков практической работы со средствами компьютерной графики и системами автоматизированного проектирования.

Обучение компьютерной графике целесообразно начинать с 1 курса с небольшим смещением во времени от соответствующих разделов инженерной графики.

При этом в состав компьютерного курса можно ввести методические материалы по начертательной геометрии с элементами программированного обучения и самоконтроля.

В процессе обучения основам машиностроительного черчения целесообразно дублирование заданий по выполнению чертежей традиционными методами, заданиями по вычерчиванию этих же чертежей средствами базового графического пакета с последующим выводом их на принтер или плоттер.

При выполнении курсовых и дипломной работ, эффективным может оказаться формирование чертежей деталей и сборочных единиц средствами САПР, разработанной на основе этого же графического пакета.

При достаточном ресурсе компьютерных средств обучения целесообразно выполнять отдельные разделы курсовых и дипломных работ с использованием средств компьютерной графики. Для этого необходимо создание и постоянное развитие графической и предметных баз данных и знаний. Эту работу могут выполнить специально подготовленные специалисты-предметники, владеющие компьютерной графикой.

С учетом фактора непрерывности компьютерного образования (школа, ВУЗ, повышение квалификации), необходимо проведение работ по созданию специализированных курсов и учебных пособий для различных категорий обучающихся. Выполнение этих работ требует специально подготовленных специалистов, владеющих знаниями в предметной области, в области компьютерной графики и программировании.

В докладе приведены концептуальные основы создания системы графического образования во ВТУЗе, роль и место общетехнических и специальных кафедр в создании системы, состав и структура графической базы данных и связи ее с базами данных и знаний специальных дисциплин; схема взаимодействия кафедр на всех этапах обучения.

ПРИМЕНЕНИЕ МОДЕЛИРОВАНИЯ НА ПЕРСОНАЛЬНЫХ ЭВМ ПРИ ИЗУЧЕНИИ
ВОПРОСОВ ТЕОРИИ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ

Освоение студентами теории автоматического управления связано с определенными трудностями. Одной из главных причин этого является то, что физические процессы в системах автоматического управления (САУ) протекают во времени и сложным образом зависят от параметров систем. Изучение неустановившихся процессов в САУ аналитическими и графическими методами чрезвычайно трудоемкая, а иногда и практически невыполнимая задача. До недавнего времени с этой целью, как при проведении исследований так и в учебном процессе, использовали моделирование на аналоговых вычислительных машинах. Однако аналоговые машины обладают рядом существенных недостатков, к которым следует отнести низкую надежность и точность, ограниченность возможности моделирования сложных систем и воздействий. Поэтому, с появлением цифровых ЭВМ, их стали успешно использовать при проведении исследований для моделирования систем при любых воздействиях с применением методов численного интегрирования.

Компактность, надежность и достаточное быстродействие персональных ЭВМ позволяет широко внедрить методы цифрового моделирования в учебный процесс. Для наглядного представления поведения систем целесообразно использовать машинную графику.

Нами разработан и опробован цикл лабораторных работ. При выполнении лабораторных работ студенты изучают поведение систем при заданных законах управления и различных их параметрах, выбирают закон управления и оптимизируют его параметры при заданных показателях качества системы. Одновременно студенты приобретают опыт использования персональных ЭВМ при синтезе САУ, убеждаются в большой возможности и эффективности этого современного метода. Понимание студентами предмета существенно улучшилось.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОЙ ПРОГРАММНОЙ ОБОЛОЧКИ
ДЛЯ РАЗРАБОТКИ КОНТРОЛИРУЮЩЕ-ОБУЧАЮЩИХ КУРСОВ

Для самостоятельного создания электронных контролирующе-обучающих курсов (ЭКОК) преподавателем-предметником нужна удобная оболочка с интерфейсом, понятным непрограммирующему пользователю.

Такие оболочки должны обеспечивать: развитую систему меню, подсказок, возможность реализации многообразия методических приемов контроля знаний и обучения, разнообразие вопросов, текущий контроль и итоговый протокол, подключение различных исполняемых модулей и возврат в точку выхода на ЭКОК, корректировка и обновление ранее созданных в той же оболочке ЭКОК и др.

На кафедре ЕТ БАТУ разработан пакет прикладных программ, реализующих большинство из приведенных требований. В пакете разделены функции преподавателя при подготовке ЭКОК и студента при обучении.

Программа WRITER предлагает пользователю в диалоге вводить материал по темам или разделам предмета и контрольные вопросы для оценки знаний. К вопросу задаются один или несколько эталонов верных ответов и оценка сложности вопроса. Вопрос можно дополнить текстом разъяснения, которое будет предъявлено при несовпадении ответа обучаемого с эталоном. Чтобы избежать повторения одних и тех же вопросов при одновременной работе обучаемых за соседними ПЭВМ или при повторной работе с курсом, предусмотрена организация до 10 вариантов однотипных вопросов, выбор которых в режиме контроля знаний осуществляется случайным образом. Особое внимание уделено удобству обеспечения авторского контроля. Рабочие материалы можно редактировать, дополнять, удалять, распечатывать. Специально реализована запись индексов.

Программа READER обеспечивает работу обучаемого с подготовленным учебным курсом. По окончании работы выводятся данные об обучаемом, время работы с курсом, количество пройденных вопросов, правильных и неправильных ответов на них, набранная и максимально возможная сумма баллов. По вопросу можно получить протокол ошибок. Кроме этого, статистические данные записываются в специальный файл, что позволяет анализировать работу ЭКОК.

Пакет внедрен на пяти кафедрах БАТУ и еще в трех учебных заведениях. Опыт работы показал простоту освоения и эффективность использования пакета. Модульная конструкция программ пакета позволяет его модификацию с учетом конкретных пожеланий пользователей.

МЕТОДИКА РАЗРАБОТКИ КОНТРОЛЬНО-ОБУЧАЮЩИХ ПРОГРАММ (КОП) С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭВМ

Составление КОП несколько отличается от разработки тестов. Если ответы на тесты предусматриваются в устной или письменной форме, имел в виду только контроль знаний, то КОП предусматривает работу с ЭВМ, где эти формы ответов не предусмотрены. В первом случае тесты могут быть открытые, когда пользователь сам конструирует ответ посредством высказывания соответственного мнения по предлагаемому вопросу, и закрытые, когда пользователь должен выбрать правильный ответ из предлагаемого множества вариантов.

КОП имеет много общего с тестами закрытого типа. Как те, так и другие могут быть в виде альтернативного задания, задания на опознания, задания с множественным выбором правильного ответа, задания на критический анализ, на нахождения ошибок, на опознание, на использование схем и формул и т.д.

Чтобы в полной мере охватить весь материал изучаемого курса в заданиях используется как текстовой, так и математический и графический материал. Отсюда вытекают требования к программному обеспечению ЭВМ. Необходимо, чтобы на экране дисплея возможно было выводить различные математические зависимости, чертить схемы и графики в привычном для пользователя виде. Если такой программы нет, необходимо иметь сканер, который позволяет ввести в ЭВМ формулу, график или схему с листа бумаги.

При составлении задания КОП необходимо предусматривать ограничения, связанные с размерами экрана дисплея. В связи с этим количество строк в задании должно быть не больше 23, а количество символов в строке не больше 60.

Чтобы задание КОП оказалось эффективным при его составлении необходимо обратить внимание на следующее:

- соблюдается ли связь между предлагаемым заданием и материалом, излагаемым в лекционном курсе или лабораторно-практических занятиях;
- удачно ли решаются проблемные вопросы изучаемого предмета в предлагаемом задании;
- обоснованность задания, т.е. оценка соотношений между простым подсчетом баллов за предлагаемое задание и за "идеальное задание", принятое за эталон.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ И КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ ПО КУРСУ НАЧЕРТАТЕЛЬНОЙ ГЕОМЕТРИИ

Вычислительная техника используется в курсе начертательной геометрии не только для лучшего понимания взаимосвязи этих двух дисциплин, но и более глубокого усвоения знаний. Она вызывает интерес у студента, позволяя сформировать связь между геометрическими и численными представлениями. При этом, то обстоятельство, что используемый аналитический аппарат, как и техника программирования, в начале первого курса студентам еще мало знакома, не мешает успешной работе, поскольку геометрические представления являются первичными, а все остальное воспринимается как рабочий инструмент пользователя.

Разработана программа по теме "Точка" для развития пространственного мышления с автоматизированным контролем знаний, в двух разделах.

Раздел первый. По представленному пространственному изображению точки определить: 1) положение точки (то есть четверть пространства или плоскость, в которой она находится); 2) значение координаты до предложенной плоскости проекций.

Раздел второй. По предложенному эпюру точки определить: 1) положение точки (то есть четверть пространства или плоскость, в которой она находится); 2) значение координаты до предложенной плоскости проекций.

После ввода фамилии и номера группы студент выбирает один из двух режимов: обучения или сдачи зачета. В обоих случаях предлагаются задачи со случайным расположением точек на эпюрах. В режиме обучения при ошибочном ответе на мониторе выводится разъяснение и дается правильный ответ. Продолжительность работы в этом режиме определяет сам студент. В режиме же сдачи зачета студенту сообщается, что для выполнения работы по каждому из двух разделов тем будет предложено по 8 вопросов, но за каждую ошибку добавляется еще 6 вопросов. Эти численные значения выбраны экспериментально и могут быть легко изменены преподавателем.

Если студент успешно ответил на предложенные вопросы, то появляется сообщение о сдаче зачета по соответствующему разделу. Иначе - рекомендация поработать в режиме обучения. Возврат к началу обучения может выполнить и студент в любой момент работы.

Благодаря случайному выбору параметров при одновременной работе группы у каждого студента будут различные задания.

УДК : 378.147:681.3

к.т.н., доцент Ветрова В.Г.,
к.ф.-м.н., доцент Неманова И.Т.
БГУ

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОНТРОЛИРУЮЩИХ ПРОГРАММ ПЭВМ В ФИЗИЧЕСКОМ ПРАКТИКУМЕ.

Одним из видов текущего контроля знаний студентов является проверка их готовности к выполнению работ физического практикума. Нами разработаны на русском и белорусском языках контролирующие программы для допуска студентов к выполнению всех лабораторных работ по первой и второй частям курса общей физики.

Контролирующая программа к каждой лабораторной работе содержит 5-8 вариантов с четырьмя вопросами каждый, причем, как правило, первые два вопроса относятся к основным теоретическим понятиям и законам по теме работы, а последние два — непосредственно к выполняемой лабораторной работе. Вопросы составлены таким образом, что ответы на них студенты дают одним из следующих способов:

- 1) выбором и вводом номеров правильных ответов;
- 2) самостоятельным вводом несложных формул;
- 3) составлением более сложных формул путем ввода номеров левой и правой частей равенства;
- 4) вводом численного значения, полученного в результате устного решения задачи с использованием основных несложных формул и определений.

На первых занятиях применение ПЭВМ у многих студентов вызывает затруднения, но уже к третьему занятию приблизительно 70% студентов получают допуск к выполнению работы с первого раза.

Опыт использования ПЭВМ показал, что отдельные студенты подолгу сидят перед экраном, ожидая подсказки, поэтому возникла необходимость ограничения по времени ответа на каждый вопрос. Некоторые студенты, используя автозапуск программы, прогоняют ее с начала до конца до тех пор, пока не выпадет известный им вариант, поэтому от автозапуска пришлось отказаться и ограничить число попыток получения допуска в течение одного занятия. Пришлось также несколько ослабить требования, допуская к выполнению работ студентов, ответивших правильно на три вопроса из четырех.

УДК:378.147:681.3

к.т.н., доцент Ветрова В.Т.
БАТУРОЛЬ ЛЕКТРА ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ МНОГОУРОВНЕВОГО
ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ СТУДЕНТОВ

Регулярный контроль знаний студентов является эффективным средством повышения успеваемости, поскольку приучает студентов к целенаправленной систематической работе над изучаемым материалом. На кафедре физики БАТУ разработана методика многоуровневого контроля знаний студентов, осуществляемая по прилагаемой схеме.

Беглый контроль знаний (1-ый уровень) осуществляется в начале каждого практического занятия (устным опросом, мини-контрольной или физическим диктантом) и при допуске к выполнению лабораторных работ (с помощью контролирующих программ на ПЭВМ). Контроль результата занятия (2-ой уровень) осуществляется выборочным беглым опросом в конце лекции, собеседованием с каждым студентом при отчете за выполненную лабораторную работу, а на практических занятиях – решением индивидуального варианта контрольной задачи. 3-ий уровень – фронтальный контроль знаний теоретического материала после завершения всех видов занятий по изучаемой теме – пока частично, а в дальнейшем планируется полностью возложить на ПЭВМ. После завершения изучения тем, входящих в блок (2–3 темы), проводится рубежный контроль по блоку (4-ый уровень), включающий контрольную работу по темам блока и сдачу лектору теоретического материала. Экзамен является пятым и наиболее высоким уровнем контроля знаний студентов.

Организация такого многоуровневого непрерывного контроля знаний студентов оказалась возможной благодаря частичному возложению функций контроля на ПЭВМ, что осуществляется на 1-м и 3-м уровнях. Чередование контроля знаний студентов с помощью ПЭВМ с собеседованиями с преподавателем позволяет стимулировать как заучивание основных физических законов, так и развитие логического мышления. Разработанные план-проспекты всех видов занятий позволяют студентам знать заранее, какие виды контроля и по каким вопросам будут осуществляться, и целенаправленно готовиться в каждом виде занятий.

УРОВНИ КОНТРОЛЯ

5. Контроль усвоения за семестр материала
4. Рубежный контроль по блоку
3. Ориентальный контроль по теме
2. Контроль результатов занятия
1. Контроль готовности к занятию
0. Вспог. контроль успеваемости на начало семестра

УРОВНИ КОНТРОЛЯ УСВОЕНИЯ СТУДЕНТАМИ
УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА ЗА СЕМЕСТР

Э К З А М Е Н

Сдача лектору материала блока-1

Контрольная работа по теме блока-1

Ориентальный контроль по ПЗВМ
теоретического материала
по теме-1Отчет за выполнение
лабораторной работыКонтрольная
задачаКонтроль по ПЗВМ
готовности к выполнению
лабораторной работыУстный опрос,
микроконтрольная или
физический викторина

ТЕОРИЯ

ЛАБОРАТОРИЙ
ПРАКТИКУМПРАКТИЧЕСКИЕ
ЗАДАНИЯ

ТЕМА-1

БЛОК-1

По аналогии с темой-1

По аналогии с темой-1

По аналогии с блоком-1

По аналогии с блоком-1

БЛОК-2 БЛОК-3

УДК 378.146

Подушкина С.И., ст. преподаватель
Соснина Т.В., к.х.н., доцент БГУРАЗРАБОТКА И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО
ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ СТУДЕНТОВ ПО ХИМИИ

Использование блочного метода обучения дает хорошие результаты работы со студентами младших курсов, т.к. позволяет приучить их к систематической самостоятельной работе. Совершенствование этого способа обучения связано с использованием надежных методов контроля.

Кафедра планирует создать систему тестового контроля знаний, т.е. разработать варианты тестовых программ:

- 1) по определению исходного уровня знаний;
- 2) по контролю знаний по трем тематическим блокам (промежуточный контроль);
- 3) по определению итогового уровня знаний по курсу общей химии.

Очень важно определить исходный уровень знаний студентов, чтобы в дальнейшем скорректировать вопросы рабочей программы и узнать "прирост" знаний после изучения курса.

Нами были изучены методические подходы и пути определения исходного уровня знаний по химии студентов I курса при помощи тестовых заданий, которые составлялись в соответствии со школьной программой. Тестовое задание содержало несколько ответов, один из которых был правильный. Каждый правильный ответ оценивался I баллом, а неправильный - 0. После математической обработки результатов тестирования делался расчет теста на надежность, т.е. определялась оценка качества теста. Далее был создан вариант тестовой программы по готовой оболочке, подготовленной сотрудниками кафедры вычислительной техники БГУ.

Предлагаемая система контроля знаний по курсу "Общая химия" с использованием ЭВМ значительно повысит качество обучения, позволит объективно оценить знания студентов, что в свою очередь будет стимулировать их учебно-познавательную активность.

ИЗУЧЕНИЕ ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ МЕТОДОМ МОДЕЛИРОВАНИЯ НА ПЭВМ

На кафедре физики разработана серия из семи лабораторных ра-

бот "Изучение электростатических полей методом моделирования на ПЭВМ" с пятью вариантами программы для каждой работы.

Каждый вариант работы содержит четыре задания:

1) рассчитать на ПЭВМ максимальные значения напряженности и потенциала электростатического поля, создаваемого заданной системой равномерно заряженных тел;

2) получить на ПЭВМ карту эквипотенциальных поверхностей электростатического поля и на отпечатанной с помощью принтера карте самостоятельно построить линии напряженности;

3) получить на ПЭВМ и напечатать график зависимости напряженности поля в точках на прямой, соединяющей центры двух заряженных тел, от расстояния от центра первого тела;

4) исследовать влияние заданных преподавателем параметров (величин и знаков зарядов каждого из тел, размеров и формы самих тел, расстояния между ними и т.д.) на картину эквипотенциальных поверхностей и ход кривой зависимости напряженности электростатического поля от расстояния от центра первого тела.

Для выполнения студентами второго задания можно было предусмотреть построение на ПЭВМ не только следов эквипотенциальных поверхностей, но и линий напряженности, однако, для того, чтобы студенты хорошо усвоили связь между линиями напряженности и эквипотенциальными поверхностями электростатического поля, было принято решение предложить им строить линии напряженности самостоятельно, тем более, что процесс построения этих линий по полученной на ПЭВМ карте следов эквипотенциальных поверхностей не является трудоемким.

Карта, получаемая при выполнении второго задания и график, получаемый при выполнении третьего задания, имеют один масштаб и размеры подобраны таким образом, чтобы при выводе на печать каждый рисунок занимал одну страницу ученической тетради, т.е. чтобы студенты могли получать распечатки карты и графика сразу на нескольких листах за лабораторную работу.

УДК 378.14:081.3

И. Г. И., доцента Корко В. А.
Кочетова Г. А., доцента Е. Н.

ПРИМЕНЕНИЕ ПЕРСОНАЛЬНЫХ ЭВМ

В РАБОТЕ ЛЕКТОРОВ НА КАФЕДРЕ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ

В процессе познания общетехнических дисциплин "Теоретические основы электротехники", "Электротехника" и др. существует процесс рационального сочетания традиционных методов, связанных с необходимостью изучения основных законов, физических явлений, методов расчетов и таких перспективных направлений как применение ЭВМ.

В результате многолетнего опыта определились следующие основные области совершенствования учебного процесса с помощью ЭВМ: использование контролирующе-обучающих программ при изучении основных разделов дисциплин; выполнение сложных расчетов (решение систем уравнений, действия с комплексными числами и т.п.), построение характеристик, графиков функций и др. при выполнении контрольных расчетно-графических заданий; контроль, закрепление знаний, выполнение расчетов и построение графиков и векторных диаграмм на лабораторных и практических занятиях; формирование многовариантных заданий; контроль правильности выполнения контрольных и расчетно-графических работ; оптимизация решений и инженерные расчеты в дипломном проектировании.

На практических и лабораторных занятиях кафедра использует собственные разработки и пакет прикладных программ, разработанных БГУА. При этом студенты вначале выясняют физический смысл процесса в электрических цепях, алгоритм решения задачи, записывают необходимые уравнения и затем работают с компьютером, выполняя расчет, построение графиков, диаграмм и т.п.

На кафедре разработан пакет прикладных программ, позволяющий с помощью ЭВМ осуществлять выдачу заданий, выполнение расчетов, контроль.

Созданная на кафедре контролирующе-обучающая программа выполнена на основе специальной программы "Контроль", которая разработана на кафедре Вычислительной техники БГУ.

Применение контролирующе-обучающей программы позволяет исключить субъективизм преподавателя, освободив его от рутинной однообразной работы обычного контроля, а также вызывает интерес у студента к работе с компьютером.

В дипломных проектах студенты используют пакеты прикладных программ и разработки кафедры БГУ.

ДК: 378.147:681.3

к.ф.-м.н., доцент Дугаков Н.Ф.,
к.т.н., доцент Ветрова В.Т.
БАТУ

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ПРИМЕНЕНИЯ ПЭВМ НА КАФЕДРЕ ФИЗИКИ БАТУ

На кафедре физики разработано и внедрено 25 контролирующих программ по 5-8 вариантов каждая для ПЭВМ "Agat", с помощью которых осуществляется текущий контроль знаний студентов при допуске к выполнению лабораторных работ. Этот процесс на первом курсе полностью осуществляется с помощью ПЭВМ. Разработана программа для осуществления фронтального контроля по теме "Электростатическое поле в вакууме" и разрабатываются аналогичные программы по другим темам.

Внедрены расчетные программы для осуществления наиболее трудных расчетов при выполнении лабораторных работ и работ с элементами ЛИРС. Предусмотрено знакомство студентов с библиотекой стандартных программ и использование программ типа "МАТН-1", "МАТН-5", СТАТ-3", СТАТ-23", СТАТ-24". Внедрено 12 расчетных программ для выполнения учебно-производственных заданий на практических занятиях по волновой оптике с представлением результатов в виде таблиц и графиков.

Бесыма перспективным представляется использование программ, моделирующих физические процессы, как для постановки новых лабораторных работ, так и для лекционных демонстраций. Разработана серия программ, позволяющих осуществлять изучение электростатических полей различных конфигураций, и программа с использованием утилитизации для лекционных демонстраций, позволяющая наблюдать динамику различных видов поляризации диэлектриков, однако внедрение в учебный процесс этих программ сдерживается отсутствием соответствующих ПЭВМ.

Информационные программы на кафедре разрабатываются по двум направлениям: во-первых, позволяющие заносить в память ПЭВМ результаты выполнения лабораторных работ, контрольных заданий, сдачи блоков и т.д. и осуществлять непрерывный контроль за ходом учебного процесса, и, во-вторых, позволяющие проводить анкетирование на ПЭВМ и быстро получать статистические данные по интересующим нас вопросам.

УДк: 378.147:681.3

к.т.н., доцент Ветрова В.Т.
ст. преп. Веселко И.И.
ст. преп. Поклонская Т.И.
ст. преп. Шаранов С.В.

БАТУ

ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ПЭВМ В ПРОЦЕССЕ ПРЕПОДАВАНИЯ ФИЗИКИ НА ПОДГОТОВИТЕЛЬНОМ ОТДЕЛЕНИИ БАТУ

Преподавателями кафедры физики БАТУ для слушателей подготовительного отделения разработаны контролирующие и расчетно-контролирующая программы.

Расчетно-контролирующая программа по теме "Определение дефекта массы и энергии связи атомных ядер" позволяет быстро получить значения этих величин для любого химического элемента, достаточно указать его порядковый номер в таблице Менделеева. Расчет этих физических величин вручную является довольно трудоемким. Данная программа дает возможность получить на экране график зависимости энергии связи, приходящийся на 1 нуклон в ядре от массового числа. Базируясь на знаниях, приобретенных на лекционных и практических занятиях, учащиеся должны уметь устно проанализировать этот график. Эта программа способствует углублению знания раздела физики "Строение атома и атомного ядра", что по нашему мнению, является актуальным в связи с аварией на ЧАЭС.

Нами разработана контролирующая программа для входного и выходного контроля знаний слушателей по всему курсу физики. Эта программа содержит 5 вариантов по 14 заданий. На каждое задание предусмотрено 4 возможных ответа, 1 из которых верный. По количеству правильно набранных ответов можно судить о степени подготовки слушателя.

Для более индивидуального подхода к слушателям нами разрабатываются программы блочного контроля знаний, содержание 10 вариантов заданий для первой части физики - механики, состоящей из трех разделов: кинематики, динамики, статики.

В дальнейшем планируется создание таких программ по молекулярной физике и электродинамике.

К сожалению, внедрение в учебный процесс разработанных нами программно-педагогических средств обучения сдерживается отсутствием ПЭВМ на подготовительном отделении, использование ПЭВМ кафедры физики весьма ограничено.

621.313+681.3

Д.С.Гензисович,
 ЧЛ.-КОР. ААН Р.С.Р.С.Р.Д.Т.Н.
 В.А.КОЗЛОВСКИЙ,
 АСЕНТ. К.Т.Н.

КОМПЬЮТЕРИЗАЦИЯ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНАМ КАФЕДРЫ "ЭНЕРГЕТИКА"

Основной задачей по осуществлению новых подходов и направлений в организации учебного процесса кафедра считает его компьютеризацию. Использование компьютерной техники при проведении исследовательской работы студентами, выполнении ими лабораторных работ, курсовых и дипломных работ. При этом прогрессивный путь развития компьютерно-информационной технологии обучения состоит в персонализации вычислений с последующим объединением ПЭВМ в единую локальную вычислительную сеть как на кафедре, так и между другими подразделениями и службами БАТУ.

Под компьютеризацией учебного процесса кафедра понимает не просто использование ПЭВМ, а перестройку профессионального и заложенного в нем социального мышления современного специалиста, который обязан новому подходить к решению решаемых задач, методов и средств достижения поставленных целей.

Возможности использования ПЭВМ в качестве средства обучения (конкретизация знаний, получения новой информации по изучаемому предмету, управление лабораторными установками и оптимизация принимаемых технических решений) велики. ПЭВМ должна стать важным вспомогательным средством для обучения теплотехническим дисциплинам на кафедре и УНИИ, что в первую очередь зависит от качества аппаратуры и системных программных средств, наличия подходящих пакетов обучающих программ и уровня подготовки преподавателей.

Поэтому на кафедре создаются контрольно-обучающие и прикладные программы по читаемым дисциплинам, отвечающие требованиям учебного процесса, а также проходит обучение преподавателей и вспомогательного персонала по вопросам оптимального использования ПЭВМ, включая локальные сети и контролируемых и управляемых машин, совершенствуется лабораторная база и осуществляется новый подход к использованию вычислительной техники при дипломном проектировании.

Соблюдая принцип модульности и универсальности, на кафедре создана группа баз данных, состоящая из набора необходимых подпрограмм. Поиск универсальности помог предвидеть дальнейшие пути модификации и вариантов в создании библиотеки программ, что резко повысило эффективность разработки технических решений, а следовательно сократило время на решение прикладных задач, освободило студентов-дипломников от рутинной работы по выбору оптимальных теплотехнических решений при проектировании систем теплоснабжения современных сельскохозяйственных комплексов.

Все работы в этом направлении, особенно в создании контрольно-обучающих программ и организации локальных вычислительных сетей, проводятся совместно с отделом АСУ БАТУ.

ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПЕРСОНАЛЬНЫХ КОМПЬЮТЕ-
РОВ ПРИ ИЗУЧЕНИИ КУРСА АГРОХИМИИ

В современных условиях резко возрастает объем работы в учебном процессе высшей школы и в то же время происходит сокращение аудиторных занятий по базовым специальным дисциплинам. Так, например, в 1972 - 1973 учебные годы на изучение курса агрохимии в Гродненском СХИ отводилось 150 часов, в том числе 50 лекционных и 100 часов лабораторно-практических занятий; по курсу почвоведения - 140 часа, в т.ч. 60 лекционных и 80 часов лабораторно-практических занятий. По проекту нового учебного года на изучение курса агрохимии планируется 103 часа, в т.ч. 47 лекционных и 56 часов лабораторно-практических занятий; по курсу почвоведения - 102 часа, в т.ч. 50 лекционных и 50 часов лабораторно-практических занятий. В связи с вышесказанным возникает острая необходимость поиска и разработки новых форм обучения, в частности, компьютеризации учебного процесса.

Кафедра агрохимии и почвоведения провела некоторую работу в данном направлении. Составлены программы для персональных ЭВМ (Июкра - 1030.11, ЕС - 1341, ЕС - 1851) по расчету норм удобрений, созданию банка данных агрохимических свойств почв отдельных хозяйств и района в целом, программы по определению эффективности применения удобрений. Также разработаны программы по контролю уровня знаний по темам "Питание растений" и "Свойства почв в связи с питанием растений и применением удобрений". Программа "Питание растений" включает основные вопросы темы: химический состав растений, признаки дефицита и избытка элементов питания, количественные и качественные характеристики режима питания и их использование при построении системы удобрений, внутренние и внешние факторы регулирующие продуктивность растений, теории поступления элементов в растения, взаимосвязь между питанием растений и практическими вопросами системы удобрений. В целом программа данной темы включает 12 ва -

программ по 5 вопросам в каждом.

Программа "Свойства почв в связи с питанием растений и применением удобрений" включает 40 вариантов по 5 вопросам. Основными из которых являются состав почвы, общие физические и агро-механические свойства почв, поглощательная способность почв, реакция и буферность почв, агрохимические показатели почвы и их оптимальные параметры. Использование этих программ в учебном процессе повысило высокую заинтересованность студентов и сократило времени на контроль за текущей успеваемостью. В текущем учебном году будут составлены программы по всем остальным разделам курсовой работы по агрохимии, связанные с расчетами потребности в удобрениях для хозяйства и севооборота, определений баланса элементов питания. Это позволит сократить время для выполнения курсовой работы. Сочетание использования обучающих программ и программ по контролю за уровнем знаний и семинарских занятий позволит сокращению времени теоретических знаний и методики поиска информации. Однако настоятельно требует создания программ по всем темам курса и эта работа несомненно будет проводиться на кафедре. Однако об активизации усилий всех заинтересованных в этом вопросе учебных заведений республики Беларусь позволило бы провести данную работу в более сжатые сроки и на более высоком методическом уровне.

УДК 681.322:631.5

к.с.-х.н., доцент Беремейчик Л.А.,
БАТУ

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПЭВМ НА КАФЕДРЕ ОСНОВ АГРОНОМИИ

Одним из наиболее перспективных путей интенсификации учебного процесса является внедрение ПЭВМ. На кафедре основ агрономии разработана программа проведения занятия по расчету доз минеральных удобрений на планируемый урожайность с помощью ЭРМ. Программа написана на языке ГАС-6.0. вычисл. доз удобрений на планируемый урожайность производится балансовым методом. Общая потребность растений в элементах питания определяется по их выносу планируемым урожаем. Затем рассчитывается поступление питательных веществ из запасов почвы с учетом коэффициентов их усвоения растениями. Далее определяется какое количество элементов питания поступит в растение из органических удобрений с учетом сроков их внесения (непосредственно или через промежуток времени). Затем от показателей об-

чения запланированной урожайности, вычитается то количество элементов питания, которое поступит в растение из почвы и органических удобрений. Недостающее количество питательных веществ будет внесено с минеральными удобрениями. Доза минеральных удобрений рассчитывается с учетом коэффициентов усвоения элементов питания и действующего вещества удобрения.

Программа составлена так, чтобы студенты могли понять все механизмы поступления питательных веществ в растения. Построена программа в форме диалога, т.е. на запросы, выдаваемые программой, студент должен выбрать ответ из предложенных справочных данных или ввести произвольные данные для ведения расчета. Программа насыщена множеством комментариев, предопределяющих дальнейшее действие, что делает возможным работу с ней даже не квалифицированного человека.

на перспективу кроме этой работы на кафедре планируется помощь ПЭВМ рассчитывать индекс окультуренности почв, программирование урожаев, применение контролирующие-обучающих программ, использование АРМ заведующего кафедрой.

УДК 378.147:681.3

А.Д.Лашук
БАТУ

ВОЗМОЖНОСТИ КОМПЬЮТЕРА ПРИ ИЗУЧЕНИИ КУРСА "ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ПЕДАГОГИКА"

В настоящее время, когда объем знаний растет, а учебное время остается неизменным, весьма актуальным является вопрос интенсификации учебного процесса и улучшения условий работы преподавателя и студентов. По курсу "Производственная педагогика" предусмотрен ряд практических занятий, направленных на выявление деловых и личностных качеств слушателей, анализ конфликтных ситуаций и поведения в них участников конфликта. Выполнение указанных работ сопряжено с использованием простого и не совсем точного оборудования, значительными затратами времени на проведение и обработку результатов тестирования, невозможностью индивидуализировать работу студентов, что в конечном итоге отражается на качестве занятий. Предварительные исследования показали, что использование компьютера при проведении и обработке результатов тестирования позволяет повысить эффективность занятий и устранить перечисленные выше недостатки.

УДК 636:378.968:681.3

доцент В. М. Борисов, ГСХИ
к. с. н. Л. А. Танана, ГСХИ
М. С. Курило, ГСХИ

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ В УСЛОВИЯХ КОМПЬЮТЕРИЗАЦИИ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

Интенсификация учебного процесса и повышение качества подготовки специалистов могут быть осуществлены на основе современных информационных технологий и средств вычислительной техники. С целью контроля самостоятельной работы студентов была создана компьютерная контролирующе-обучающая система по разведению сельскохозяйственных животных. Количество вопросов, по которым проводится тестирование, колеблется от 30 до 60 и зависит от сложности темы. Выбор тех или иных вопросов и ответов осуществляется генератором псевдослучайных чисел из текстового файла с контрольными заданиями. Результаты ответов на отдельные вопросы являются скрытыми и выдаются на экран дисплея только по окончании тестирования по данной теме.

Применение ЭВМ в преподавании курса разведения сельскохозяйственных животных позволило решить целый ряд задач, которые недоступны для традиционных методов обучения. Абсолютная объективность, неограниченное терпение и последовательность позволили осуществлять индивидуальное управление учебной деятельностью в большой группе студентов как в режиме обучения, так и контроля. Собираемая компьютером объективная информация используется для совершенствования учебного процесса. Одним из важнейших достоинств этой системы является обеспечение высокого качества обучения, глубокой и крупномасштабной гарантированной подготовки специалистов для животноводства.

Для успешного усвоения курса от студента требуется выполнение значительного объема внеаудиторной самостоятельной работы. Для организации качественной самостоятельной подготовки студентов к компьютерной аттестации проведена оптимизация бюджета времени на самостоятельную работу по данным статистической обработки результатов успеваемости студентов (1265 оценок) по всем основным разделам изучаемого курса.

В количественных характеристиках наиболее ценными явились математическое ожидание (вероятно затраченное время для самостоятельной подготовки с целью достижения оценки 4 и 5 баллов) и плотность распределения (среднее квадратическое отклонение).

Анализ экспериментальных данных с помощью коэффициентов эластичности показывает, что увеличение времени на самостоятельную работу и значения среднего балла по лабораторно-практическим занятиям на 1% ведут к увеличению экзаменационного балла соответственно на 0,246% и 2,428%, увеличение количества пропусков и удовлетворительных оценок на лабораторно-практических занятиях на 1% снижают экзаменационный балл на 0,198% и 0,231%. Коэффициент множественной корреляции между этими факторами и экзаменационным баллом составил $R=0,928$. Изучение факторной структуры формирования экзаменационного балла показало, что ведущим фактором является средний балл по лабораторно-практическим занятиям - 27,49%, затраты времени на самостоятельную работу - 16,82%, количество удовлетворительных оценок на лабораторно-практических занятиях - 3,99%. Всего в данной модели учтено 86,99% факторов, оказывающих влияние на успеваемость.

Усиление контролируемости самостоятельной работы студентов, объединение выполнения предлагаемых заданий с их оперативным контролем улучшили учебную дисциплину студентов, повысили успеваемость и качество обучения и сделали его надежно управляемым и эффективным.

Факторный вклад компьютерной программы в формировании экзаменационного балла показывает, что коэффициент парной корреляции между показателями аттестации в течение учебного года и экзаменационным баллом составил $r=+0,407$. Коэффициент регрессии свидетельствует о том, что повышение среднего компьютерного аттестационного балла по восьми темам на один балл ведет к увеличению экзаменационного балла на 0,939%. Текущая успеваемость студентов повысилась на 21,00%.

Для самостоятельной подготовки студентов к компьютерной аттестации подготовлено методическое руководство с вопросами и задачами, инструкцией по работе с программой, которое выдается студентам.

Разработана концепция компьютерного экзамена по разведению сельскохозяйственных животных.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ППП ДЛЯ ПРЕПОДАВАНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
"МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ В РАСЧЕТАХ НА ЭВМ"

Основной проблемой моделирования для специализации "Автоматизация сельскохозяйственного производства" является проблема построения модели процессов выращивания, сохранения или переработки биологических объектов.

Идентификация биологических объектов включает в себя несколько стадий: выделение тренда (нормальной зависимости, например, от возраста биологического объекта), определение степени влияния различных факторов на значимую параметр биологического объекта, построение регрессионной модели, оценка биологической достоверности модели посредством построения поверхности отклика регрессионной модели. После построения математической модели биологического объекта следует этап анализа математической модели, т.е. определение параметров выращивания биологического объекта путем исследования модели этого объекта.

Таким образом, большая часть моделирования биологических объектов состоит из стандартных процедур статистического анализа, а также отображении результатов в виде двумерных и трехмерных графиков. Поэтому для обучения студентов использовались преимущественно стандартные пакеты статистических программ (ППП), причем делался упор на наиболее распространенные во всем мире.

Для построения и анализа моделей использовались: ППП - пакет статистической обработки "STATGRAPHICS", пакет двумерных графиков GRAPHIT, пакет трехмерных графиков SURFER.

Таким способом использования ППП дает возможность применять достаточно сложный математический аппарат (факторный, регрессионный анализ и др.) без детального изучения его особенностей, ограничиваясь только тем, что быть пользователем так называемых современных математических методов, предоставляемых ППП. Опыт свидетельствует также о высокой степени интереса при использовании такими студентами таких же программных объектов, которые применяются во всем мире.

К. т. н. Дудников И. Л.,
БАТУ,
ст. преподаватель
Матюшина Л. Н.,
БАТУ

В условиях интенсификации учебного процесса вуза возникает необходимость в регулярном оперативном контроле теоретических знаний студентов в течение учебного семестра, а также в контроле по отдельным разделам теоретического курса.

При большой загруженности преподавателей этот регулярный текущий контроль является сложной, длительной и кропотливой работой.

С появлением А. Визе и широким распространением персональных ЭВМ появилась возможность их использования в учебном процессе. Применение ПЭВМ для постоянного текущего контроля знаний большого количества студентов является перспективным и существенно освобождает преподавателя от рутинной однообразной работы. Нами приобретен определенный опыт использования ПЭВМ для контроля знаний студентов по курсу "Электроника". Эта работа позволила более четко выявить достоинства и недостатки метода, конкретизировать требования к совершенствованию программы для ПЭВМ и сделать ее удобной для пользователя. Причем были проверены уже различные контролирующие программы, имеющие различный подход к решению поставленной задачи. Весьма целесообразно в процессе работы ввести графическую часть, что позволяет больше разнообразить и расширить вопросы по контролируемому материалу. Работа по применению ПЭВМ для контроля знаний будет продолжаться.

к.ф.н., доцент Сафонов И.Р. (г.Татарь)
 к.ф.н., ст. преподаватель Дрозд А.А. (г.Татарь)
 к.ф.н., доцент Дутекина Е.В. (г.Татарь)

ПОСТРОЕНИЕ КОМПЬЮТЕРНЫХ ЯЗЫКОВЫХ ТРЕНАЖЕРОВ ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ АНГЛИЙСКОМУ ЯЗЫКУ

Вопросы контроля знаний постоянно привлекают к себе внимание преподавателей-языковедов, работающих в аграрных вузах. Не претендуя на всестороннее освещение возможностей практической реализации компьютерных языковых тренажеров, остановимся на одних из его аспектов — построении и функционировании компьютерных программ-тренажеров для формирования лексических и грамматических навыков в овладении иностранным языком.

Работа с такими программами предвещает аудиторное занятие с введением учебного материала и его первичному закреплению. Компьютерные тренажеры носят тренировочный характер и могут состоять из одного упражнения с варьирующимся лексическим материалом. Примерами тренажеров по английскому языку служат программы, обеспечивающие выработку навыков образования степеней сравнения прилагательных, множественного числа существительных, различных форм глаголов и других грамматических тем.

Использование компьютерных языковых программ-тренажеров предполагает учет трудности ответа. В связи с этим возможна разработка таких программ по двум направлениям: либо это программы с элементами одинаковой трудности, либо расположение идет по принципу нарастания "от более простого к более сложному". При этом неверные ответы следует предъявлять для повторного анализа. Многократное повторение обеспечивает формирование прочного навыка. Компьютер распознает типичные ошибки в ответах студентов, выдает соответствующие реплики и подсказки для выбора правильного ответа. После 3-х попыток на экран выводится правильный ответ, который обучаемый должен запомнить. Реплики компьютера тренажеров носят доброжелательный характер, стимулируют работу обучаемых с любым уровнем знаний. В конце программы-тренажера выдается сообщение об объеме отработанного материала, его усвоении, необходимости повторения отдельных явлений. Обычно программы рассчитаны на 15-20 мин.

Программы-тренажеры разрабатываются, как правило, для первого этапа обучения, что весьма актуально для нашего вуза, где обучение иностранному языку проводится на втором курсе.

Хруков А.А., Сырцев В.Л.,
Дятлов М.Н., Касьянова Т.В.,
Борисович М.Н.

МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРЕПОДАВАНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ "ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И ПРОГРАММИРОВАНИЕ".

В последние годы резко возросла роль компьютерного образования. Это обусловлено не только важностью задач, решаемых с помощью ПЭВМ, но и теми практическими возможностями, которыми они обладают. Поэтому в общей проблеме компьютеризации методика преподавания дисциплин вычислительного профиля занимает особое место.

В Витебском ветеринарном институте решение задач компьютеризации возложено на кафедру компьютерного обучения. Кафедра ведет курс на подготовку квалифицированных пользователей ПЭВМ, и отсюда вытекает от реализации идей теоретического программирования. Практическую подготовку здесь проходят студенты первого курса. На дисциплину отводится 92 часа. Из них 22 часа занимает лекции. Обучение осуществляется в двух дисплейных классах, оснащенных соответственно и зарубежными ПЭВМ (в одном - 15 ПЭВМ ЕС - 1841, в другом - 7 ПЭВМ IBM PC XT и 10 ЕС - 1840). Курс полностью переведен на лабораторный практикум, который включает в себя 25 лабораторных работ, 3 коллоквиума и 7 контрольных работ.

Структура каждой лабораторной работы предусматривает наличие теоретической части, домашнего задания, тренинга и специальных индивидуальных заданий. Рассчитана на два часа и выполняется студентами самостоятельно.

О КЛАССИФИКАЦИИ ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

Появление ПК в вузах привело к активной разработке на кафедрах различного рода ПС, используемых в учебном процессе. Появились проливающие, обучающие и большое число программ для решения конкретных задач по специальностям. В связи с этим возникла необходимость упорядочивания процесса разработки ПС для учебного процесса главной целью выработки требований к их назначению и качеству. Проблема программных средств для учебного процесса должна решаться исходя из тех целей, которые ставятся при подготовке студентов. Программа компьютеризации агрообразования Республики Беларусь имеет целью подготовку квалифицированного пользователя персонального ЭВМ. В связи с этим ПС учебного процесса можно разделить на группы в порядке приоритета: 1. ПС для подготовки квалифицированного пользователя, 2. Тематические ПС (решения конкретных задач), 3. Обучающие ПС, 4. Контролирующие программы. В последних двух случаях компьютер используется просто как техническое средство обучения.

Программы первой группы - это стандартные системные и прикладные ПС. Их изучение даст хороший эффект только тогда, когда они будут освоены преподавателями специальных дисциплин и будут подобны хорошим примерам решения специальных задач на стандартных ПС. Тематические программы, написанные в стиле "Введи данные и получи результат", не приносят никакой пользы. Пока студент изучает предмет, он должен работать за компьютером не как оператор, а как программист, т.е. должен знать алгоритм решения. Поэтому тематические программы следует писать в двух вариантах - учебном и технологическом. При этом программы должны собираться в пакеты, охватывающие широкий круг задач, и строиться по принятой в мире схеме: разное меню, подсказка, контекстная помощь. Работа с такими пакетами может изучать специальности и повышать квалификацию пользователя. Обучающие программы, с которыми студент работает пассивно (напечатать и прочитать изложение с экрана), следует просто запретить - это и вредно, и неудобно, и требует большого числа компьютеров. Для работы с обучающей программой студент должен допускаться тогда, когда необходимый теоретический материал им изучен. По программе студент решает задачу указывая компьютеру очередной шаг действий, а следующий берет на себя арифметику и комментирует действия студента. Такие программы являются в сущности тренажерами, позволяющими быстро закрепить знания и получить определенный опыт.

Контролирующие программы, основанные на принципе "Угадай верный ответ", вряд ли получат широкое распространение. Гораздо интереснее было бы готовить их в виде тестов, проводящих интегральную проверку профессиональных знаний студента на каждом этапе подготовки.

Приведенная классификация не претендует на полноту охвата всех проблем подготовки ПС для учебного процесса, но можно надеяться, что окажется полезной в практической работе.

НЕЭМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ НЕМАРКОВСКОГО ПРОЦЕССА

Производственно-технологический процесс, обеспечиваемый машинами и людьми связан с множеством продолжительностей, неподчиняющихся экспоненциальному распределению. При статистической независимости процессов функции распределения продолжительности пребывания общего процесса состояний k определяется известным соотношением

$$S_k(t) = P(V_k \leq t) = P(\min_{i \in I_k} (T_{ik}) \leq t) = 1 - \prod_{i \in I_k} [1 - E_{ik}(t)],$$

$I_k \in M^k$ - множество продолжительностей, одновременно протекающих и обуславливающих рассматриваемое состояние k (до истечения какой-либо из них),

$E_{ik}(t)$ - функция распределения продолжительности t в состоянии k .

Функции распределения продолжительностей, начинающихся в состоянии k предполагаются известными. Для любого последующего состояния j , вызванного истечением в состоянии k продолжительности i функция распределения остаточной продолжительности j рассчитывается по формулам:

$$E_{ji}(t) = P(T_{ji} \leq t) = P(T_{jk} - T_{ik} \leq t | T_{jk} > T_{ik}) = [E_{ji}^+(0) - E_{ji}^+(t)] / E_{ji}^+(0),$$

$$E_{ji}^+(t) = \int_t^\infty E_{ji}(y-t) dE_{ji}(y), \quad j_k \in M^k - I_k.$$

Если T_{ik} - случайная величина, а $T_{jk} = t_{jk}$ - детерминированная, функция распределения остатка последней вычисляется по соотношению:

$$E_{ji}(t) = [E_{ik}(t_{jk}) - E_{ik}(t_{jk} - t)] / E_{ik}(t_{jk}).$$

Наоборот, когда $T_{ik} = t_{ik}$ - величина детерминированная, а T_{jk} - случайная, функция распределения остатка последней для состояния j рассчитывается по формуле:

$$E_{ji}(t) = [E_{jk}(t + t_{ik}) - E_{jk}(t_{ik})] / [1 - E_{jk}(t_{ik})],$$

$$j_k \in M^k - I_k.$$

Для прогнозирования суммарных продолжительностей пребывания общего процесса в определенном множестве состояний необходимо вычислить функции распределения переходных продолжительностей (между соседними состояниями).

$$S_{kl}(t) = P\{V_{kl} \leq t\} = P\{T_{lk} \leq t / T_{lk} < W_{kl}\} = S_{kl}^+(t) / S_{kl}^+(\infty),$$

$$S_{kl} = S_{kl}^+(\infty),$$

$$S_{kl}^+(t) = \int_0^t [1 - G_{kl}(y)] dE_{lk}(y),$$

$$S_{kl}(t) = P\{W_{kl} \leq t\} = P\{\min_{j \in M^k - i_k} (T_{jk}) \leq t\} = 1 - \prod_{j \in M^k - i_k} [1 - E_{jk}(t)], \quad j_k \in M^k - i_k, \quad j_k \neq j_k.$$

Средние суммарные продолжительности пребывания процессов в определенном множестве Z состояний рассчитывается по рекуррентной формуле:

$$\bar{V}_{kL} = \bar{V}_k + \sum_m S_{km} \bar{V}_{mL},$$

где k - начальное состояние; L - подмножество состояний, закончивших процесс в множестве Z ; m - состояния, имеющие переходы непосредственно из состояния k .

Предлагаемый подход к описанию процессов позволяет отражать изменение как во времени, так и по состояниям структуры и качества машин, повышение квалификации обслуживающего персонала, совершенствование тактики и использования и обслуживания машин.

ДАН 01.05.80.11

Канд. физ.-мат. наук,
ст. преподаватель
Н.Д. Василевич БГУ

СИСТЕМА ЛИНЕЙНЫХ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ ВТОРОГО ПОРЯДКА В ПОЧТИ РАЗРЫВНОЙ ГРУППЕ МОНОДРОМИИ

Рассмотрим систему дифференциальных уравнений второго порядка с тремя особыми точками на конечном расстоянии $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$ и $\alpha_4 = \infty$

$$\frac{dY}{dx} = \left(\frac{U_1}{x-\alpha_1} + \frac{U_2}{x-\alpha_2} + \frac{U_3}{x-\alpha_3} \right) Y, \quad (I)$$

где Y, U_i - матрицы второго порядка. Как известно, [1] [2] для уравнений (I) проблема Римана ставится следующим образом: даны матрицы второго порядка $W_i (i=1, 2, 3)$. Требуется найти систему двух линейных дифференциальных уравнений (I), интегральная матрица Y которой $(Y(x) = I)$ в окрестности особых точек α имеет вид

$$Y = (x - \alpha_i)^{W_i} \bar{Y}_i, \quad (2)$$

где $\overline{Y}_j$ - матрица второго порядка, голоморфная в окрестности точки $x = \alpha_j$. Здесь матрицы U_j надо найти как функции W_j . В работе [2] эта задача решена, когда матрицы W_j заданы в окрестности нулевой матрицы, а именно

$$U_j = \sum_{i=1}^{\infty} \frac{z_i z_j^i}{j! i! \cdots j!} W_j W_j \cdots W_j \cdot h_i(a_j \cdots a_j / b) \quad (3)$$

В работе [1] дано аналитическое продолжение этих рядов на все возможные значения W_1 , W_2 , W_3 . В результате продолжения получена система уравнений

$$\begin{aligned} \frac{d\rho_{12}}{dz} &= \frac{G_1}{z}; \quad \frac{d\rho_{13}}{dz} = \frac{G_2}{1-z}; \quad \frac{d\rho_{23}}{dz} = \frac{G_3}{z(z-1)}; \quad \frac{dG_5}{dz} = G_4 \left(\frac{\xi_1 - \xi_2}{1-z} + \frac{\xi_3 - \xi_1}{z} \right) \\ \frac{dG_4}{dz} &= \frac{1}{1-z} [(\xi_3 - \xi_1)G_1 + 2\rho_{13}\rho_{12} - 2\rho_{12}\rho_{13}] - \frac{1}{z} [(\xi_1 - \xi_2)G_3 + 2\rho_{23}\rho_{23} - 2\rho_{23}\rho_{23}] \quad (4) \end{aligned}$$

где ξ_1, ξ_2, ξ_3 - собственные числа матриц W_1, W_2, W_3

$$Z = \frac{a_3 - a_1}{a_3 - a_2}, \quad \rho_j = G(U_j U_i) - \text{след матрицы } U_j U_i.$$

В настоящей заметке получено решение системы (I) в случае, если матрицы монодромии W_j образуют почти коммутативную группу.

Определение. Матрицы W_j образуют почти коммутативную группу, если $[W_i, W_j] \neq 0$, а $L[W_i, W_j, W_k] = 0$, для всех i, j, k .

$$\begin{aligned} \rho_{12} &= \mu_{12} + x \ln \left(\frac{a_1 - a_3}{a_2 - a_3} \right); \quad \rho_{13} = \mu_{13} - x \ln \left(\frac{a_1 - a_1}{a_2 - a_1} \right), \\ \rho_{23} &= \mu_{23} + x \ln \left(\frac{a_1 - a_1}{a_1 - a_3} \right); \quad G_5 = x \quad (5) \end{aligned}$$

$$G_4 = \xi_3 \mu_{12} + \xi_2 \mu_{13} + \xi_1 \mu_{23} + x \left[\xi_3 \ln \left(\frac{a_3 - a_1}{a_3 - a_2} \right) + \xi_2 \ln \left(\frac{a_1 - a_1}{a_2 - a_1} \right) + \xi_1 \ln \left(\frac{a_1 - a_2}{a_1 - a_3} \right) \right] - \xi_1 \xi_2 \xi_3$$

где $\mu_{12} = G(W_i W_j)$ - след матрицы $W_i W_j$, $x = G(W_1 W_2 W_3) - G(W_1 W_2) W_3$

если положить $Z = \frac{a_3 - a_1}{a_1 - a_2}$, то функции (5) примет вид

$$\rho_{12} = \mu_{12} + x \ln Z, \quad \rho_{13} = \mu_{13} - x \ln(1-Z), \quad \rho_{23} = \mu_{23} + x \ln(1-\frac{1}{Z})$$

$$G_4 = \xi_3 \mu_{12} + \xi_2 \mu_{13} + \xi_1 \mu_{23} + x \left[\xi_3 \ln Z - \xi_2 \ln(1-Z) + \xi_1 \ln(1-\frac{1}{Z}) \right] - \xi_1 \xi_2 \xi_3$$

Перспективы применения экспертных систем в учебном процессе.

Знания, которыми обладает специалист в какой-либо дисциплине и стремится их передать другим, можно разделить на формализованные (точные) и неформализованные (неточные). Формализованные знания формируются в книгах и учебных пособиях в виде общих и строгих суждений (аксиом, формул, алгоритмов и т. д.), отражающих универсальные знания. Неформализованные знания, как правило, не попадают или попадают в учебной форме в книги и учебные пособия в связи с их конкретностью и приближенностью. Они обычно представляют собой многообразие эмпирических (эвристических) приемов и приемов.

Традиционные учебные курсы и особенно те, в которых в настоящее время интенсивно применяются ЭВМ, ориентированы преимущественно на разработку и применение программ по определенным алгоритмам, т.е. формализованные знания. Это в значительной степени связано с тем, что до недавнего считалось, что ЭВМ не приспособлены для решения неформализованных задач. Расширение сферы применения ЭВМ показало, что формализованные задачи составляют очень важный класс задач.

Особенно широк класс неформализованных задач в области сельского хозяйства, где сложность и существенная многопараметричность часто не позволяют формировать строгие формализованные модели. Неумение решать неформализованные задачи сдерживает внедрение ЭВМ в описательные дисциплины. Применение экспертных систем в учебном процессе позволяет эффективно решать неформализованные задачи и организовать на новом учебный процесс по дисциплинам, имеющим преимущественно описательный характер.

Рассматриваются основные характерные особенности неформализованных задач и учебные дисциплины, обладающие этими особенностями. Приводятся особенности экспертных систем, отличающих их от традиционных программ, с точки зрения применения в учебном процессе ВУЗов сельскохозяйственного профиля. Обсуждаются возможности применения в учебном процессе экспертной системы для определения болезней сельскохозяйственных культур и прогнозирования их урожайности.

УДК: 631.53.01; 637.11.06

д. т. н., проф. Шеповалов В. Д., ТО
к. т. н., доц. Иванов Ю. Г., ТОХАКОМПЬЮТЕРНАЯ СИСТЕМА ОБСЛУЖИВАНИЯ
ЖИВОТНЫХ НА МОЛОЧНОЙ ФЕРМЕ

Для молочных ферм с привязным содержанием животных и доением в станциях на стационарной установке разработана и в течение 2-х лет эксплуатируется на учебной ферме ТОХА компьютерная система обслуживания (КСО) животных, обеспечивающая автоматическое управление процессом доения с регистрацией его параметров, нормированное кормление, автоматический учет по каждому животному расход концентратов, продуктивности и надоя за определенный период с актуализацией функции лактации, определение массы животного.

КСО выполнена как гибридная пневмоэлектронная система с активной подсистемой автоматического опознавания животных. Цифровые пневматические блоки выполнены на элементной базе КМД. Компьютер типа IBM PC AT осуществляет сбор и обработку информации по циклу технологических процессов обслуживания животных, обеспечивает возможность корректировки с клавиатуры отдельных параметров функционирования системы, автоматическую метрологическую совместимость равнозначных измерительных процедур. Система может функционировать без обращения к компьютеру под управлением центрального микропроцессора.

УДК 631.8

Гриневич Е. Г., МРТИ

РАЗРАБОТКА ОБОБЩЕННОЙ МОДЕЛИ И ПОСТАНОВКА
ЗАДАЧИ СИНТЕЗА ОПТИМАЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ СИСТЕМ
КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ
ПРОЦЕССАМИ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

Отсутствие четкого методического обоснования разработки структуры системы контроля и управления технологическими процессами агропромышленного производства (СКИУТПАП) не позволяет провести автоматизацию их проектирования.

Для решения этой задачи нами создана обобщенная модель СКИУТПАП, которая обеспечивает возможность выбора структурного построения СКИУТПАП при проектировании в плане оптимизации

и алгоритмических, программных и аппаратных затрат. В основу построения модели положены теория иерархических систем, теория множеств, общая теория систем. В связи с тем, что начальной целью исследования является моделирование структурных построений СКМТПАП, введено стратифицированное представление данных систем в виде четырех основных страт: алгоритмическое, информационное, программное и аппаратное обеспечение. Алгоритмическое обеспечение представляет собой верхний уровень иерархии, потому что именно алгоритмы формирования, анализа и коррекции управляющего воздействия в зависимости от типа технологического процесса являются определяющими при проектировании системы и ее основных модулей. Следующим уровнем иерархии является информационное обеспечение, которое предполагает рассмотрение всех информационных потоков и их оптимальное распределение между блоками алгоритмической структуры СКМТПАП. Программное и аппаратное обеспечение рассматривают соответственно программную и аппаратную реализации модулей системы и распределение функций между ними.

На основе стратифицированной модели системы СКМТПАП возможно конкретизировать постановку задачи синтеза оптимальной структуры СКМТПАП. целевая функция $F(y)$ не формализуем в данной задаче, поэтому на этапе выбора предпочтительного варианта из набора соответствующих альтернатив необходимо использовать экспертные системы и консультации со специалистами. Множество допустимых значений $\mathcal{L}$ у набора показателей проектируемой системы $Y = (y_1, \dots, y_n)$ определяется исходя из анализа вектора исходных данных. Множество альтернативных вариантов структуры объекта строится на основе построенной обобщенной модели СКМТПАП в начале для верхнего уровня иерархии, т.е. для алгоритмического обеспечения. Задача оптимизации структуры решается последовательно для каждого уровня стратифицированного представления системы, что дает возможность повысить эффективность и качество синтеза структуры СКМТПАП.

Таким образом, на основе стратифицированной модели и конкретизации постановки задачи синтеза структуры СКМТПАП предполагается создать обобщенную модель структурного построения СКМТПАП, что позволит исследовать и обосновать оптимальный выбор структуры СКМТПАП. Это дает возможность автоматизировать процесс проектирования данных систем.

СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ
НОВОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ В ЗАЩИТЕ РАСТЕНИЙ

Необходимость широкой информации и быстрого внедрения последних достижений науки наиболее ощущается в сельскохозяйственных отраслях. В защите растений концептуальная схема создания новой информационной технологии состоит в реализации системы взаимосвязанных автоматизированных рабочих мест (АРМ) специалистов различных уровней управления и соответствующего профиля. В соответствии с развивающейся функциональной структурой данной отрасли разрабатываемое БелНИИЗРом информационно-вычислительное обеспечение включает АРМ "Исследователь", АРМ "Управленческая служба", АРМ "Технолог".

Цель разработки АРМа "Исследователь" состоит в повышении производительности труда научных сотрудников за счет увеличения достоверности и оперативности получения хранимой информации на персональных компьютерах по различным направлениям защиты растений, определении структуры и составляющих элементов алгоритмов регламентных задач и их нормативно-справочной информации. В рамках этого АРМа для ПЭВМ реализована база гидрометеорологической информации, охватывающая более 20 суточных показателей. Ее эксплуатация дает возможность пользователю получить такие параметры как даты устойчивого перехода температуры через заданную границу, длительность вегетационного периода культуры, суммы эффективных температур и т.п.

Разработанная в БелНИИЗРе база данных о применяемых препаратах дает возможность получить в режиме "запрос-ответ" необходимые сведения о зарегистрированных и применении пестицидах и их характеристиках. Выходные параметры двух вышеупомянутых баз данных соответствует файловой структуре наиболее известных пакетов обработки информации статистическими методами.

АРМ "Управленческая служба" предназначен для автоматизации функций управления специалистами районного, областного и республиканского уровней управления. Его основная цель функционирования - обобщение отчетных показателей нижестоящих уровней управления для идентификации однородных группировок, составления формализованных документов и т.п.

носов, оценки эффективности проводимых защитных мероприятий в регионе, выработки стратегических управленческих решений. В рамках этого АРМа для зерновых культур разработан комплекс задач по оптимизации сроков и условий проведения защитных мероприятий. На основании зависимости длительности междюльных периодов культуры от температурного режима для различных агроклиматических зон республики на ПЭВМ прогнозируются сроки проведения защитных мероприятий по наиболее вредоносным объектам в сезоне. Комплекс программных средств по обработке результатов картирования засоренности посевов обеспечивает определение площадей, подлежащих гербицидной обработке и контроль за объемами проводимых гербицидных обработок со стороны вышестоящих уровней управления. Пакет реализованных программ этой задачи позволяет также пользователю изобразить видовой состав сорной растительности в графическом изображении.

Основная цель функционирования АРМ "Технолог" - осуществление наблюдения за фитосанитарным состоянием полей, составление с помощью ПЭВМ прогнозов фенологии и вредоносности основных объектов управления на уровне конкретных полей, оптимизация защитных мероприятий на основе прогноза фенологии растений. В рамках этого АРМа на примере модельного объекта (культура - ячмень) реализована и апробирована в практике типовая информационно-вычислительная система (ИВС) для рационального применения средств защиты растений в интенсивной технологии возделывания зерновых культур. Для наиболее вредоносных объектов ячменя с помощью программных средств этой системы на уровне конкретного поля осуществляются:

- составление прогнозов различной заблаговременности и целевого назначения;
- оптимизация схем проведения защитных мероприятий и учетов;
- количественный анализ фитосанитарной ситуации в дождовый и вегетационный период развития культуры;
- решение о целесообразности проведения защитных мероприятий в зависимости от фитосанитарной ситуации;
- подбор вариантов решений с учетом экономического, биологического и хозяйственного критерия;
- комплексная оценка принятых решений.

ПРИМЕНЕНИЕ МИКРО-ЭВМ И МИКРОПРОЦЕССОРОВ В СИСТЕМАХ АВТОМАТИЗАЦИИ С.Х. ПРОИЗВОДСТВА

Одним из перспективных факторов интенсификации с.х. производства является внедрение в АПК микропроцессорной техники и ЭВМ.

На базе микро-ЭВМ и микропроцессоров создаются устройства и системы автоматического управления для мобильного и стационарного оборудования животноводческих ферм, теплиц, перерабатывающих предприятий. Одной из актуальных проблем остается создание оптимального микроклимата в животноводческих помещениях.

Увеличение плотности содержания животных в помещениях комплексов повышает требования к температурно-влажностному режиму воздушной среды помещений. Поэтому помещения животноводческих комплексов и ферм оборудуются автоматизированными вентиляционно-отопительными системами. Применение большого числа локальных вентиляционно-отопительных систем снижает надежность их работы из-за большого числа элементов схем и усложняет ее эксплуатацию.

Недостаток локальных систем можно устранить использованием микропроцессорных средств.

Разработан ряд контроллеров общепромышленного назначения, которые можно использовать, например, в САУ микроклиматом. Однако в большинстве своем это дорогостоящие устройства, функциональные возможности которых не всегда полностью удается использовать. Перспективно применение в системах управления микроклиматом однокристальных микро-ЭВМ.

Микросхемы однокристальных микро-ЭВМ представляют собой БИС, которые имеют в своем составе все узлы небольшой ЭВМ. Объем памяти БИС достаточен для выполнения ЭВМ относительно сложных программ управления. Эти БИС отличаются большой надежностью. При этом значительно расширяются функциональные возможности систем управления, добавляются функции контроля, сигнализации и защиты оборудования. Развита система команд, микро-ЭВМ позволяет строить различные функции программируемой системы автоматического управления и контроля.

к.ф.-м.н. Поляк В.Е., Везрунов А.И.,
Философов В.В., Шибарева Г.В.
(Институт "Диполь", г. Саратов)
д.с.-х.н. Лавочкин В.В., к.с.-н. Мочалов В.И.
(ВНИИМ, г. Москва)

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ И СЫНТЕТИКО-ТЕХНИЧЕСКИХ РАБОТ В АНН

Одной из главных задач автоматизированной системы (АС) является накопление информации о науке (далее - разработках), как законченных и готовых к внедрению, так и предлагаемых или проводимых научными учреждениями АНН РФ.

В настоящее время разработки сельскохозяйственного профиля проводят более тысячи научно-исследовательских организаций сельскохозяйственной, министерства науки и сельского хозяйства, а также другие государственные и частные организации. Тематика исследований включает более 7 тысяч разработок.

Систематизация информации, в первую очередь, по отраслевому признаку, а также и другим критериям, позволяет реализовать информационно-справочную функцию АС. Очевидно, что для координации и управления таким количеством разработок необходимы современные методы и средства переработки информации. Отсюда вытекает вторая важная функция АС.

Главной целью работы было создание методического и программного обеспечения, которое позволяло бы эффективно использовать АС для решения таких задач, как:

- выделение перспективных направлений разработок для концентрации на них исследовательского потенциала отрасли;
- формирование НИИ и тематических планов исследований;
- осуществление контроля состояния разработок и оценка их качества.

Программное обеспечение АС позволяет экспертам достаточно быстро анализировать разработки, объединяемые на этапах акквиртиан в "однородные" группы по целому ряду признаков и таким признакам отнесены принадлежности к отрасли, продукту

товому подкомплексу, тип разработки, ее цель и др. Каждая разработка должна иметь при этом все необходимые характеристики для классификации.

В процессе анализа должна быть произведена как оценка и ранжирование по значимости самих разработок, так и экспертиза проектов государственных и отраслевых научно-технических программ (НТП). Использование АС позволяет сформулировать предложения по изменению состава и структуры НТП.

В конечном счете, экспертиза разработок и НТП дает возможность предоставить объективную информацию для принятия решений о направлениях и объемах финансирования разработок, т. е. для формирования научно-технической политики в АПК.

АС, кроме базы данных по разработкам, включает в себя базу данных по исполнителям (так называемое досье исполнителей). В эту базу включаются сведения о научно-исследовательских коллективах, выполняющих или выполнявших работы по заказам Россельхозакадемии, Министерства науки и сельского хозяйства. В первую очередь это касается разработок в рамках государственных или отраслевых НТП. Эта информация позволяет осуществлять выбор исполнителя на те или иные работы, оценивать возможности научного коллектива и т. д.

Программное обеспечение АС выполнено в среде CLARION для IBM PC - совместимых компьютеров. Оно дает возможность проводить построение распределений по целям, продуктовым подкомплексам и подотраслям на всем объеме разработок, имеющихся в базе данных.

С помощью данной АС была проведена экспертиза 31 отраслевой НТП Минсельхоза РС, 2 ГНП Миннауки, а также работ, курируемых Россельхозакадемией.

к 601.01

к.ф.-м.н. Поляк В.Е., Бааруков А.И.,

Белосудов Ю.В., Литвиненко А.А.

(ГОИ "Диполь", г. Саратов)

к.в.н. Андреевский С.А. (ИСИИ, г. Саратов)

д.с.-х.н. Давыдовский В.Р., к.б.н. Мочалов В.И.

(ВНИИМ, г. Москва)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ЭКСПЕРТИЗЫ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИХ ПРОГРАММ

Эффективность капиталовложений в научные исследования существенно зависит от качества научно-технических программ (НТП). При существующем в настоящее время положении, когда НИОКР сельскохозяйственной тематики курируются двумя министерствами, "Большой" и сельскохозяйственной академией, весьма актуальной становится необходимость комплексной экспертизы всей совокупности НИОКР сельскохозяйственной тематики.

Основными целями экспертизы являются:

- выявление диспропорций финансирования различных направлений НИОКР;
- устранение нерационального дублирования и параллельная разработка;
- формирование предложения по совершенствованию состава и структуры НТП.

Экспертиза проводилась с использованием автоматизированной информационной системы в три этапа.

На первом этапе накапливалась информация о разработках. В базу данных заносились названия и характеристики разработок обычно используемые в тематических планах.

На втором этапе проводилась систематизация НИОКР. Для этой цели были разработаны следующие рубрикаторы: "научно-техническая программа", "Продуктовый подкомплекс", "Цель разработки", "Подотрасль АПК" и "Сфера АПК". Каждая разработка относится экспертами к одной из рубрик по каждому рубрикатору. Совокупность рубрикаторов, а также справочник организационно-исполнителей и другие реквизиты описания разработки образуют информационную основу, позволяющую осуществлять тема-

технически полны и дублируются разработок.

Третий этап - сопоставно экспертная. Выделяются тематические направления научных работ. Определяются соотношения затрат на разработки по губерниям. Соотношения затрат на разработки по различным продуктовым подкомплексам сопоставляются с соотношением объемов производства по этим подкомплексам с учетом места каждого из них в структуре АПК. Резкое несоответствие доли затрат и объема производства скорее всего свидетельствует о диспропорциях, влияющих на эти направления. Аналогично анализируется структура затрат по видам НИОКР и отраслям.

Для выявления дублирования проводится расчленение множества разработок на однородные группы по видам и продуктовым подкомплексам. Предполагается, что разработки-дубли, скорее всего, окажутся в одной группе. Проводя анализ однородных групп эксперт выявляет дублирование и формирует соответствующий кулач.

На основании проведенного анализа формируются предложения по изменению состава и структуры НИОКР.

Анализ 32 отраслей НИОКР, проведенный по описанной схеме, показал, что:

- существуют явные диспропорции в объемах финансирования разработок. Например, суммарный объем финансирования по животноводству (55% объема производства АПК) составляет всего 22% объема затрат на НИОКР, зато разработки по плодородному подкомплексу (0,3% АПК) составляют 10 % затрат на НИОКР;

- ряд разработок пересекается и дублируется по тематике. Например, большинство работ, входящих в программу "Детское питание", пересекается (и, как правило, выполняется теми же авторами) с разработками других программ.

Использование автоматизированной системы при экспертизе разработок позволило учесть весь объем информации, оперативно получать результаты анализа и необходимые выходные документы. Результаты работы использованы МОХ России при формировании отраслевых научно-технических программ.

Б.И. СОЛ. 57

д.т.н., проф. Ключков А.В.

к.т.н., доц. Добышев А.С.

Белорусская СХА

КАЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА ЗНАЧИМОСТИ ФАКТОРОВ УПРАВЛЯЕМЫХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

процессе технологических процессов сельскохозяйственного производства, а также выбор параметров машин и рабочих органов таким образом связаны со значениями отдельных факторов. могут рассматриваться в отношении к оптимальным значениям коэффициентов веса частных показателей в структуре

при решении данных задач в режиме диалога представляется сбалансированным введение в исходную информацию качественных показателей значимости отдельных факторов. Однако в алгоритмах качественных переменных необходимо приписать численные значения, т.е. произвести дельные скалирование. Современными методами анализа и накопленный практический опыт моделирования сельскохозяйственных объектов и систем позволяют определить некоторые подходы к решению данной задачи. Сложившиеся в инженерной механике основы были сформулированы еще Гурским, который рассматривал интегральную кривую в характеристике общей схемы процессов.

Связывая закон убывания полезности и отражающую этот закон функцию полезности можно видеть, что при увеличении значения переменного параметра рост определяемой функции замедляется. Эту же закономерность отражает функция желательности Липсона. Совместное рассмотрение данных зависимостей показывает, что значения относительного показателя до 0,25 отражает стремление к риску. Участок с относительными значениями от 0,25 до 0,60-0,63 может аппроксимироваться линейной функцией и отражает нейтральное отношение к риску. Наибольший интерес представляет дальнейшее увеличение возможных коэффициентов значимости анализируемых факторов, поскольку обычно в предварительном анализе менее значимыми оценками не обходятся и добиваются значения степени идентичности более

0,65–0,70. Указанные результаты совпадают со значениями шкалы желательности, где влияние в пределах 0,20–0,63 характеризуется как плохое и удовлетворительное. При значениях относительного показателя в пределах 0,65–0,80 влияние считается значительным и при 0,80–1,00 – очень сильным. С учетом вероятностной природы функционирования сельскохозяйственных агрегатов рассматриваются дискретные урожни 0,65; 0,75; 0,85. Достижение принятого в статистике уровня вероятности 0,95 и 0,99 в применении к земледельческой механике является излишним жестким требованием.

Предлагаемый подход к назначению коэффициентов значимости отдельных факторов основан на закономерностях нормального закона распределения, которому подчиняются характеристики большинства объектов сельскохозяйственного производства. Вычисления через функцию Лапласа вероятности случайной величины при различных значениях среднего квадратического отклонения составят:

$$2 \Phi(0,5) = 0,383; 2 \Phi(1) = 0,683; 2 \Phi(1,5) = 0,866;$$

$$2 \Phi(2) = 0,955; 2 \Phi(2,5) = 0,988; 2 \Phi(3) = 0,997.$$

Если учесть, что точка перегиба функции распределения нормального закона соответствует значению 0,683, то это дискретное значение и может быть принято как первое учитываемое существенное влияние. Значение 0,866 обозначено хорошим и 0,955 – отличным.

С учетом используемой на практике более адаптированной и детальной оценки могут использоваться следующие показатели влияния: очень сильное (более 0,988), сильное (0,955), значительное (0,866), учитываемое (0,683) и слабое (до 0,383)%. Разработанный подход использовался для оценки степени совершенства технологических процессов сельскохозяйственных машин и орудий в сравнении с лучшими мировыми образцами. В качестве анализируемых показателей были приняты затраты труда, топливно-металлоемкость и энергоемкость выполняемых процессов.

№ 621.171:621.31.001.

ГЕРАСИМОВИЧ Л.С., д.т.н.,
член-корр. ААН РБ,
КУВАРКО А.В., к.т.н.,
КРУТОВ А.В.,
САПУН О.Л. — инженеры
Белорусский аграрный
технический университет

ЭКСПЕРТНАЯ СИСТЕМА ВЫБОРА ПРИОРИТЕТНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЮ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Анализ энергооборуженности аграрного сектора и энергоёмкости сельскохозяйственной продукции, а также других показателей с учетом национальной программы развития энергетики, предполагает необходимость расширения областей рационального потребления энергоресурсов в сельскохозяйственном производстве Республики Беларусь.

В концепции развития энергетики АПК особое внимание уделяется широкому применению энергоресурсосберегающих технологий и установок, прежде всего для производства и приготовления кормов, созданию микроклимата в производственных помещениях, развитию автоматизированных электротехнологических процессов и др. В связи с этим существует острая потребность в экспертной оценке эффективности предлагаемых технологических и конструкторских разработок, а также машин и энергоустановок.

В основу экспертной оценки положен системный энергоэкономический подход с использованием эвристико-кибернетических методов.

Разработанная экспертная система позволяет на основе декомпозиции машинных технологий и потребителей электроэнергии, оценки элементов исходного и предлагаемого состояний получить приоритетные ряды предпочтения энергосберегающих мероприятий. Критериями оценки служат энерго- и ресурсосберегающие показатели, капитальные затраты и эксплуатационные расходы при ограничениях на различные виды ресурсов.

Экспертная система обеспечивает автоматический режим вычислений на ПЭВМ после несложной оценочной процедуры определения показателей на двух уровнях. Система является открытой и позволяет расширение числа показателей и критериев.

Представлены результаты экспертной оценки приоритетности мероприятий по экономии электроэнергии в сельскохозяйственном производстве.

УДК 621.1:631.371

Канд. техн. наук, доцент
В.П. СЧАСТНЫЙ
БАТУ

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ФОРМИРОВАНИЯ ПОПРАВочНОГО КОЭФФИЦИЕНТА ПРИ РАЗРАБОТКЕ МЕТОДА ПРОГНОЗИРОВАНИЯ НЕСИНУСОИДАЛЬНОСТИ НАПРЯЖЕНИЯ В СЕЛЬСКИХ НИЗКОВОЛЬТНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ

Изменение характера нагрузки в сельских электрических сетях, увеличение доли электроприемников, характеристики которых существенно нелинейны, привело к увеличению в отдельных сетях уровня высших гармоник, а значит и искаженности форм кривой напряжения. При этом, коэффициент несинусоидальности (Кн.с.), характеризующий степень искажения и ограниченный ГОСТом "нормальными" пределами 5%, в отдельных сетях превышает этот норматив в 1,5 – 2 раза. Для уменьшения потерь электроэнергии, других отрицательных явлений, вызываемых высшими гармониками, необходимо прогнозировать значение Кн.с., особенно это важно на стадии проектирования объекта, когда можно, исходя из необходимости, экономической целесообразности, предусматривать те или иные технические средства по минимизации высших гармоник.

В основу предложенного метода прогнозирования искажения формы кривой напряжения в сельских низковольтных электрических сетях положен анализ формирования Кн.с. в этих сетях, теоретические, а также экспериментальные исследования. Значение Кн.с. формируется в результате сложных процессов и зависит от множества взаимодействующих факторов. Разложив процесс на ряд составляющих и перейдя от "сложного общего" к "простым частным" взаимосвязям проводим моделирование этих процессов, что позволяет при обратном сложении проводить оптимизацию прогнозируемого значения Кн.с. Вместе с тем, надо заметить, что при моделировании "простых частных" взаимосвязей закладываются ограничивающие условия. Например, при сложении модели формирования Кн.с. при различной нагрузке вида двух точечных факторов

отделанными потребителями принимается уровень напряжения равный номинальному, несимметрия напряжения отсутствует, отсутствуют дополнительные источники генерирующие высшие гармоники и т.д. В реальности эти "идеальные" условия создать невозможно. Поэтому, требуется в конечном итоге вводить поправочный коэффициент (K_p).

Моделирование процесса формирования K_p весьма сложная задача. Значит вновь необходимо выделение основных и второстепенных факторов, влияющих на K_p и проведение ограниченной оптимизации. К основным факторам, безусловно, относятся - возможность возникновения несимметрии напряжения в исследуемой сети, отклонение напряжения у потребителей с нелинейной вольтамперной характеристикой, наличия потребителей с управляемыми вентилями, а также их комбинаций. Немаловажным фактором является правильное определение степени погрешности K_p , что позволяет сузить диапазон изменения входных случайных величин. Для исследования динамики K_p применим корреляционный аппарат, причем рассмотрим два варианта - изменение в одну и другую сторону от "идеальных" условий. Полученный диапазон изменения K_p позволяет прогнозировать как минимальные, так и максимально возможные значения K_p в сельских низковольтных электрических сетях.

Д.т.н., профессор, Изаков Э.Д.
инж. Попова С.А., ЧГАУ

ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА В ТЕПЛИЦЕ ПО ЭКОНОМИЧЕСКИМ КРИТЕРИЯМ

До последнего времени автоматизация температурного режима в теплице сводилась к стабилизации температуры. Для каждой культуры (в лучшем случае сорта) технологи указывали оптимальную температуру, которая и поддерживалась в течение всего периода вегетации (или в лучшем случае его отдельных этапов). Эксперименты показали, что продуктивность огурца зависит не только от температуры T , но и от возраста t_0 , продолжительности фотопериода $T_{фл}$, освещенности E , влажности B , а также от предистории процесса. Поэтому с изменением указанных факторов должна измениться и оптимальная температура. По алгоритму функционирования такая система может быть либо следящей, либо самонастраивающейся. Простейшей самонастраивающейся системой является система экстремального регулирования (СЭР), обеспечивающая поиск экстремума некоторого заранее выбранного критерия оптимизации (КО). Однако, такая система работает в автоколебательном режиме. Чтобы избежать этого, предложено использовать следующую систему, обеспечивающую на входе такое значение задающего воздействия, при котором производная от упомянутого критерия по управляемой величине равна нулю. Такое построение системы автоматической оптимизации (САО) становится возможным при наличии математической модели КО. Обоснование того или иного КО является чисто экономической задачей. Однако, в условиях инфляции и экономического кризиса практически дать полную экономическую оценку невозможно. При наличии дефицита свежих овощей следует отдать предпочтение системам, обеспечивающим управление по критерию максимальной продуктивности КМП, в условиях нормальной рыночной экономики предпочтение следует отдать критерию прибыли, КП. При быстро меняющихся ценах и резком увеличении удельного веса энергетических затрат целесообразно использовать критерий удельной энергоемкости КУЭ.

В качестве КМП использовались интенсивность фотосинтеза F для дневного режима и темповое дыхание B для ночного.

были получены математические модели этих показателей в виде уравнений, левая часть которых логарифм Δ или Δ , а правая полином второй степени от $T_0, T_{\text{вн}}, E, B, t$ и др. На базе этих моделей получены выражения для температур, оптимальных по КЭ — $t_{\text{опт}}$. КУЭ представляет собой затраты энергии на обогрев теплицы, отнесенные к единице продукции. Введено также понятие естественной температуры $t_{\text{ест}}$, т.е. температуры, которая устанавливается в теплице при отсутствии обогрева. Установлено, что оптимальная по энергосбережению температура $t_{\text{опт}}$ всегда ниже $t_{\text{ест}}$ и тем ниже, чем ниже $t_{\text{ест}}$. Поскольку $t_{\text{опт}}$ является результатом решения квадратного уравнения, наличие оптимума определяется дискриминантом такого уравнения D .

Из сказанного вытекает алгоритм управления, в соответствии с которым вначале определяется дискриминант D . Если он положительный, то определяется $t_{\text{опт}}$, которая и поддерживается в теплице. Если $D < 0$, то КУЭ минимума не имеет. В этом случае поддерживается $t_{\text{ест}}$. Если заданная температура ниже допустимой $t_{\text{доп}}$ для данной культуры, то устанавливается $t_{\text{доп}}$, на длительность стояния которой также вводится ограничения.

Математические модели продуктивности для дневного и ночного режимов отличаются друг от друга не только количественно, но и качественно. Поэтому алгоритм управления температурным режимом должен быть дополнен переключателем режимов. Кроме того, в ночном режиме $t_{\text{ест}}$ равна ночной температуре.

Для управления температурным режимом в теплице разработана система комбинированного управления, включающая подсистему управления по отклонению и возмущению. Последняя представляет собой разомкнутую систему управления мощностью.

УДК 631.14.001.5

А.т.н., профессор
Гребенуров В.А.,
КАТУ,
аспирант
Тубольцев А.Л.
БАТУ

ПОСТРОЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПРОДУКТИВНОСТИ ПТИЦ С ЗАДАННОЙ СТРУКТУРОЙ

Биологические объекты отличаются большой сложностью, наличием таких свойств, как многомерность, многосвязность, стохастичность, нелинейность, нестационарность и, кроме того, имеют специфические биологические черты: подверженность стрессам, болезням, существование внутренних биологических охраняющих систем и т.д., и пока недостаточно хорошо изучены. Для малоизвестных объектов идентификация математической модели предусматривает выбор класса, выбор структуры математической модели и определение ее параметров. Обычные методы регрессионного анализа могут оказаться непригодными для этого из-за неустойчивости получаемых моделей.

Построена математическая модель биологического объекта в виде зависимости продуктивности птиц от возраста и параметров микроклимата. В качестве класса модели выбран класс алгебраических полиномов, так как биологический объект является экстремальным.

Структура модели определяется аксиоматически, используя метод биологической идентификации, по априорно известным свойствам биологического объекта: существование оптимальных параметров микроклимата, взаимосвязь между параметрами микроклимата, изменение продуктивности птиц от возраста и смещение оптимальных параметров микроклимата от возраста птиц.

Структура модели, заданная, исходя из биологических соображений, не зависит от результатов эксперимента и позволяет определить параметры по экспертным оценкам, характеризующим определенные свойства объекта. Разработана программа на ЭВМ для синтеза модели по экспертным оценкам.

Математическая модель продуктивности птиц позволяет определить оптимальные параметры микроклимата, прогнозировать процесс выращивания птиц, решать оптимизационные задачи терморегуляции и др.

Бурганская Л.И., к.ф.-м.н.,
доцент, БАТУ.

ПРИМЕНЕНИЕ ВТОРОГО МЕТОДА ЛЯПУНОВА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ НЕКОТОРЫХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ АГРЕГАТОВ

При моделировании систем автоматического регулирования надо каждый раз исследовать эту систему на устойчивость, чтобы убедиться, что неучитываемые малые силы и отклонения в начальном состоянии не вызовут сильных возмущений при работе системы. Одним из важнейших способов исследования устойчивости является второй метод Ляпунова, для применения которого надо построить функцию Ляпунова. Помимо факта установления устойчивости или неустойчивости, с помощью функции Ляпунова можно оценить область притяжения, влияние постоянно действующих возмущений. Знание функции Ляпунова для конкретной системы автоматического регулирования позволяет дать оценку регулируемой величины, оценку времени протекания переходного процесса и др.

Проблема построения функции Ляпунова в заданной области фазового пространства нелинейной системы является очень трудной задачей и до настоящего времени не существует простого и хорошо разработанного алгоритма построения функции Ляпунова для любой нелинейной системы.

Автором для систем автоматического регулирования картофелеуборочного комбайна, разработанных проф. Вергейчиком Л.А., доц. Буяновым В.П., ст. преп. Класутем П.В., а также для системы автоматического вождения гусеничных машин [1, 2, 3], работа которых описывается системой прямого регулирования:

$$\dot{x} = Px - \psi(\sigma), \quad \sigma = c'x,$$

где P - матрица $n \times n$, x, ψ, c - векторы $n \times 1$, $\psi(\sigma)$ - скалярная функция - характеристика; в критических случаях наличия у матрицы P нулевых собственных значений, построены функции Ляпунова. С помощью этих функций получены доста-

точные условия асимптотической устойчивости и дана оценка области притяжения. Для некоторых систем рассматривается случай разрывной характеристики $\varphi(\sigma)$: $\varphi(\sigma) = 0$,

$\sigma \in [\alpha, \alpha_1]$, $\alpha, \alpha_1 < 0$, $\sigma \varphi(\sigma) > 0$ при $\sigma \in [\sigma, \alpha_1] \cup (\alpha_1, \sigma_1]$,

что часто встречается в практических задачах. В этом случае получены достаточные условия дихотомии, что влечет отсутствие автоколебаний, достаточные условия устойчивости отрезка покоя и дана оценка области притяжения, когда σ, σ_1 конечны.

(В [1, 2] для рассматриваемых систем с помощью приближенного метода гармонической линеаризации решался вопрос о наличии автоколебаний).

УДК 681.511

к. т. н. Ф. Ф. Пашенко, К. Р. Чернышев.

РЕКУРРЕНТНЫЕ АЛГОРИТМЫ ИДЕНТИФИКАЦИИ НЕЛИНЕЙНЫХ СИСТЕМ

Большинство реальных систем, встречающихся на практике, являются нелинейными, то есть их поведение обуславливается нелинейными характеристиками. Использование линейных моделей для описания таких систем обычно существенно ограничивает область их применения, и естественным выходом в этом случае является использование нелинейных моделей.

Одним из средств описания систем различного вида является их входов-выходная модель. При этом к числу наиболее важных задач, связанных с исследованием таких моделей, принадлежит построение явной зависимости между входным и выходным процессами системы. Ее решение подразумевает обеспечение некоторого адекватного приближения нелинейных систем каким-либо эффективным, с точки зрения практического применения, методом.

В настоящей работе решаются задачи непараметрической и параметрической идентификации нелинейных динамических систем строятся соответствующие рекуррентные алгоритмы оценивания.

Основное внимание сконцентрировано на системах, которые описываются в рамках моделей, образованных последовательным соединением безынерционного нелинейного и линейного динамического

менев. При этом рассматриваются системы, описываемые дискретными дисперсионными моделями класса Гаммерштейна. Значение выходной переменной такого объекта определяется оператором, который является линейным относительно регрессии выходной переменной на входную переменную системы, в случае взаимной модели, или авторегрессии входной переменной системы.

В качестве входа и выхода исследуемой модели рассматриваются стационарные и стационарно связанные в дисперсионном смысле центрированные эргодические случайные процессы. Для аппроксимации нелинейных характеристик системы строятся непараметрические рекуррентные ядерные оценки функции регрессии выходного процесса на входной. Исследуются условия сильной состоятельности, то есть сходимости с вероятностью 1 таких оценок.

Для построения рекуррентных алгоритмов параметрической идентификации модели используется их представление в виде суммы вектора оценки, полученной на предыдущем шаге алгоритма, и обобщенного входа объекта на текущем шаге. При этом каждое слагаемое в такой сумме берется с некоторыми коэффициентами - параметрами адаптации, которые могут принимать как скалярные, так и матричные значения. Соответствующим выбором коэффициентов можно получить и широко известные рекуррентные алгоритмы типа метода наименьших квадратов, стохастической аппроксимации, Гудвина и др. Параметры адаптации выбираются в соответствии с некоторым целевым условием, связанным с использованием дополнительной информации о системе. К ней относятся, например, априорные сведения об ограничениях на параметры, законах распределения входных и выходных переменных и помех наблюдений, значения искоемых оценок параметров на предыдущих шагах алгоритма, значения наблюдаемых входных и выходных переменных в предшествующие дискретные моменты времени, а также информация, порождаемая собственно работой алгоритма идентификации. Применение дополнительной информации обычно сводится к следующему: корректировка оценки, полученной по алгоритму; выбор наилучшего в некотором смысле алгоритма уточнения оценок на данном шаге; уточнение оценок по выборкам, образованным повторным использованием данных; оценка достигнутой точности.

В работе показано, что существуют оптимальные параметры адаптации алгоритмов данного класса в смысле некоторых естественных критериев качества идентификации и построены соответствующие им сильно состоятельные рекуррентные алгоритмы, не использующие обращения матриц Гессе критерия идентификации.

УДК 631.14.001.5

Д.т.н., профессор

Гребенцов В.А.,

ВАСУ,

аспирант

Гавриленко В.В.,

ВАСУ

РАЗРАБОТКА СТРУКТУРЫ АСУ ТП БЕСПРИВЯЗНОГО СОДЕРЖАНИЯ КРС НА ОТКОРМЕ

На современном этапе развития сельскохозяйственного производства актуальной является проблема создания энергоресурсосберегающих технологий. Низкая эффективность производства связана с тем, что управление основными технологическими процессами идет в ручном режиме, далеком от оптимального и, как следствие, имеются неоправданные затраты энергии и ресурсов. Постоянно изменяющиеся цены и условия производства приводят к необходимости быстро находить и устанавливать более оптимальные режимы. Решение этих проблем связано со значительным по объему сбором и быстрой обработкой информации. Все это неизбежно ведет к созданию АСУ ТП и в полной мере относится к содержанию КРС на откорме.

Процесс содержания скота — совокупность технологического процесса на комплексе по откорму КРС. Технологический процесс включает в себя несколько отдельных процессов: собственно процесс выращивания биологического объекта — животных, приготовления кормов, раздачи кормов, формирование микроклимата, удаления навоза и т.д.

Совокупность отдельных технологических процессов и управление ими обуславливает необходимость создания подсистем АСУ ТП беспривязного содержания КРС на откорме: подсистема формирования микроклимата, подсистема приготовления кормов, подсистема раздачи кормов, подсистема удаления навоза, подсистема контроля состояния ВР, подсистема контроля состояния ТР, подсистема идентификации, подсистема контроля.

В настоящей работе описаны задачи по разработке технологического и программного обеспечения АСУ ТП беспривязного содержания КРС на откорме.

ИТОГИ ПРОМЫШЛЕННОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЛОКАЛЬНЫХ АСУТП

В БелННПАСУ разработана, прошла государственные испытания и внедрена на ряде свинокомплексов Беларуси микропроцессорная система приготовления и раздачи жидких кормов. Система предназначена для управления технологическим оборудованием линии приготовления и раздачи жидких кормосмесителей промышленного свинокомплекса. Заменяет серийное рележно-контактное оборудование, предлагаемое типовыми проектами 802-6-24.67 и 802-6-25.67. Система позволяет обеспечивать стабильную влажность приготовленного корма, строго заданный объем его (в соответствии с реальным поголовьем в стаде), выдачу в каждый станок индивидуальной дозы корма, учет израсходованного жидкого корма и сухого комбикорма за кормление. В качестве управляющего устройства применен микропроцессорный контроллер КАС-1 "Гранит", имеющий достаточные аппаратные и программные возможности. Управляющая технологическая программа хранится в энергонезависимом оперативном запоминающем устройстве (ОЗУ), а образцовая программа с нулевыми вставками - на микросхеме К 573 РД 5 с возможностью перезаписи в ОЗУ.

Разработанная система управления позволяет:

- в 3...5 раз уменьшить разброс влажности приготавливаемого корма и работать на пониженных до 72...75% значениях влажности жидкого корма;
- выдавать в станки индивидуальные дозы корма;
- оперативно изменять программу кормления;
- сократить время кормления на 25...30%.

Основными требованиями, которыми должна удовлетворять система управления технологическим процессом кормления свиней на промышленных свинокомплексах, является гибкость (адаптивность) и надежность.

Требование гибкой перестройки параметров системы управления обусловлено биотехнической природой объекта. Параметры системы управления изменяются с возрастом и количеством животных, их физическим состоянием, т.е. необходимо иметь возможность без больших затрат труда и времени их корректировать. Логическим следствием выполнения этого требования является применение микропроцессорной техники, позволяющей перепрограммировать память устройства, и тем самым оперативно изменять параметры технологического процесса.

Высокие требования к надежности систем определяются не только технологическими причинами, но и психологией, отношением потребителя. Необходимо уяснить всем разработчикам, никаких "в принципе работающих" систем управления технологическими процессами. Или высоконадежные системы, или никаких, иначе только наносится непоправимый вред для самой идеи применения современной микропроцессорной и вычислительной техники в системах управления сельскохозяйственным производством. Надежность определяется еще на стадии проектирования благодаря тщательным системным проработкам, выбору качественного комплекса технических средств, разработке программного обеспечения с учетом возможности аварийных отказов оборудования, грамотной эксплуатации и обязательного наличия сервисного обслуживания.

Более чем трехлетний опыт эксплуатации данных систем показывает, что операторы достаточно быстро их осваивают и грамотно эксплуатируют. Успех внедрения подобных систем зависит также от позиции специалистов предприятия, их понимания возможности получения немалой экономической выгоды. Примененный комплекс технических средств зарекомендовал себя достаточно надежным, что позволяет предложить широкое тиражирование разработанных АСУТН приготовления и раздачи жидких кормов. Созданная система является надежным инструментом в руках думающего технолога в деле обеспечения нормированного кормления сельскохозяйственных животных.

УДК 658.012.011.56

Сидоренко М.А.,
ст. науч. сотр., к.т.н.,
доцент БАТУ,

Доскин В.С.,
ст. науч. сотр.
БелНИИАСУ

АСУ ТП ОТКОРМА НА ПРОМЫШЛЕННЫХ СВИНКОФЛЕКСАХ

В настоящее время на селекционно-гибридном центре (СПЦ) "Белая Русь", СПЦ "Василишки" и совхозе-комбинате "Западный" внедрены АСУ ТП приготовления и раздачи жидких кормов. Системы выполнены на базе программируемых контроллеров. Для обеспечения точного приготовления и раздачи кормов используются весовые устройства и расходомеры. АСУ ТП позволяет быстро менять программу кормления и дозы корма по групповым станкам в соответствии с планируемыми привесами и количеством свиней. Однако потенциальные возможности таких АСУ ТП не могут быть использованы из-за отсутствия возможности быстрой автоматизированной подготовки данных для приготовления и раздачи кормов, автоматизированного учета их расхода. Применение ПЛК в качестве верхнего уровня АСУ ТП позволяет оперативно решать эти задачи. В настоящее время разработано алгоритмическое и программное обеспечение верхнего уровня, которое включает автоматизированное формирование программы кормления, подготовку данных для приготовления и раздачи кормов, учета поголовья и расхода кормов.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЛОКАЛЬНЫХ САУ ТП

Автоматизация сельского хозяйства в своем становлении и развитии опирается на богатый опыт, накопленный в промышленности. Вместе с тем характерные особенности сельскохозяйственного производства обуславливают целый ряд специфических требований, предъявляемых к методам и средствам сельской автоматизации.

Особенности особенностей сельскохозяйственного производства является неразрывная связь техники с биологическими объектами (животными и растениями), а также неблагоприятные для работы средств автоматизации условия окружающей среды (паразиты, колебания влажности и температуры, наличие примесей, пыли, агрессивных газов, действие резких переменных нагрузок, вибраций и т.п.).

В связи с чем для определения режимов работы целого ряда технологических процессов отсутствуют датчики информационных параметров, а отдельные датчики, используемые в промышленности, разрушаются при работе в условиях сельскохозяйственного производства.

Примером чего может служить САУ микроклиматом в животноводческих помещениях АЗСМ, в которой регулирование влажности в помещениях должно обеспечиваться регулирующим прибором СИР с внутренним датчиком влажности.

После 3-6 месяцев эксплуатации системы управления выходят из строя.

Стоит задача разработки методов проектирования САУ ТП сельскохозяйственного производства учитывающих особенности использования средств автоматизации и объектов автоматизации.

Предлагается методика моделирования локальных САУ ТП, учитывающая вышеперечисленные особенности.

На первом этапе моделирования составляется логическая модель САУ ТП, учитывающая междупарацисонные связи в технологическом процессе.

Вторым этапом моделирования являются определение типа междупарацисонных связей: жесткая (логическая), регулирование, косвенное управление, управление по предварительно заданным параметрам.

Предлагаемая методика позволяет избежать ошибок в проектировании САУ ТП сельскохозяйственного назначения, классификация и учет междупарацисонных связей, использование модели СИР.

МЕТОДОЛОГИЯ ПОСТАНОВКИ КУРСА "ЦИФРОВОЕ УПРАВЛЕНИЕ" ДЛЯ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ УПРАВЛЕНИЯ МИКРОСЕМ

Несомненно, предприятия агропромышленного комплекса микропроцессорной техникой — одно из главных направлений научно-технического процесса, однако разработка и внедрение САУТИ с использованием микропроцессорной техники на предприятиях АПК реализуются крайне медленно. Это можно объяснить недостатком микропроцессорных средств управления, а также отсутствием кадров по обслуживанию этих средств.

Курс "Цифровое управление" ориентирован на подготовку студентов по использованию МП техники на низком уровне управления.

Структура аналогичных дисциплин в ВУЗах, производящих подготовку кадров для промышленности, была ориентирована на проектирование специализированного аппаратно-программного обеспечения и содержание избыточной для пользователя информации затрудняющей овладение курсом.

В настоящее время промышленность наладила выпуск универсальных микропроцессорных контроллеров с большими функциональными возможностями, в которых решены задачи сопряжения с датчиками и исполнительными устройствами любого типа.

Очевидно, что при разработке САУ ТП для агропромышленного комплекса следует ориентироваться на эти контроллеры и соответственно ориентировать содержание курса "цифровое управление", которое представляется следующим:

- основные принципы работы микропроцессорных устройств, их возможности;
- сопряжение датчиков, исполнительных устройств и АСУ верхнего уровня с контроллером;
- программирование на языке "ассемблера" и релейной логики;
- характеристика основных типов программируемых контроллеров.

В результате изучения курса потребитель должен уметь обеспечить сопряжение контроллера с объектом управления (датчиками, исполнительными механизмами), составить алгоритм управления, написать программу и отладить систему.

КОРМОРАЗДАТЧИК С МИКРОПРОЦЕССОРНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ.

К.т.н. Г.Г.Влажешевич, к.т.н. В.Н.Гутман, к.т.н. В.А.Писарчик

Следуя тенденции дозированного откорма свиней многокомпонентными на основе местных кормов влажными (65-75%) смесями, в ЦНИИЭСХ разработан мобильный кормораздатчик с микропроцессорным управлением.

Выполненный по традиционной схеме кормораздатчик оборудован винтовым насосом и системой микропроцессорного управления обеспечивающими дозированную выдачу многокомпонентных смесей по заданной программе индивидуально в каждую клетку.

Система управления создана на базе промышленного программируемого контроллера КРБ-1105, сигнализатора уровня ДУ с БКС-3 и бесконтактных выключателей КВП-16 и БТП 211. Кассета процессора устанавливается в отдельном помещении (кормприготовительной) и двухжильным кабелем соединяется с кассетой входов и выходов, установленной в электрошкафу управления кормораздатчика. С помощью встроенных в кассету процессора клавиатуры и монитора можно занести в оперативную память контроллера информацию о порядковых номерах клеток, количестве свиней в каждой клетке и влажности раздаваемого корма, сменить величину дозы в каждую клетку и по всему поголовью одновременно. По внесенным исходным данным величины доз рассчитываются автоматически и сохраняются при выключенном питании контроллера.

В процессе работы кормораздатчика контролируется его положение относительно начала и конца здания и кормушек, уровень корма в бункере, состояние кассеты входов и выходов. При различных нарушениях функционирования на монитор выводятся соответствующие сообщения. Выдача корма производится по заданной программе в процессе движения. Если по достижении конца клетки требуемая доза не выдана, кормораздатчик останавливается и возобновляет движение после ее полной выдачи. Если в процессе выдачи закончился корм в бункере, кормораздатчик возвращается под загрузку. После заполнения бункера требуемым количеством корма процесс выдачи возобновляется с той клетки, где произошла остановка. Причем в эту клетку выдается недостающее количество корма.

РАЗРАБОТКА СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ИСТОЧНИКОМ НАДЫМ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПРОЦЕССОМ КОРМЛЕНИЯ ГОТОВЛЕНИЯ ДЛЯ СВИНЕЙ

к.т.н. Догинский И.П.
 к.т.н. Гутман В.Н.
 к.т.н. Червинский Б.Л.
 инженер Цалко С.А.

Разработанная система предназначается для управления перспективным технологическим процессом кормоприготовления для свиней. Включает в себя следующие подсистемы: дозированной загрузки в смесители комбикорма, мешания, сухой очистки, мойки, измельчения корнеклубнеплодов, измельчения зеленой массы, выгрузки.

Система сделана таким образом, что аварийное отключение последующей системы /в смысле массопереноса/ приводит к отключению предыдущей, т.е. забивания шнеков, транспортеров, а также другого оборудования не происходит.

Интерес представляет дозированная загрузка комбикорма в смесители, сделанная на базе задатчика импульсов ВД-50УМ4. В качестве контролирующего органа за количеством выданных доз использован счетчик импульсов типа СИ206.УМ4. Отсчет доз производится весовым дозатором поворотного типа с установленным на нем конечным выключателем типа НК-211.

Конструктивно система представляет собой один или несколько шкафов управления. Если система занимает несколько, обычно 2 или 3 шкафа управления, то она комплектуется по модульному принципу, т.е. в каждом шкафу размещается одна или несколько вышеупомянутых подсистем. Шкафы соединяются между собой линиями связи. Система выполнена на серийной элементной базе.

Система в разных исполнениях была разработана, смонтирована и успешно работает в следующих хозяйствах: колхоз "им.Калинина" Несвижского района, колхоз "им.Суторина" Копыльского района.

УДК 620.179.16

К.Т.Н., доцент Пл.
БАТУ

ПРИМЕНЕНИЕ МИКРО-ЭВМ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ПАРАМЕТРОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА СУШКИ ЗЕРНА

Органической частью современных измерительных приборов сельскохозяйственного назначения, применяемых для измерения многообразных и разнообразных параметров электрических сигналов, а также характеристик неэлектрических физических величин, стали микропроцессоры и микроЭВМ. Особенность их применения состоит в том, что реализация задачи измерения осуществляется не только аппаратными, но и программными средствами. Характерная особенность развития влагометрии - более полная автоматизация приборов путем использования микропроцессоров. Их применение позволяет за счет реализации сложных функций обработки информации и управления повысить не только точность, но и расширить функциональные возможности приборов за счет вычисления в процессе измерений величин, функционально связанных с измеряемым параметром. Наиболее удобно цифровую обработку электрического сигнала на выходе датчика влажности производить с помощью однокристальных микроЭВМ. Обладая всеми основными функциональными характеристиками одноплатных микроЭВМ, однокристальные микроЭВМ имеют ничтожно малые размеры, массу, энергоемкость, высокую надежность и низкую стоимость.

Выпускаемые в настоящее время микро-ЭВМ отличаются большим разнообразием, которое непрерывно растет.

Далеко не всем известно, что при поступлении зерна от хозяйства производится строгая проверка его влажности, чтобы предотвратить порчи при длительном хранении. Если зерно пересушивается, то ухудшается его качество и хлеб, приготовленный из него, теряет вкус. Кроме того пересушка зерна приводит к уменьшению его массы, что отрицательно сказывается на доходах хозяйства. Следовательно, в процессе сушки необходим тщательный контроль влажности и точная оценка момента окончания сушки. Применение измерителя позволит автоматически контролировать влажность зерна в процессе его сушки и своевременно отключать подогрев при достижении влажности зерна заданного, зерно не подвергнется порче.

В разработанном поточном измерителе влажности зерна применяется датчик, в основу которого положена зависимость электрической емкости зерна от его влажности. Датчик влажности содержит микроватерометр потока зерна и измерительную камеру. Применение микроЭВМ для контроля и управления технологическим процессом обработки зерна приводит к такой структуре, когда полученная информация в аналоговой форме преобразуется в цифровую форму, обрабатывается и затем вновь переводится с помощью цифро-аналогового преобразователя (ЦАП) в аналоговый вид для целей управления. В измерителе информация из регистра поступает на входы программируемого ЗУ и АЛУ. В соответствии с полученной информацией и положением программного переключателя кода культур на выходе программируемого ЗУ формируется значение поправки. В ПЗУ могут быть внесены значения поправок на 16 культур в интервале влажностей от 0 до 40%. Диапазон поправок от минус 7,9% до плюс 7,9%. Максимальная погрешность введения 0,5% влажности. АЛУ складывает информацию, полученную из буферного регистра с величиной поправки. Выходная информация через дешифратор поступает на индикатор.

Применение датчиков влажности и микроЭВМ позволяет повысить точность измерений, сохранить высокое качество продукта в процессе его переработки и экономить энергетические ресурсы, автоматизировать труд.

ДК 657.12.04

С. М. Терещенко, Л. Д. Божко, В. Б. Вишневецкий,
А. В. Игнатенко (ВелНИКТИММП)

УПРАВЛЯЕМЫЕ ЭВМ ПРИБОРЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА МОЛОЧНОГО СЫРЬЯ И ПРОДУКЦИИ.

Одним из резервов повышения эффективности производства и гарантии безопасности потребителей является внедрение быстрых инструментальных методов и средств контроля сырья, материалов, характеристик оборудования и технологических процессов. Замена устаревших, длящихся иногда неделями, методов анализа экспресс-методами позволит персоналу предприятий пищевой промышленности принимать правильные решения в самые **сжатые сроки**.

В последние годы большое внимание уделяется определению микробиологических и токсикологических характеристик - так называемых показателей безопасности - пищевого сырья и продуктов его переработки.

Микробиологические методы анализа, широко применявшиеся не только в пищевой, но и в фармацевтической, химической, электрохимической промышленности, в медицине, по-прежнему остаются одними

из наиболее длительных и трудоемких для выполнения. Микрокалориметрия является одним из перспективных направлений совершенствования микробиологического контроля производства и оптимизации биотехнологических процессов.

В БелНИКТИММП разработан многоканальный микрокалориметр для контроля качества молока и молочной продукции. Прибор имеет 8 измерительных ячеек и может работать как в режиме определения общего количества бактерий и сортировки образцов, так и в режиме измерения параметров роста микроорганизмов. Управление работой всех блоков прибора и обработка результатов измерений осуществляется встроенным микропроцессорным устройством. Предусмотрена работа прибора под контролем внешней IBM-совместимой ЭВМ.

Среди показателей безопасности одними из наиболее важных является содержание токсичных элементов. В большинстве случаев для пищевого сырья и продукции определяют содержание марганца, цинка, свинца, кадмия, ртути и мышьяка. Для выполнения соответствующих анализов имеется много методик и приборов, но все они не имеют оптимального сочетания скорости проведения анализа и предела обнаружения.

В БелНИКТИММП разработаны методики выполнения измерений, аттестованные Минским центром стандартизации и метрологии, для атомно-эмиссионного многоканального спектрометра (разработчик МП "Белинтераналит"). К основным достоинствам прибора относятся: чувствительность при работе с пищевым сырьем не хуже 20% ПДК по каждому элементу, автоматизация процесса анализа, выполнения расчетов (прибор работает только под управлением ЭВМ), наличие методик выполнения измерений.

академик УААН, проф. И. И. Мартыненко

к. т. н. Л. С. Сикора

к. т. н. А. И. Мартыненко

МОДЕЛИ КАК ОСНОВА ФОРМИРОВАНИЯ И ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ БАЗ ЗНАНИЙ

Высокий уровень сложности биотехнических объектов управления требует новых подходов к анализу и синтезу информационно-измерительных (ИИС) и управляющих (СУ) систем. Компьютеризация открывает возможность создания интеллектуальных экспертных систем, новой функциональности которых становится целенаправленное формирование и расширение базы знаний.

Предлагается подход к анализу и синтезу систем с развивающимися базами знаний на основании теории стохастических моделей и теории принятия статистических решений в целеустремленных системах. Использование знаний всегда связано с определенными целями, которые формируются в целезадающей системе, а затем используются как в целезадающей, так и в целеисполняющей системе. Наиболее сложным является процесс генерации новых знаний, происходящий при проверке соответствия модели реальной ситуации модели, сформированной в целевом пространстве базы знаний.

На основании исследований, проведенных в различных сферах деятельности (биология, экология, стекловаренная промышленность), установлено, что такие логически полные базы знаний должны иметь следующую структуру:

- модели баз знаний про предметную область исследований;
- модели баз знаний про иерархическую структуру исследуемой системы;
- модели концептуальные, параметрические, структурные целеустремленных систем разной физической природы;
- модели концептуальные, параметрические и структурные СУ и ИИС;
- модели правил формирования целевого пространства и его моделей в фазовом пространстве СУ;
- модели информационного пространства ИИС;
- модели возмущений, влияющих на параметры, структуру и стратегии СУ, СУ и ИИС;
- модели робастных стратегий контроля и управления на основе принятия решений по статистическим гипотезам;
- модель селектора новых знаний на основе адаптера концепций и правильно построенных теорий;
- модель языка функционирования экспертной и целеустремленной системы.

УДК 631.14.001.5

И.Т.Н. Ронякевич И.А.,
ААН РБ
Ихонев, Синица С.И., Вату

ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ХИВОТНОВОДСТВА

Одно из основных направлений повышения эффективности хивот-
водства внедрение автоматизированных систем управления, позво-
ляющих собирать и обрабатывать большое количество информационных
данных о производственной деятельности и на их основе осуществлять
планомерную селекционную работу, рационально использовать продук-
тивные качества хивотных: правильное, сбалансированное по продук-
тивности и по биологическому развитию хивотных кормление, поддер-
жание нормального состояния хивотных и оптимальных технологических
параметров, снижение энергозатрат.

Главным источником эффективности полной автоматизации техноло-
гических процессов хивотноводства заключается в достижении так на-
зываемого "технологического эфента", то есть в создании благоприят-
ных условий для жизни хивотных и в максимальном использовании гене-
тического потенциала хивотных при рациональном расходе кормов.

Спыт показывает, что автоматизация приводит к высокой эффек-
тивности лишь в том случае, когда обеспечивается тесное комплексное
взаимодействие между вопросами механизации, автоматизации и техно-
логий. Это в действительности не всегда соблюдается. Поэтому при
создании автоматизированных систем управления с целью обеспечения
полной автоматизации, включая сбор, хранение, обработку данных и
использование их в управлении технологическими процессами, необхо-
дима тесная взаимосвязанность работ по данным вопросам в течение
всего периода: от проведения исследований до внедрения результатов
в производство.

В автоматизации технологических процессов хивотноводства важ-
ное значение имеет наличие датчиков и исполнительных механизмов.
Датчики, предлагаемые промышленностью, в связи со специфическими
требованиями к условиям среды хивотноводства не всегда применимы.
Следовательно, проектирование, совершенствование или разработка
новых датчиков должны являться составной частью создания автоматизиро-
ванных систем управления. При этом необходимо также учитывать
такие надбавления, как миниатюризация, датчиков, создание на основе микропроцессорных технологий да контроль новых воз-
можности науки и техники.

создание эффективной автоматизированной системы управления возможно только при комплексном подходе при ее разработке. То есть задачи должны охватывать весь цикл от сбора информации датчиками, работки до управления технологическими процессами. Разработка системы только одной части этого цикла, например создание логических узлов, не приведет к нужному инновационному сдвигу. Одной из наиболее актуальных проблем при создании автоматизированных систем животноводства является разработка математических моделей, описывающих взаимосвязи параметров устройств управления с ключевыми параметрами технологических процессов. Отсутствие математических моделей для технологических процессов животноводства не позволяет на данном этапе выйти на оптимальные решения, способствует обеспечению высокой производительности, снижению себестоимости, повышению качества продукции.

Разработка и внедрение автоматизированных систем управления влечет за собой значительные изменения в требованиях к специалистам, обслуживающим эту отрасль. Они должны овладеть качественно новыми знаниями, которыми нужно специально и систематически обучать будущих воспитанников уполномоченных кадров, обслуживающих автоматизированное животноводство, должна улучшаться не только подготовка специалистов, но также планомерное повышение квалификации, обеспечение переквалификации имеющихся работников.

Уровень механизации многих объектов животноводства позволяет вводить интегрированные автоматизированные системы, которые при комплексном подходе при их разработке могут охватывать весь комплекс задач от оперативного управления до управления технологическими процессами, что является мощным средством повышения эффективности этой отрасли.

УДК 621.3.001.4

Канд. физ.-мат. наук Пашко А.А., Укр
канд. техн. наук Алексеевко В.Г., ИТАК

ПЕРЕКЛАДЧИКА АТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ДЛЯ КОНТРОЛЯ РАБОТЫ И ИСПЫТАНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ ПЕРЕКЛАДЧИКАЮЩИХ ОТРАСЛЕЙ АПК

УкрИИТ совместно с институтом проблем математических машин и систем (ИПММС АН Украины) разработана такая автоматизированная система (АС) для измерения, обработки, регистрации параметров работы оборудования перерабатывающих отраслей АПК.

В состав системы входят:

- центральный пункт управления (ЦПУ), состоящий из ЦЭВ и блока сопряжения (БС),
- блоки сбора и первичной обработки информации (БСИ),
- пульта ручного ввода информации.

ЦПУ является основным управляющим звеном системы. Обмен информацией с устройствами ЦЭВ осуществляет через БС, который при помощи шины связи подсоединен к стандартному входу RS-232C ЦЭВ. К БС при помощи шины обмена данными подсоединены четыре БСИ (базовый комплект).

БСИ осуществляет сбор и первичную обработку информации по алгоритмам, задаваемым от ЦПУ. Каждый БСИ имеет восемь аналоговых и восемь дискретных входов, а также 8 входов для двухпозиционных датчиков. БСИ являются автономными блоками, каждый из которых имеет свой адрес. Задание режимов работы БСИ, а также передача накопленных в БСИ данных осуществляется по командам ЦПУ. Пульта предназначены для передачи в ЦПУ сообщений о аварийных ситуациях, возникающих при работе или испытании оборудования.

Диапазоны входных аналоговых сигналов:

- а) от 0 до плюс 100 мВ,
- б) от минус 10 В до плюс 10 В,
- в) от 0 до 5 мА.

Уровни входных дискретных сигналов:

- а) ТТЛ-уровни,
- б) "сухой" контакт,
- в) 0 или плюс 12 В.

Частота следования входных дискретных сигналов и частота кодирования входного аналогового сигнала по каждому каналу - 160 Гц. Максимальное удаление БСИ от БС - до 500м, максимальное удаление датчиков от БСИ - до 50м.

В БСИ предусмотрено несколько способов первичной обработки информации (максимально 3 способами по каждому каналу):

- построение гистограммы,
- контроль выхода измеряемого параметра за граничные значения,
- определение экстремальных значений,
- определение среднего и дисперсии,
- запись на диск для последующей обработки (1 канал для каждого БСИ).

Программное обеспечение системы позволяет:

- формировать программу контроля работы или испытаний,
- проводить самодиагностику АС,
- обрабатывать результаты,
- формировать протокол работы,
- управлять процессом испытаний.

Таков построение АС дает возможность:

- достаточно просто перестраивать систему при сборе информации для различных видов оценок и при испытаниях различного оборудования за счет изменения количества и состава датчиков, подключаемых к АС, прикладного программного обеспечения,

- одновременно вести сбор информации с нескольких **определенных по территории предприятия объектов,**

- программное обеспечение позволяет изменять программу первичной обработки непосредственно в процессе работы АС.

Автоматизированная система упаковывается в тару и размещается на борту автомобиля типа УАЗ 452Д, используемого для транспортирования системы к объекту.

УДК 631.14.001.5

Д.т.н., профессор
Гребенуров В.А.,
БАТУ,
Турин А.Н.,
МИТСО

ВЫБОР ФУНКЦИИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО ТЕРМИНАЛА В ПТИЧНИКЕ

Процесс выращивания птиц в промышленном птичнике представляет собой совокупный процесс, состоящий из собственно процесса выращивания птиц и ряда вспомогательных: формирование микроклимата, создание освещенности, кормление, уборка помета и др. Управление вспомогательными процессами осуществляется с помощью локальных или позиционных систем автоматического управления.

Эффективное управление основным процессом выращивания птиц может быть осуществлено посредством реализации принципа управления "в большом", когда оптимальные параметры рассчитываются непосредственно в ходе управления на основе оперативной информации. Для управления "в большом" необходимы математические модели биологических объектов в виде зависимости продуктивности птиц от их возраста и параметров микроклимата. Ввиду того, что птицы на каждой птицефабрике отличаются от аналогичных на других птицефабриках из-за условий содержания, кормления, физиологических особенностей, математические модели также будут отличаться своими параметрами. Для создания таких моделей нужны экспериментальные данные по каждой конкретной птицефабрике. Сбор таких данных и последующее построение рекурсивных моделей представляет собой трудоемкую задачу. Интеллектуальный терминал осуществляет контроль за процессом выращивания птиц, но кроме этого он может осуществлять автоматическое построение математических моделей биологического объекта с использованием теории регуляризации.

УДК 621.01

к.ф.-м.н. Поляк В.Е.
 д.т.н. Долгопятав Р.М.
 Безруков А.И.
 Белоусов В.К.
 Матвеева И.Е.
 (СНХУ "Агроприбор", г. Саратов)

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ БАНК ДАННЫХ
 ДЛЯ ОБОСНОВАНИЯ ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ
 ПРОЕКТНЫХ РЕШЕНИЙ ПОСТРОЕНИЯ ХОЗЯЙСТВ
 РАСТЕНИЕВОДЧЕСКОГО НАПРАВЛЕНИЯ

Автоматизированный банк данных (АБД) "РАСТЕНИЕВОДЧЕСКОЕ ХОЗЯЙСТВО" предназначен для расчета и оптимизации технико-экономических характеристик хозяйств растениеводческого направления. Банк данных позволяет решать следующие задачи:

- выбор земельных участков для приватизации;
- расчет вариантов производства растениеводческой продукции в условиях конкретного хозяйства;
- оценка технико-экономических показателей различных вариантов производства и выбор наилучшего из них.

Конечными пользователями АБД являются фермеры, руководители кооперативных и государственных хозяйств растениеводческого направления и другие землепользователи.

Для обеспечения взаимодействия с АБД и повышения эффективности его использования в работе участвуют сотрудники консультационной фирмы и привлеченные консультанты.

На этапе адаптации АБД к конкретным условиям сельскохозяйственного в районе составляется карта земельных участков и проводится их описание. Осуществляется привязка нормативно-справочной информации к условиям района. База данных дополняется описаниями растениеводческих технологий, пригодных для использования в данном районе.

На этапе эксплуатации АБД используется при распределении земельных участков между землепользователями с фиксированием их прав собственности, а также в режиме консультирования.

Выбор земельных участков для приватизации осуществляется

по карте района, выведенной на дисплее компьютера. Условиями на карте обозначены подлежащие приватизации и уже приватизированные участки. При выборе участка на экран выводится его агротехнические характеристики, а также фамилия собственника (если участок уже приватизирован). Решение о приеме в аренду участка фиксируется в базе данных.

По заданию земледельца осуществляется моделирование конкретного хозяйства с выбором направления использования и расчетами вариантов производства, включающими адаптацию технологий к конкретным условиям производства в хозяйстве, построение графика загрузки техники, калькуляцию затрат и определения технико-экономических показателей вариантов. Окончательный выбор варианта производства земледельца проводит самостоятельно с учетом результатов расчетов и рекомендаций консультанта.

Процесс моделирования проходит в диалоговом режиме, имеется возможность возврата и повторения любой его фазы, что повышает наглядность моделирования и качество принимаемых решений.

Математические обеспечения АБД организуют дружественный интерфейс пользователя и позволяют в диалоговом режиме формулировать и решать перечисленные выше задачи. Программа написана в среде CLARION.

Внедрения автоматизированного банка данных "РАСТЕНИЕВОДЧЕСКОЕ ХОЗЯЙСТВО" в консультационные фирмы позволит существенно повысить объем и качество услуг, предоставляемых производителям сельскохозяйственной продукции.

УДК 519.688:637.1/.5

А.Т.Н., проф. Ивочкин В.А., МННБ

К.Т.Н., доц. Лысков В.Т., МННБ

ДИАЛОГОВАЯ ПОДСИСТЕМА ОПЕРАТИВНОГО
РАСПРЕДЕЛЕНИЯ СЫРЬЯ И УПРАВЛЕНИЯ
ЗАПАСАМИ НА МЯСОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕМ
ПРЕДПРИЯТИИ

Обеспечение ритмичной работы мясоперерабатывающего предприятия и получение им максимальной прибыли в условиях неравномерных поставок во многом зависит от рационального распределения сырья и управления запасами.

Решение задач контроля поставок, распределения сырья и управления запасами становится особенно актуальным при переходе на рыночные отношения, когда вводятся штрафные санкции не только за общий объем недопоставок сырья и продукции заказчиком, но и за нарушение структуры этих поставок.

Разработаны имитационная модель и программное обеспечение решения указанных задач на микро-ЭВМ с использованием удобных форм представления информации для проведения анализа и принятия решения.

Имитационная модель включает блоки контроля поставок и распределения сырья, а также анализа ситуации и принятия решения.

В первом блоке определяются возможные недопоставки сырья по каждому виду и поставщику, вырабатываются штрафные санкции к соответствующим поставщикам и на основе данных о поставках сырья, текущих запасах и заказах определяются размеры выдачи сырья заказчиком, а также размеры будущего запаса и имеющегося резерва. В качестве критерия распределения используется максимальное удовлетворение текущих заказов, т.е.

$$Z_{ij} - W_{ij} \rightarrow \min,$$

где Z_{ij} и W_{ij} — объемы текущего заказа и выдачи i -го сырья j -му заказчику.

При этом должны выполняться следующие ограничения:

— размеры выдачи сырья каждому заказчику должны быть не ниже его минимального заказа ZM_{ij} и не должны превосходить его полного заказа Z_{ij} (для создания будущего запаса)

$$ZM_{ij} \leq W_{ij} \leq Z_{ij}$$

- размер будущего запаса должен быть не ниже минимального

$$SB_i \geq SM_i$$

- количество каждого выдаваемого сырья не должно превосходить количества имеющегося сырья с учетом необходимости создания будущего запаса

$$\sum_{j=1}^M W_{ij} \leq P_i + ST_i - SB_i,$$

где P_i, ST_i - размеры поставок и текущего запаса i -го сырья;

M - количество заказчиков.

Во втором блоке на основе анализа данных о предварительном распределении сырья руководитель предприятия в случае неполного удовлетворения заказов проводит корректировку размеров выдачи сырья заказчикам. корректировка может выполняться либо путем ранжирования заказчиков (при предварительном распределении заказов приняты равнопоставочными), либо путем компенсации долга по i -му сырью имеющимся j -м сырьем. После проведения корректировки пересчитываются остальные данные: запасы, резервы и т.п.

Программное обеспечение разработано применительно к микро-ЭВМ IBM PC в системе FOXBASE, для облегчения анализа ситуации руководителем в процессе диалога с ЭВМ разработано 3-х уровней представление информации на экране дисплея:

- по укрупненным поставщикам и сырью;
- по укрупненным поставщикам и конкретному сырью, либо по конкретным поставщикам и укрупненному сырью;
- по конкретным поставщикам и сырью.

Наглядность представления информации обеспечивается соответствующим выбором цветом: данные, находящиеся в норме, выводятся на зеленом фоне; незначительно ниже нормы - на красном и существенно ниже нормы (более чем в 2 раза) - на красном мигании.

Анализ результатов машинных экспериментов на реальных данных показал, что внедрение разработанного программного обеспечения на мясоперерабатывающем предприятии повышает стабильность выполнения производственной программы.

5.9.87:37.52

А.Т.Н. проф. Ивашкин А.М. (МГНПБ),
 А.Т.М. доц. Крайнина Т.С. (МГНПБ),
 асс. Новикова Н.В. (МГНПБ)

ДИАЛОГОВАЯ ПОДСИСТЕМА "УЧЕТА И
 РАСПРЕДЕЛЕНИЯ МАТЕРИАЛЬНЫХ ПОТОКОВ"
 В ПРОИЗВОДСТВЕ СЫРОКОПЧЕНЫХ
 КОЛБАС

В условиях рыночной экономики одной из наиболее важных задач колбасного производства является обеспечение качества колбасы с оперативным учетом и рациональным распределением материальных потоков на основных технологических этапах производства. Выявление сбоев производства на начальных этапах технологического процесса позволяет вносить допустимые корректировки для сохранения валового объема выпуска продукции.

Математическая модель описывает движение материальных потоков в цехах в реальном времени.

Объем сырья готового к переработке должен быть равен объему фарша по выбранному ассортименту с учетом рецептуры:

$$Q_j = \sum_{i=1}^N x_{ij} y_i \quad j = 1 \div M; \quad i = 1 \div N$$

Q_j - объем j -го вида сырья

x_{ij} - объем j -го вида сырья в i -том виде продукции (согласно рецептуре)

y_i - объем выпуска i -го вида продукции

N - количество видов продукции

M - количество видов сырья

Суммарный объем фарша должен равняться суммарному объему выпущенных фаршей:

$$\sum_{j=1}^M \sum_{i=1}^N x_{ij} y_i = \sum_{i=1}^N z_i$$

z_i - объем фарша по i -му виду продукции

Моделирование процесса позволяет контролировать прохождение материальных потоков и их объемов, выявлять "узкие места" производства и способы их устранения, прогнозировать график реализации колбасных изделий, то есть позволяет определить объем выпуска готовой продукции на конец месяца с учетом текущих недопоставок сырья или простоя оборудования.

Разработанное программное обеспечение отображает пере-

движение сырья и готовой продукции по складам отдельных цехов в единую сводку по заводу. По каждому цеху выводится фактическое выполнение по текущему дню. В программе вычисляются отклонения от плановых норм выпуска, фактический и плановый выпуск с накоплением с начала месяца по каждому виду продукции. Для цеха готовой продукции считается тоже стоимость выражение товарной продукции.

Программа включает в себя три основные задачи:

- отчетность по заводу - объединенная сводка с расчетом по каждому отделению;
- расчет по бригадам - расчет нормативного и фактического выполнения для каждой бригады и в целом по сменам;
- контроль выходов - контроль выходов по колбасным изделиям.

Каждая из этих задач имеет автономный ввод, расчет и вывод на печать. Базы данных являются общими для всех задач, что значительно сокращает ввод данных.

Успешная эксплуатация данного программного обеспечения на псковском мясокомбинате показала высокую эффективность использования оперативной учетной информации в совершенствовании организационно-технических факторов.

УДК 519.686:637.1.5

К.Э.-М.Н., доц. Бородин А.Е., МГНП
А.Т.Н., проф. Ивашкин Н.А., МГНП

МЕТОДЫ И АЛГОРИТМЫ ФОРМАЛИЗОВАННОЙ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕГО ПРЕДПРИЯТИЯ АПИ

В современных условиях перехода к рыночным отношениям, при возрастающей конкуренции на рынке сбыта товаров, предъявляемые к качеству продуктов питания все более ужесточаются и это в первую очередь относится к дорогостоящим продуктам животноводства. Качество конечного продукта во многом определяется двумя факторами: качеством исходного сырья и совершенствованием технологического процесса его переработки.

Таким образом, для получения продукта заданного качества необходимо решить задачу его объективной и всесторонней оценки, а также обеспечить контроль за качеством исходного сырья и совершенствованием технологических и производственных операций в процессе его переработки.

Для решения поставленной задачи предлагается использовать общи универсальный критерий оценки технологического совершенства перерабатывающего производства на основе обобщенной функции желательности Ларсонтона, связанной с переработкой натурального животного сырья. Показатели в обобщенную функцию желательности можно представлять как:

Ее построение начинается с того, что методом экспертных оценок по каждой из технологических и производственных операций, включающих в себя и приемку сырья с оценкой его качества, определяется комплекс основных показателей, по которым может быть оценено как совершенство технологического процесса, так и качество продукта на каждой стадии процесса его производства по пятибалльной шкале.

В связи с тем, что область допустимых значений для показателей может быть как закрытой, так и открытой, различают показатели с двусторонними и односторонними ограничениями.

Для сопоставления разнородных показателей между собой вводится единая безразмерная шкала для всех объединяемых показателей.

Выбор шкалы зависит от априорных сведений о показателях и от той точности, с которой требуется найти обобщенный критерий.

После построения для каждого показателя своей безразмерной шкалы строится обобщенная шкала желательности. Для ее построения используются готовые, разработанные таблицы соответствия между отношениями подпорчения в имплицитской и числовой системах.

Переведенные в безразмерную шкалу желательности значения частных показателей определяются как частные желательности и могут быть сопоставлены между собой независимо от природы показателей.

Частные желательности рассчитываются по следующим формулам:

- для показателей с односторонними ограничениями

$$d_i = \exp(-\exp(-Y_i + \frac{Y_{i+1} - Y_i}{Y_{i+1} - Y_i} (\bar{Y} - \bar{Y}_i))))$$

- для показателей с двусторонними ограничениями

$$d_i = \exp(-\exp(-Y_i - \frac{Y_{i+1} - Y_i}{Y_{i+1} - Y_i} (\bar{Y} - \bar{Y}_i))))$$

где d_i - частные желательности;
 Y_{i+1}, Y_i - отметки на стандартной безразмерной шкале;
 $\bar{Y}_{i+1}, \bar{Y}_i$ - отметки на шкале частных показателей;
 $\bar{Y}$ - конкретное значение частного показателя.

После определения частных желательностей можно приступить к основной задаче - построению обобщенного критерия, так называемой обобщенной функции желательности, которая определяется как среднее геометрическое частных желательностей:

$$D = \sqrt[n]{\prod_{i=1}^n d_i}$$

где D - обобщенная функция желательности;
 n - число показателей.

В обобщенную функцию желательности могут входить самые разнообразные частные показатели: технологические, технико-экономические, статистические, организационные и т.д.

УДК 519.83

К.Ф.-м.н. А.Я.Кругер, БелНИИАСХ

ОБ ОДНОЙ ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ АПК.

Сельское хозяйство республики представляет собой сложную иерархическую систему, элементы которой характеризуются большим разнообразием и самостоятельными целевыми установками. Для описания системы предлагается трехуровневая теоретико-игровая модель, основанная на идеях информационной теории иерархических систем.

Предприятия покупают сырье и продают продукцию по рыночным ценам, формирование которых остается за рамками рассматриваемой модели. Продукция госзаказа продается по фиксированным государственным ценам. По фиксированным ценам также предприятия покупают ресурсы под госзаказ (в соответствии с доведенными до них лимитами).

Отметим, что факт наличия госзаказа, лимитов, а также дотаций не противоречит предположению о рыночных условиях хозяйствования. Это связано не только с переходным характером настоящего периода. Наличие государственного регулирования в той или иной мере характерно для сельскохозяйственного производства в любой экономической системе. По мере развития в республике рыночных отношений роль упомянутых выше факторов будет ослабевать, но, тем не менее, она все же останется значительной.

Предполагается, что предприятие планирует свою деятельность из соображений получения максимальной прибыли (при условии выполнения госзаказа для государственных предприятий).

Цель центра состоит в обеспечении выполнения госзаказа за счет рационального распределения его, а также ресурсов и дотаций между областями. В этих условиях возможны различные постановки экстремальных задач для центра. Так, можно говорить о максимизации выпуска продукции в целом по республике (в стоимостном выражении) или по каким-то группам товаров в соответствии с республиканскими программами.

Функции области аналогичны центральным. Она распределяет свою долю госзаказа, ресурсов и дотаций между предприятиями. (Кроме того, на уровне области добавляется местный госзаказ соответственно ресурсы под него и дотации). Типичная оптимизационная задача для области такою состоит в максимизации выпуска продукции.

Предлагаемая экономико-математическая модель может быть использована для анализа и сравнения между собой различных механизмов управления в реальных иерархических системах, составляющих структуру АПК, для прогнозирования развития отраслей, уровня производства отдельных видов продукции и т.д.

В дальнейшем предполагается развитие модели, в первую очередь, по двум направлениям: конкретизация структуры производственных множеств для наиболее типичных классов предприятий и введение в формулировку модели фактора времени, т.е. переход к динамической модели.

ЛБК 631.331.92

И.С.Мисса, к.т.н.
ст. прел. БАТУ

ОПТИМИЗАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ПУНКТА ХИМИЧЕСКОГО ПРОТРАВЛИВАНИЯ СЕМЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР

Важнейшее место в комплексе мероприятий по предпосевной обработке семенных материалов зерновых культур занимает химическое протравливание, которое является обязательным агротехническим приемом и в то же время наиболее совершенной и рентабельной формой применения пестицидов в сельском хозяйстве.

В качестве базового объекта принят комплекс автоматизированный пункт химического протравливания семенных материалов (ПХПСМ) зерновых культур. Основной задачей комплексной автоматизации ПХПСМ является активное воздействие на ход технологических операций непосредственно по всем технологическим линиям путем выработки заданных совокупности регуляторов с целью оптимизации работы поточной линии в условиях воздействия возмущающих воздействий.

Цель настоящей работы разработать оптимизационную модель ПХПСМ зерновых культур и определить оптимальные значения основных технологических и технических факторов, обеспечивающих максимальный выход обработанного материала.

При рассмотрении иерархической структуры управления комплексом автоматизированным ПХПСМ можно выделить три производственно технологические линии (ПТЛ): ПТЛ1 – приготовления суспензий пестицидов заданного качества и поддержания его в рабочей емкости протравливателя ПТЛ2 и ПТЛ3 – протравливания и хранения протравленных семенных материалов в герметичных металлических бункерах.

ПТЛ1 – вспомогательная с циклическим режимом работы и требует управления на трех стадиях: дозирования компонентов суспензии пестицида, пресбрызгования их по качеству в процессе перемешивания и выгрузки суспензии заданного качества в рабочую емкость. Как объект управления ПТЛ1 характеризуется десятью входными параметрами: масса и химический состав – соответственно пестицида, прилипателя, растекателя; масса, химический состав и температура воды; скорость вращения мешалки в смесителе; и двумя выходными, определяющими значение массовой доли компонентов и их равномерность по объемуготавливаемой суспензии.

Выходной параметр – массовая доля компонентов суспензии определяется не только указанными входными параметрами, но также является функцией времени в неявном виде. Следовательно, необходим непрерывный контроль выходных параметров. Такой подход, кроме того, позволяет вскрыть потенциальные источники экономии.

ПТЛ2 является основной в поточной линии ПХПСМ, а камерный протравливатель – главной машиной, которая относится к классу стационарных объектов управления.

ПТЛ3 с точки зрения управления представляет собой циклично-непрерывный процесс с длительностью цикла хранения протравленных семян от трех дней до нескольких месяцев.

Критериальная функция управления ПХПСМ определяется качественным показателем – полнотой протравливания, который в наибольшей степени зависит от соотношения расходов семян и суспензий пестицидов. Расход семян определяет производительность технологической линии протравливания и, следовательно, должен быть максимальным; расход суспензий пестицидов – уровень дополнительных затрат и должен быть минимальным.

Компромиссное решение данной задачи состоит в выборе универсальной критериальной функции – приведенные затраты:

$$P_i = F(C_i + E_n K_i; U_i) \longrightarrow \min \quad (\text{руб/т}),$$
 где C_i , K_i , U_i – себестоимость процесса протравливания, капитальные затраты и полнота протравливания целевого продукта при i -ом уровне автоматизации ПХПСМ.

Приняты следующие ограничения: $80\% \leq U \leq 120\%$; расход семян – 9...11 т/г; суспензий пестицидов – 700...1000 дм³/г; влажность семян 13...14%.

В результате оптимизации режима работы ПХПСМ по критерию - минимум приведенных затрат - получено уравнение критериальной функции, зависящее от параметров управления технологическими процессами ПХПСМ и уровня его автоматизации

$$P_i = \frac{19,36}{101,17 + 12,94 X_{2i} - y_i} \left\{ [(C_1 V_1 + C_2 G_2 + C_3 G_3 + C_4 G_4) X_{2i} / T_i V] + [(C_{Ti} + C_{Ai} + C_{Ci}) / T_i] + (C_3 W_{3i}) / T_i \right\} + C_{cm} + E_n K_i.$$

Определены оптимальные технологические параметры: расход семян - 10,97 т/ч; расход суспензии - 71,76 дм³/ч; влажность протравленных семян 12,73% и полнота протравливания семян - 83,62 ± 3,5%.

УДК 658.012

И.Т.Н. Гируцкий И.И.
К.В.Н. Меньчихин Л.А.
инж. Мур А.А.
Сидко Н.Г.
досм В.С.
БелНИИАСУ

ПЕРСПЕКТИВЫ ПОСТРОЕНИЯ ИНТЕГРИРОВАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫМ СВЕЩОКОМПЛЕКСОМ

В соответствии с принятой концепцией автоматизации производства "снизу-вверх" в БелНИИАСУ наряду с созданием и внедрением локальных систем управления, так называемых "островков автоматизации", ведутся работы по разработке комплексных и интегрированных систем управления сельскохозяйственным предприятием.

В качестве полигона для проведения исследований выбраны селекционно-гибридные центры "Белая Русь" Узденского района и "Василишки" Щучинского района. Исследования проводятся по следующим основным направлениям: технологическому, организационно-экономическому, общесистемному и программно-техническому.

Практическая невозможность использования зарубежных прот-

ческих автоматизированных систем управления, основанных на стандарте ARP/TOE, заставляет работать с более доступными программно-техническими средствами.

В ДНИИАСУ начаты пространственно-технические средства построения сетей контроллеров АСУ-1, объединения их с сетями ЦБД — совместных ЦБД. Начаты исследования по использованию АСУ архитектуры ARCMET с сетевой операционной системой *Network Life*. 1.1. Используются информационно-вычислительная сеть компьютеров квантов *Argusnet* и локальная вычислительная сеть *Arguslan*. На основе гибрида этих программно-технических средств мы планируем построение трехуровневой системы управления промышленным свиномателем.

Анализ существующих проектов и систем АСУ как организационно-экономических так и технологических показывает, что основным методом разработки является познаний. Такой подход хотя и позволяет добиваться быстрых конкретных результатов, однако, усложнение систем, потребность комплексного решения проблем управления современного предприятия тесно связаны с изменением методов и принципов проектирования. Метод новых информационных технологий управления должны стать распределенные предметные базы данных на основе ЦБД, объединенных в АСУ.

Проведенные исследования позволяют сделать только приблизительную оценку основных организационных и технологических элементов функционирования свиномателем. Высокая сложность анотехнического объекта, интенсивное развитие новых организационных форм и совершенствование технологий и ряд других факторов делают необходимым получение полной априорной информации о функционировании свиномателем, на которой мог бы базироваться процесс разработки комплексной системы управления. Поэтому единственным рациональным путем достижения высокой эффективности интегрированной АСУ в этих условиях является построение некоторой казаконтинентальной системы, которая за счет наличия избыточных ресурсов могла бы функционировать в конкретных условиях. Идея и место в процессе ее реализации. Такой подход позволяет достичь и повысить эффективность и утилизацию ресурсов для системы управления.

УСТОЙЧИВОСТЬ УПРАВЛЕНИЯ АГРО- И ЭКОСИСТЕМАМИ

Агро- и экосистемы относятся к числу сложных объектов управления (ОУ) с переменной структурой и параметрической нестационарностью. Это вытекает из общих принципов жизнедеятельности - способности к росту и развитию в условиях ресурсных ограничений, также адаптации и эволюции.

Традиционная методика оценки устойчивости, развитая в работе Чинаева, Пугачева, Красовского, требует выполнения условий наблюдаемости и управляемости, а также априорной информации о структуре объекта и источниках возмущений. Исследование сводится к анализу траектории параметров состояния в физическом пространстве динамической системы, а стратегия управления - к компенсации отклонения с помощью отрицательной обратной связи.

Для агро- и экосистем такое управление не всегда возможно, а как особенностью их функционирования является ограниченность энергетических, материальных и информационных ресурсов. При нарушении их баланса или стохастических возмущениях как объект, так и система управления могут выходить за пределы устойчивости.

Предлагаемый подход позволяет решить задачу робастного управления даже при недостаточной априорной информации о структуре параметров ОУ. Под управлением в данном случае подразумевается интеллектуальный процесс принятия решений на основании оценки динамических ситуаций, отображаемых наблюдателем, и дальнейшее прямое влияние на ОУ, приводящее к изменению траектории его состояния в соответствии с заданными целями. Структура принятия решений определяется информационной моделью, которая включает в себя модель целеустремленной системы, алгоритмы обработки сигналов, распознавание образов динамической ситуации и выбор стратегии движения к заданной цели.

Траектория состояния ОУ формируется в результате действия внешних возмущений $f(t)$ и динамического баланса ресурсов $S(t)$:

$$z = z_0 + \int_0^{t-T_n} \left\{ [S_{\text{вх}}(t) - S_{\text{вых}}(t)] g(t, \tau) dt + f(t) \right\} d\tau,$$

где $g(t, \tau)$ весовая функция объекта на интервале $[0, T_n]$.

При синтезе стратегии управления учитывается, что реальные траектории состояния ОУ носят стохастический характер и их модели имеют сложную структуру, определяемую вероятностной и детерминированной компонентами. Для устойчивого протекания процесса управления вектор динамического состояния удерживается в допустимых границах, определяющих область устойчивости (глубка Ляпунова) Π в целевом пространстве Π_c .

$$\begin{aligned} \Pi_c &= [(V_R \cup V_n \cup V_c) \times T_n] \\ V_R &= \dim(\delta^+, \delta^-), \quad V_n = \dim(\delta_{\text{gen}}^+, \delta_{\text{gen}}^-) \\ V_c &= \dim(\Delta^+, \Delta^-), \quad V_L \in V_R \end{aligned}$$

Информационной базой управления является целевое пространство, в котором выделены области параметрической V_p и структурной V_s устойчивости. В качестве индикатора параметрической устойчивости выбрана функция правдоподобия $L_\omega(t)$, а структурной устойчивости - функции спектральной плотности параметра состояния $G_\omega(\omega)$. При выходе за пределы параметрической устойчивости система способна вернуться в исходное состояние z_0 . Выход за пределы структурной устойчивости приводит к необратимым нарушениям в технологическом процессе и развалу структуры управления.

Устойчивость системы управления задается оператором на цикле обучения. В результате обучения формируется целевое пространство, определяются граничные и аварийные режимы, формируется банк данных и знаний. Дальнейшее функционирование осуществляется на базе сформированной информации. Выбор альтернатив при принятии решений происходит при распознавании образов ситуации и тенденции изменения траектории состояния. Принятие решения на управление определяется на основании сформированных знаний о допустимых динамических ситуациях с учетом функционалов качества и риска.

По характеру принятия решений на управление предлагаемая концепция адекватна принципу Баддмана-Понтрягина и критерию устойчивости Ляпунова, однако обладает значительно большей логической полнотой за счет использования теории распознавания образов и теории предельных систем.

63I.16:658.152:63I.22(476)

Шипинский А.Г., к.э.н.

ФАКТОРНЫЙ АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ КАПИТАЛЬНЫХ ВЛОЖЕНИЙ В ОБНОВ- ЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ ФОНДОВ ЖИВОТНОВОДСТВА

Влияние различных факторов на эффективность капитальных вложений в обновление основных фондов животноводства устанавливалось по совокупности хозяйств Минской области с целью выявления эффективных направлений капитальных вложений в реконструкцию, техническое перевооружение животноводческих ферм. При этом использовался метод линейной множественной регрессии и корреляций. целью устранения влияния разной обеспеченности основными фондами и трудовыми ресурсами была выбрана группа хозяйств с практически одинаковой фондооснащенностью и среднегодовой численностью работников на 100 га сельхозугодий.

В результате математической обработки данных на ЭВМ было установлено положительное влияние на результативный показатель отношение прироста прибыли от реализации животноводческой продукции к приросту основных и оборотных фондов животноводства - таких факторов, как удельный вес машин и оборудования в основных фондах и продуктивность сельскохозяйственных угодий.

Увеличение же коэффициента обновления основных фондов животноводства в целом снижает показатель - отношений прироста валовой продукции к приросту основных фондов животноводства.

В совокупности с анализом материально-технической базы животноводства, полученные результаты исследования свидетельствуют о том, что наиболее эффективным направлением воспроизводства основных фондов животноводства является реконструкция и техническое перевооружение животноводческих ферм с относительно большим удельным весом затрат в машины и оборудование по сравнению с объемом строительных работ.

Приоритетны также капитальные вложения в кормопроизводство. Строительство же новых животноводческих ферм в условиях нарушенных межрегиональных связей и высоких цен на строительные материалы затруднено и неэффективно. В последние годы это проявляется в значительном инвестиционном спаде.

ЭКОНОМИКО-ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГРАНИЦЫ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ГЕРБИЦИДОВ (НА ПРИМЕРЕ ПРОМЫШЛЕННОГО ВЫРАЩИВАНИЯ КЛЮКВЫ КРУПНОПЛОДНОЙ)

Для борьбы с сорной растительностью - постоянной спутницей клюквы, наряду с агротехническими и биологическими приемами, серьезное внимание уделяется вопросам применения гербицидов. Так, уничтожение сорной растительности раствором гербицида методом смазывания, значительно повышает продуктивность засоренных плантаций (90...100% уничтожения сорняков), снижает затраты труда с 250 - при ручной прополке до 0,6 чел.ч/га, и при соблюдении агротехнических требований не отрицательно влияет на экологию и качество продукции. Это подтверждают результаты санитарно-химического анализа клюквы, выращенной с применением на плантациях фосулена (1,0...1,25 кг/га). Определяя эффективность применения гербицидов, помимо урожайности, учитываются и интересы экологии. В связи с этим представляется актуальным построение соответствующей модели, определяющей целесообразность применения гербицидов.

Для решения этой задачи рассчитывается эффективность агротехнологии с точки зрения окупаемости произведенных затрат, то есть

$$P_z \gg (Z_r + Z_y) \cdot K_n \cdot Y_p, \quad (1)$$

где P_z - порог денежных затрат на использование гербицидов, который должен покрываться сохраненной экологически чистой продукцией, руб/га; K_n - коэффициент накладных расходов; Y_p - минимально необходимый уровень рентабельности; Z_r - затраты на применение гербицида, руб/га.

$$Z_r = C_n + P_n + Z_{с-х}, \quad (2)$$

где C_n - стоимость используемого препарата, руб/га;
 P_n - затраты на приготовление, транспортировку и внесение

рабочего раствора, руб/га; $З_{с-х}$ - затраты на санитарно-химический анализ ягод и исследование других объектов, руб/га;
 $З_y$ - расходы на уборку и доработку сохраненного урожая, руб/га.

$$З_y = X \cdot П_y, \quad (3)$$

где $П_y$ - приведенные затраты на уборку урожая, руб/т;
 X - количество сохраненного урожая с уборной площади, т/га.

$$X = Y \cdot K_{\text{с}} \cdot K_{\text{э.у}}, \quad (4)$$

где Y - урожай ягод т/га; $K_{\text{с}}$ - коэффициент биологической эффективности препарата; $K_{\text{э.у}}$ - коэффициент экологической устойчивости культуры (сорта).

$$K_{\text{э.у}} = K_{\text{о.у}} \cdot (1 - \sqrt{V_{\text{с}}}), \quad (5)$$

где $K_{\text{о.у}}$ - коэффициент относительной урожайности культуры;
 $\sqrt{V_{\text{с}}}$ - коэффициент вариации величин, влияющих на урожайность в выборке.

С учетом вышесказанного выражение (4) можно записать в следующем виде

$$X = (1 - \sqrt{V_{\text{с}}}) \cdot Y \cdot K_{\text{с}} \cdot K_{\text{о.у}}, \quad (6)$$

Определим минимальную стоимость сохраненного экологически чистого урожая с единицы площади

$$C_y = C_{\text{ц}} \cdot X \quad \text{или} \quad C_y = (1 - \sqrt{V_{\text{с}}}) \cdot Y \cdot C_{\text{ц}} \cdot K_{\text{с}} \cdot K_{\text{о.у}}, \quad (7)$$

где $C_{\text{ц}}$ - цена урожая, руб/т.

Поскольку C_y должна быть не менее затратной части операции применения гербицида и уборки ягод, формула (1) примет следующий вид

$$(1 - \sqrt{V_{\text{с}}}) \cdot Y \cdot C_{\text{ц}} \cdot K_{\text{с}} \cdot K_{\text{о.у}} \geq K_{\text{н}} \cdot Y_{\text{р}} [(C_{\text{н}} + P_{\text{н}} + З_{с-х}) + (1 - \sqrt{V_{\text{с}}}) \cdot П_y \cdot Y \cdot K_{\text{с}} \cdot K_{\text{о.у}}] \quad (8)$$

Разница между левой и правой частью выражения (8) и есть величина эффективности. Преобразовав (8), определим урожайность Y , при которой экономически целесообразно и экологически безопасно применение гербицида

$$Y \geq \frac{K_{\text{н}} \cdot Y_{\text{р}} \cdot (C_{\text{н}} + P_{\text{н}} + З_{с-х})}{(1 - \sqrt{V_{\text{с}}}) \cdot K_{\text{с}} \cdot K_{\text{о.у}} \cdot (C_{\text{ц}} - П_y \cdot K_{\text{н}} \cdot Y_{\text{р}})}, \quad (9)$$

Данные для расчета (9) приводятся в технологических картах.

УДК 519.862.3

Мироненко П.В.,
ИИТ, Москва,
в.т.н., профессор,
Грибачев В.А.,
БАТУ

ПОСТРОЕНИЕ И АНАЛИЗ СЦЕНАРИЕВ В КАЧЕСТВЕННОМ ПРОГНОЗИРОВАНИИ СЛОЖНЫХ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕС- КИХ СИСТЕМ

Предлагается подход анализа структура взаимодействия бизнесных процессов, определяющих динамику развития сложной социально-экономической системы (СЭС). В качестве теоретического ядра предлагается использовать методологии знаковых графов и импульсных процессов на них, описывающие динамику взаимодействия обратных связей СЭС. В рамках теоретического анализа знаковых графов введена понятие резонанса в импульсном процессе, поставлены и решены задачи аппроксимации произвольного графа графом специальной структуры, называемой "роза", показано, что любой импульсный процесс в розе описывается линейным однородным разностным уравнением с постоянными коэффициентами, разработана стратегия балансировки роз через вариации знаков и чисел лепестков.

Для автоматизированного построения сценариев развития СЭС разработан метод интерактивного построения причинно-следственных связей, определяющих поведения СЭС, основанный на так называемой структурной матрице этой системы, предложены различные, в том числе и вероятностные, интеграции структурной матрицы в знаковый граф, называемый облаковой структурой СЭС. Процесс построения сценария в этой связи заключается в последовательной аппроксимации возможной траектории СЭС в фазовом пространстве состояний отрезками траекторий импульсных процессов на облаковых структурах.

В качестве иллюстрации анализируется программа "500 дней", проекты лицензирования эмиссии вредных веществ для управления экологическим риском. При этом аналитически ищутся стратегии управления.

УДК 669.72.15;622.7:534

Н. И. ВОХАН
Н. Г. ЕФИМОВ
Н. Г. ЛЕБЕДИНКОМАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА
ОЧИСТКИ РАСПЫЛИТЕЛЕЙ ФОРСУНОК ТОПЛИВНЫХ
НАСОСОВ

Распылители форсунок топливных насосов относятся к наиболее загрязненным деталям дизельных автотранспортных двигателей. Основную часть их загрязнений составляют нагары, являющиеся особенно прочными и трудноудаляемыми углеродистыми отложениями.

В настоящее время для очистки деталей от нагаров применяют термохимический способ очистки в расплаве солей при температуре 380...420°C с последующим охлаждением до 120...150°C, промывкой проточной водой и кислотной обработкой. Общее время очистки при этом составляет 15...45 мин. Такой процесс весьма трудоемкий, длительный, токсичный, ресурсо- и энергетический.

Предварительные исследования показали, что устранить отмеченные недостатки и повысить эффективность процесса очистки форсунок можно путем применения погружного способа очистки в водных растворах широко примененных синтетических моющих средств (СМС) технического назначения, моющее действие которых интенсифицируется введением в очищаемую среду мощного ультразвукового поля.

В результате теоретических исследований на основе фундаментальной теории кавитации получена математическая модель процесса ультразвуковой очистки (УЗО), характеризуемого названными нами критерием качества очистки и определяемого остаточной загрязненностью: K :

$$K = F(h_z, \rho_z, k_z, t, p, \eta, T, p_0, K_{\text{см}}, f, A, c),$$

где h_z , ρ_z , k_z - соответственно толщина слоя, плотность загрязнений и их критическая концентрация в растворе; t - время очистки; p , η , T - соответственно плотность, вязкость и температура раствора; p_0 - гидростатическое давление раствора; $K_{\text{см}}$ - концентрация СМС в растворе; f , A , c - соответственно частота, амплитуда и скорость ультразвуковых колебаний в растворе.

Расчет на ЭВМ, графическая интерпретация и анализ математической модели показали следующее.

Критерий качества УЗО сложным образом зависит от физико-химических свойств очищаемых загрязнений и моющих растворов, технологических параметров процесса очистки и параметров ультразвукового поля.

Полученная модель дает возможность априори исследовать процесс УЗО деталей и выбрать основные влияющие факторы с целью проведения дальнейших экспериментальных исследований.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Нагорский И.С. Принципы моделирования сельскохозяйственных объектов	3
2. Мартыненко И.И., Сикора Л.С., Мартыненко А.И. Информационно-ресурсная модель биосистемы растение - среда.	4
3. Севернев М.М., Колос В.А., Ловкис В.Б. Математическая модель энергетического анализа технологии и комплексов машин в растениеводстве.	5
4. Анискин В.И. Оптимизация параметров зерносушки моделированием процесса на ПЭВМ.....	6
5. Еникеев В.Г. Принципы создания устройств контроля качества работы с.х. агрегатов с использованием процедур моделирования на цифровых ЭВМ.....	7
6. Мусин А.М. Математическое моделирование биотехнических систем животноводства.....	8
7. Грабауров В.А., Пашенко Ф.Ф. Оптимальное управление биотехническими системами промышленных птичников при помощи декомпозированных моделей.....	9
8. Озерова В.П. Автоматизированная система вероятностного моделирования технологических процессов	10
9. Емелев А.В. Программирование биологических систем.....	11
10. Андреев В.К. Энергетическая модель биосистемы зерновки пшеницы в технологическом процессе оценки ее жизнеспособности.....	12
11. Сидоренко Д.А. Применение последовательного симплексного метода при идентификации динамических объектов и оптимизация систем на ЭВМ.....	13
12. Есаков Д.В., Котов Б.И. Математическое моделирование процесса сушки растительного сырья.....	14
13. Дедок Н.Н. О свойствах траекторий одной системы дифференциальных уравнений.....	16
14. Чигарев Д.В., Аммар Мухуб Мусса. Энергетический критерий к определению агротехнической повреждаемости почвы.....	17

16. Орда А.Н. Математические модели процесса деформации почвы.....	18
16. Довикс З.В., Буйнич Г.В. Моделирование рабочих органов почвообрабатывающих машин.....	19
17. Маценский А.А. Моделирование процесса разработки неоднородных сред фрезерными машинами.....	20
18. Нагорский И.С., Божок В.Н. Релаксационная модель взаимодействия градоделателя с почвой	22
19. Воронина В.А., Пащенко Ф.Ф. Моделирование миграции радионуклидов в почве.....	23
20. Гедроит Г.И., Друть И.Е. Моделирование процесса взаимодействия колеса с почвой	24
21. Маценский А.А., Четкин А.Д., Друть И.Е. О математической модели процесса взаимодействия гусеничного двигателя кормоуборочного комбайна с задернованными почвами.....	26
22. Чеботарев В.П., Карталович С.М. Применение теории планирования эксперимента при исследовании процесса уборки зерновых культур методом очесывания на корню.....	27
23. Мзаков Ф.Я., Полевик Н.Д., Артамонов А.Ю. Принципы моделирования влияния предпосевной обработки семян энергией СВЧ на продуктивность с.-х. культур.....	28
24. Бохан Н.И., Маркевич В.В. Аналитическое моделирование процесса воздействия ультразвука на семена зерновых.....	30
25. Размыслович И.Р., Маруда Н.С., Астрахан Б.М. Математическая модель процесса формирования заданного параметра гребня с одновременными фрезерной обработкой почвы и посадкой клубней картофеля комбинированной сажалкой.....	31
26. Гроцкий Л.М. Модель взаимодействия стеблей картофельной ботвы с ботвосрезающим устройством.....	32
27. Радишевский Г.А., Сташинский Р.С., Биза Д.С. Математическое моделирование параметров приемной части картофелеуборочных машин с активным демехом.....	33
28. Девин В.В. Модель взаимодействия продольного комкоразрушающего устройства с сепарирующей прутковой поверхностью.....	34

29. Нагорский И.С., Жуковский М.Д. Обоснование параметров питателя-загрузчика зеленой массы	35
30. Колоско Д.Н., Нагорский И.С. Анализ работы выгрузчика стебельчатых культур	36
31. Мисун Л.В. Математическая модель процесса уборки ягод брусничных культур.....	37
32. Буянов В.П., Шевчик Н.Е., Круглень В.Е., Колей Г.Ч. Моделирование процесса автоматического вождения свеклоуборочного комбайна	39
33. Николаенков А.И., Плященко С.И. Использование метода статистических испытаний (Монте-Карло) при определении параметров автопоения.....	41
34. Терпиловский К.Ф., Кольга Д.Ф., Бобрович В.Н. Математическая модель определения производительности ультрафильтрационной установки при сгущении навозных стоков.....	42
35. Мартыненко И.И., Чмиль А.И. Моделирование и оптимизация процессов анаэробного сбраживания навоза.....	44
36. Мартыненко И.И., Дысенко В.Ф. Математическая модель промышленного птичника	46
37. Пашко А.А. Марковские модели технологических комплексов в растениеводстве.....	48
38. Сурунжнер Р.И., Гурский Н.И. Математическая модель и универсальный программный комплекс автоматизированного проектирования конструкций, подверженных динамическим и статическим воздействиям.....	49
39. Дашков В.Н., Капустин Н.Ф. Математическое моделирование суточных изменений параметров атмосферного воздуха и плотности потока солнечной радиации в период заготовки кормов....	50
40. Кузьмич В.В. Моделирование процессов теплопереноса в установках для подогрева воды на нужды сельскохозяйственного производства с использованием солнечной энергии.....	51
41. Котов Б.И. Математическое моделирование низкопотенциальных солнечных воздухонагревателей.....	52

42. Дашков В.Н., Кузьмич В.В., Снежко Э.К. Моделирование процессов тепло- и массообмена в узких каналах водонагревательных и испарительно-конденсационных гелиосистем..... 53
43. Севернев М.М., Троцкая Т.П. Моделирование процессов сушки зерна в озоновоздушной среде и оценка энергетических показателей..... 54
44. Герасимович Л.С., Крутов А.В. Математическое описание температурного напора поверхностно-распределенного электронагревателя методом электрической аналогии..... 55
45. Дашков В.Н., Кузьмич В.В. Применение ПЭВМ для оптимизации технических характеристик гелиоустановок..... 57
46. Севернев М.М., Кузьмич В.В., Китиков В.О. Математическое моделирование автономной гелиоводонагревательной системы с принудительной циркуляцией..... 58
47. Прищепов М.А. Математическое моделирование динамических характеристик многозонных электродных электронагревателей.... 59
48. Куликов А.Г., Литовский А.М. Моделирование процесса охлаждения молока с использованием естественного холода..... 61
49. Глушаков В.С., Николаевич А.И. Применение метода математического моделирования при проектировании жидкостно-масляных теплообменников..... 62
50. Дробышевский Ч.В., Боровиков В.Ф. Моделирование рабочего процесса дизеля при пуске..... 64
51. Бохан Н.И., Исаева Н.В. Математическая модель измерения концентрации мочных растворов с компенсацией температурной погрешности..... 65
52. Бохан Н.И., Евтихийев Н.Г. Оптико-кондуктометрические модели состояния мочных растворов..... 67
53. Евтихийев Н.Г., Бохан Н.И. Моделирование процессов оптико-акустического контроля концентрации мочных растворов на сельскохозяйственных ремонтных предприятиях..... 68
54. Минса И.С. Математическая модель термокондуктометрического расходомера суспензий..... 70
55. Дмитриев А.М., Зобнин Д.А., Родов Е.Г. Система машин перерабатывающих предприятий: модель развития и исследования их целостности..... 72

56. Пастухова З.М. Математическая модель технологического процесса получения кумыса..... 73
57. Дценко И.Б., Зяц Е.М. Математическая оптимизация процесса электрокоагуляции белков картофельного сока..... 75
58. Соломонко И.Н.; Бохан Н.И. Моделирование колебаний силового агрегата на упругой подвеске дизельного автомобиля.... 76
59. Мичилов В.К., Орда А.Н., Лазарев Г.А. Применение ЭВМ при кинематическом исследовании шестизвенных механизмов..... 77
60. Брей Д.В., Брей Л.Н. Оптимизация параметров комплекса машин для уборки с.х. культур с использованием аналитических методов моделирования..... 78
61. Погорелый Л.В., Осипов Н.М. Модели гибких технологических процессов..... 80
62. Добын Г.Ф., Подашевский И.Я., Моисеенко Т.А. Разработка автоматизированной системы расчета и технико-экономического обоснования рациональных параметров агрегатов, комплекса машин и состава МТП хозяйства..... 81
63. Руденко И.Г. Моделирование системы машин в ходе оперативного планирования механизированных работ в сельхозпредприятии методом матричной расценки событий на ЭВМ..... 82
64. Шаповалов В.Д., Нагорский С.И. Программное обеспечение АСУТП адресного обслуживания животных на молочной ферме..... 83
65. Плященко С.И., Николаенков А.И., Басько В.А. Аналитические принципы выбора модуля объектов свиноводства..... 84
66. Кравцов М.К. Многокритериальная модель размещения товаров на складе базы снабжения..... 85
67. Кравцов М.К. О неразрешимости с помощью алгоритма линейной свертки многокритериальных задач развозки..... 86
68. Кубарко А.Н. Автоматизированная система обработки на персональных ЭВМ путевых листов автомобилей для сельхозпредприятий. 88
69. Гребцова О.П., Придухо В.Т. Использование шариковинтовых механизмов сельскохозяйственной техники. Математическое моделирование и многокритериальная оптимизация шариковинтовых механизмов..... 89

70. Винокуров Д.И. Комплекс инструментальных программных средств для построения систем параметрического проектирования сборочных единиц..... 90
71. Придухо В.Т. Моделирование и многокритериальная оптимизация сельскохозяйственных машин и механизмов..... 91
72. Степанцов В.П., Шауро С.В. Опыт работы по созданию системы управления информационной базой данных технических характеристик электрооборудования..... 92
73. Ковалева И.Л. Поиск аналога при разработке технологических процессов механообработки..... 93
74. Подашевский И.Я., Степанцов В.П. ППП BELSVET для автоматизации проектирования осветительных установок..... 94
75. Напрасников В.В., Русакова Л.А. Подсистема автоматизированного расчета деталей при плоской деформации с использованием метода граничных элементов..... 95
76. Терещенко С.М., Игнатенко А.В. Программное обеспечение приборов, контролирующих показатели безопасности мясо-молочного сырья и продукции..... 96
77. Добыль Г.Ф., Подашевский И.Я., Момсенко Т.А. Разработка и обоснование инженерных решений производственных задач с применением ЭВМ..... 97
78. Ероховец Т.В., Степанцов В.П. Расчет таблиц значений удельной мощности осветительных установок, выполненных светильниками ГРЛВД..... 98
79. Винокурова В.И., Лукьянович И.Р. Экспертная компонента в САПР сложнорезущих инструментов..... 99
80. Лептеев А.А., Фурунжиев Р.И., Авлукова Д.Ф., Мильнер Ф.Г., Кулик О.А. Моделирование некоторых объектов сельскохозяйственного машиностроения применительно к САПР..... 100
81. Лептеев А.А., Авлукова Д.Ф., Чайцин А.Н. Функциональные и ситуационные модели при определении областей применения мини-техники..... 101
82. Давыдок В.П. Механико-математические основы моделирования динамики сложных детерминированных систем..... 103

83. Фурунжиев Р.И., Мильнер Ф.Г., Павловский Л.Б., Шабeka Л.С. Коллективные базы знаний и данных в компьютеризированной системе ВТУЗа.....	104
84. Гайдук Н.Е., Подашевская Е.И., Степанцов В.П. Автоматизация процесса планирования учебной нагрузки ВУЗа.....	105
85. Напрасниког В.В., Швайкова Е.А. Методика проведения и состав лабораторных работ по курсу "Математическое моделирование в САПР".....	106
86. Степанцов В.П., Фурунжиев Р.И. Курс "Математические модели и методы в расчетах на ЭВМ" в системе непрерывного компьютерного образования.....	107
87. Лептеев А.А., Авлукова Д.Ф., Шабeka Л.С., Мильнер Ф.Г., Павловский Л.Б. Компьютерная графика в учебном процессе ВТУЗа.	108
88. Сидоренко Д.А. Применение моделирования на персональных ЭВМ при изучении вопросов теории автоматического управления...	109
89. Подашевская Е.И., Подашевский И.Я., Степанцов В.П. Использование специализированной программной оболочки для разработки контролирующие-обучающих курсов.....	110
90. Терпиловский К.Ф., Худошевский В.Я. Методика разработки контрольно-обучающих программ (КОП) с использованием ЭВМ.....	111
91. Артемова В.П., Подашевский И.Я. Использование вычислительной техники для обучения и контроля знаний по курсу Начертательной геометрии.....	112
92. Ветрова В.Т., Неманова И.Т. Использование контролирующих программ ПЭВМ в физическом практикуме.....	113
93. Ветрова В.Т. Роль ПЭВМ при организации многоуровневого текущего контроля знаний студентов.....	114
94. Полушкина С.И., Соснина Т.В. Разработка и использование системы автоматизированного тестового контроля знаний студентов по химии.....	116
95. Ветрова В.Т. Изучение электростатических полей методом моделирования на ПЭВМ	117
96. Корко В.С., Коцетова Э.Л., Доверов В.Н. Применение персональных ЭВМ в учебном процессе на кафедре Электротехники.....	118

97. Дугаков Н.Ф., Ветрова В.Т. Основные направления применения ЭВМ на кафедре Физики БАТУ.....	119
98. Ветрова В.Т., Веселко Н.И., Поклонская Т.И., Шарапо С.В. Возможности применения ЭВМ в процессе преподавания Физики на Подготовительном отделении БАТУ.....	120
99. Герасимович Л.С., Коротинский В.А. Компьютеризация учебного процесса по дисциплинам кафедры "Энергетика".....	121
100. Дубиковский Г.П., Линкевич А.В. Особенности использования персональных компьютеров при изучении курса Агрохимии.....	122
101. Беремейчик Л.А. Перспективы использования ЭВМ на кафедре Основ агрономии.....	123
102. Дашук А.Д. Возможности компьютера при изучении курса "Производственная педагогика".....	124
103. Борисов В.М., Танана Л.А., Кутило Ж.С. Интенсификация и эффективность самостоятельной работы студентов в условиях компьютеризации учебного процесса.....	125
104. Грабауров В.А. Использование ППП для преподавания дисциплины "Математические модели в расчетах на ЭВМ".....	127
105. Дудников И.Л., Матюнина Л.Н. Применение ЭВМ для контроля знаний студентов по курсу "Электроника".....	128
106. Сафьян И.Г., Дрозд А.Ф., Детскина Р.В. Построение компьютерных языковых тренажеров для обучения английскому языку.....	129
107. Хрущев А.А., Сырцов В.Л., Дятлов М.К., Касьянова Т.В., Борисевич М.Н. Методические аспекты преподавания дисциплины "Вычислительная техника и программирование".....	130
108. Куприянич В.В., Назаров А.И. О классификации программных средств для учебного процесса.....	131
109. Корольков И.В., Королькова Л.И. Немарковская модель немарковского процесса.....	132
110. Василевич Н.Д. Система линейных дифференциальных уравнений второго порядка в почти разрешимой группе монодромии.....	133
III. Салун О.Л. Перспективы применения экспертных систем в учебном процессе.....	135

112.	Шеповалов В.Д., Иванов Ю.Г. Компьютерная система обслуживания животных на молочной ферме.....	136
113.	Гриневич Е.Г. Разработка обобщенной модели и постановка задачи синтеза оптимальной структуры систем контроля и управления технологическими процессами агропромышленного производства.....	136
114.	Карташенич В.Н. Состояние и перспективы развития новой информационной технологии в защите растений.....	138
115.	Дудников И.Л. Применение микро-ЭВМ и микропроцессоров в системах автоматизации с.-х. производства.....	140
116.	Поляк В.Е., Безруков А.И., Филоффов Ю.В., Шигаева О.Г., Лазовский В.В., Мочалов В.И. Автоматизированная система для проведения экспертизы научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в АПК.....	141
117.	Поляк В.Е., Безруков А.И., Белоусов Ю.В., Шигаева О.Г., Андрюшенко С.А., Лазовский В.В., Мочанов В.И. Использование автоматизированной информационной системы для экспертизы научно-технических программ.....	143
118.	Ключков А.В., Добышев А.С. Качественная оценка значимости факторов управляемых сельскохозяйственных процессов.....	145
119.	Герасимович Л.С., Кубарко А.Н., Крутов А.В., Салун О.Л. Экспертная система выбора приоритетных мероприятий по энергосбережению в сельскохозяйственном производстве.....	147
120.	Сиаственный В.П. Математическое моделирование формирования поправочного коэффициента при разработке метода прогнозирования несинусоидальности напряжения в сельских низковольтных электрических сетях.....	148
121.	Изаков Ф.Я., Попова С.А. Оптимизация температурного режима в теплице по экономическим критериям.....	150
122.	Грабауров В.А., Тубольцев А.Л. Построение математической модели продуктивности птиц с заданной структурой.....	152
123.	Бурганская Л.И. Применение второго метода Ляпунова для исследования систем автоматического управления некоторых сельскохозяйственных агрегатов.....	153

124. Паденко Ф.Ф., Чернышев К.Р. Рекуррентные алгоритмы идентификации нелинейных систем..... 154
125. Грабауров В.А., Гавриленко В.В. Разработка структуры АСУ ТП беспривязного содержания КРС на откорме..... 156
126. Гируцкий И.И. Итоги промышленной эксплуатации локальных АСУ ТП 157
127. Сидоренко В.А., Досин В.С. АСУ ТП откорма на промышленных свинокомплексах..... 159
128. Фурсенко С.Н. Моделирование локальных АСУ ТП 160
129. Фурсенко С.Н. Методология постановки курса "Цифровое управление" для пользователя управляющих микро-ЭВМ..... 161
130. Валюшкевич Г.Г., Гутман В.Н., Писарчик В.А. Кормораздатчик с микропроцессорным управлением..... 162
131. Логвинович И.П., Гутман В.Н., Червинский В.Л., Цялко С.А. Разработка системы автоматического управления многофункциональным технологическим процессом кормоприготовления для свиней..... 163
132. Пляц О.М. Применение микро-ЭВМ для контроля параметров технологического процесса сушки зерна..... 164
133. Терещенко С.М., Божко Л.Д., Вишневский В.Б., Игнатенко А.В. Управляемые ЭВМ приборы для контроля качества мясомолочного сырья и продукции..... 165
134. Мартыненко И.И., Сикора Л.С., Мартыненко А.И. Модели как основа формирования и функционирования баз знаний..... 167
135. Ромашкевич И.А., Сяница С.И. Организационно-методические проблемы автоматизации животноводства..... 168
136. Пашко А.А., Алексеев В.Г. Передвижная автоматизированная система для контроля работы и испытания оборудования перерабатывающих отраслей АПК..... 170
137. Грабауров В.А., Турин А.Д. Выбор функций интеллектуального терминала в птичнике..... 172
138. Поляк В.Е., Долгоплатов Р.М., Безруков А.И., Белоусов В.К., Матвеева И.Е. Автоматизированный банк данных для обоснования организационно-технологических проектных решений построения хозяйства растениеводческого направления..... 173

139. Ивашкин Д.А., Лысков В.Т. Диалоговая подсистема оперативного распределения сырья и управления запасами на мясоперерабатывающем предприятии..... 171
140. Ивашкин Д.А., Крашкина Т.С., Аббакумова Н.В. Диалоговая подсистема "Учет и распределения материальных потоков" в производстве сырокопченых колбас..... 171
141. Бородин А.В., Ивашкин Д.А. Методы и алгоритмы формализованной оценки качества функционирования перерабатывающего предприятия АПК..... 171
142. Крутер А.Я. Об одной экономико-математической модели функционирования АПК..... 181
143. Мисса И.С. Оптимизационная модель пункта химического протравливания семенных материалов зерновых культур..... 181
144. Гируцкий И.И., Меньчихин И.А., Жур А.А., Силко Н.Г., Досин В.С. Перспективы построения интегрированных систем управления промышленным свиногомлексом..... 181
145. Мартыненко И.И., Сикора Д.С., Мартыненко А.И. Устойчивость управления агро- и экосистемами..... 181
146. Шипинский А.Г. Факторный анализ эффективности капитальных вложений в обновление основных фондов животноводства..... 181
147. Мисун Д.В. Экономико-экологическая модель определения границы эффективности применения гербицидов (на примере промышленного выращивания клубны крупноплодной)..... 181
148. Миронов П.В., Грабауров В.А. Построение и анализ сценариев в качественном прогнозировании сложных социально-экономических систем..... 191
149. Бохан Н.И., Евтихьев Н.Г., Лебедев И.Г. Математическое моделирование процесса очистки распылителей форсунок топливных насосов 191