

## АСПЕКТЫ ФОРМАЛИЗАЦИИ ЗНАНИЙ В ИНФОРМАЦИОННЫХ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМАХ ДЛЯ РАСТЕНИЕВОДСТВА

*В. В. Якушев, Б. А. Телал, С. Г. Часовских, Д. А. Матвеев*  
Агрофизический НИИ, Санкт-Петербург

Эффективное использование агротехнологических знаний, накопленных в агрономии, осуществляется при помощи информационных технологий. Это, в свою очередь, требует создания специализированного программно-математического инструментария по представлению, формализации и обработке всего спектра агротехнологических знаний. Все это определяется с помощью средств, методов, а также понятийного и соответствующего инструментального аппарата.

Большая часть агротехнологических знаний носит описательный характер, и поэтому в расчетных моделях их трудно использовать, поскольку для этого необходимо научиться формализовывать знания. Возникшие трудности связаны с несовершенством применяемого аппарата математического моделирования, который не предназначен для описания и учета всех особенностей технологических процессов [1].

Наибольшие трудности при разработке информационных интеллектуальных систем (ИИС) в настоящее время вызывает не машинная реализация систем, а предварительный этап анализа знаний и проектирования базы знаний. Этим занимается специальная наука – инженерия знаний [2].

Использование понятийного аппарата, разработанного в АФИ на основе обобщенных логико-лингвистических моделей, позволяет осуществить формализацию знаний экспертов-специалистов в области агротехнологий.

Очевидно, что в основе любого сельскохозяйственного производства лежат агротехнологии (АТ). Выбор тех или других агротехнологий и определение их параметров лежат в основе планирования на любом сельскохозяйственном предприятии. Агротехнологии, описывающие порядок выполнения и параметры агротехнических операций в общем виде - базовые агротехнологии (БАТ) (рис.), необходимо адаптировать для конкретных природно-климатических и хозяйственно-экономических условий предприятия, определить параметры выполнения каждой агротехнической операции. В таком случае они будут являться адаптивными агротехнологиями (ААТ).

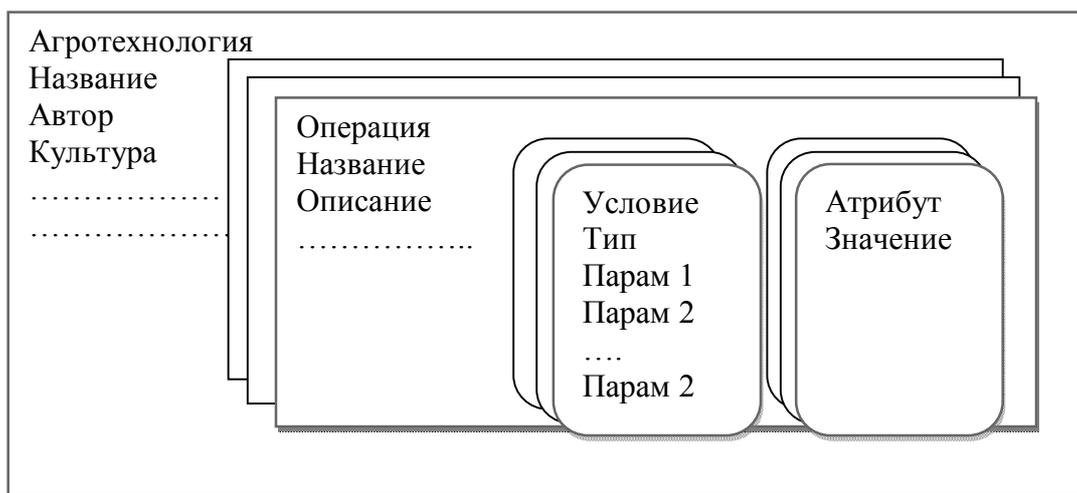


Рис. Обобщённая структура объектного описания БАТ

В качестве единицы описания и хранения *АТ* предлагается использовать контейнер для *набора кластеров*, составленных из **операции**, **условий** (правил) и **атрибутов** её выполнения, представленных в виде композиции соответствующих объектов. Условия представлены правилами и логическими функциями (предикатами). Правила и функции имеют смысл и вычисляются в контексте контейнера (*АТ*). Модель не накладывает ограничений на тип логики правил, он учитывается в процессе их комбинирования. Атрибуты могут хранить значения и способы их вычисления при помощи наборов правил, функций и подключаемых модулей. Операции составляют суть *АТ* и задают контекст для вычисления правил и атрибутов.

*АТ*, в свою очередь, понимается как набор операций, организованных во времени и пространстве. Знания в данном случае представляют собой ответы на вопросы, связанные с условиями и атрибутами выполнения как агротехнологии в целом, так и отдельной операции (когда, как, чем, сколько, на какую глубину и т. д.). Таким образом, предлагаемый способ представления знаний не ограничен правилами или типом логики, лежащей в их основе, включает расчеты и поясняющую информацию и ориентирован на обеспечение эффективного доступа к ним человека, а не на полную автоматизацию рассуждений и управления (принятия решений).

Для получения согласованного набора описаний все артефакты, используемые в описаниях *АТ*, сведены в глоссарий и только через него используются и добавляются в систему. Так как авторы ориентируются на создание расширяемых ИИС, в том числе и за счет сторонних разработчиков программных модулей, математических моделей и собственно описаний *АТ*, то возникает известная проблема однозначности определений типов и понятий в предметной области и их взаимосвязей. Решить данную проблему полностью не удастся пока даже на уровне человеческого общения, не говоря уже о создании единого формализованного понятийного аппарата.

Авторы считают, что специалистам в данной предметной области необходимо проводить работы по созданию некоего единого для всех формализованного описания хотя бы основных понятий предметной области. Базы знаний

должны учитывать, в том числе, и знания выбывающих специалистов (вышедших на пенсию, уволившихся и пр.) и хранить большие объемы данных и информации из различных источников [3].

Существуют различные подходы, модели и языки описания данных и знаний. Однако все большую популярность в последнее время приобретают онтологии. Онтология, по определению Грубера [Gruber, 1997], есть спецификация концептуализации, формализованное представление основных понятий и связей между ними. Онтология – это структурная спецификация некоторой предметной области, ее формализованное представление, которое включает словарь (или имена) указателей на термины предметной области и логические выражения и описывает, как они соотносятся друг с другом. Таким образом, онтологии обеспечивают словарь для представления и обмена знаниями о некоторой предметной области и множество связей между терминами в данном словаре.

Проектирование и разработка онтологий, т. е. онтологический инжиниринг, не является тривиальной задачей. Он требует от разработчиков профессионального владения технологиями инженерии знаний – от методов извлечения знаний до структурирования и формализации [4]. При явном интересе к онтологическому инжинирингу на сегодняшний день не существует промышленных систем проектирования онтологий. Тем не менее, по мнению авторов, разработка онтологии растениеводства может стать существенным шагом вперед в формализации знаний в области растениеводства.

### **Литература:**

1. Якушев В. В. Информационно-технологические основы прецизионного производства растениеводческой продукции. Автореферат диссертации. СПб.: АФИ, 2013.
2. Гаврилова Т. А., Лещева И. А., Кудрявцев Д.В. Использование моделей инженерии знаний для подготовки специалистов в области информационных технологий // Системное программирование. СПб., СПбГУ. 2012. № 1.
3. Гаврилова Т. А. Онтологический инжиниринг, [http://bigc.ru/publications/bigspb/km/ontolog\\_engeneering.php](http://bigc.ru/publications/bigspb/km/ontolog_engeneering.php)
4. Гаврилова Т. А., Хорошевский В. Ф. Базы знаний интеллектуальных систем: учебник для вузов. СПб.: Изд-во Питер, 2000.

## **МЕТОДОЛОГИЯ ПРИМЕНЕНИЯ БИНАРНОЙ РЕГРЕССИИ В ТОЧНОМ ЗЕМЛЕДЕЛИИ**

*В. М. Буре*

Санкт-Петербургский Государственный университет

Методология точного земледелия предполагает широкое применение компьютерных технологий и автоматизированных систем анализа данных, непрерывного сбора и обработки статистической информации [1].

Во многих прикладных исследованиях зависимыми переменными являются дихотомические или бинарные величины, которые принимают значения единица и ноль. Для статистического анализа таких данных обычно используется бинарная регрессия или, иными словами, логит и пробит анализы [2–6].