

также использоваться в студенческих лабораторных практикумах. Техническая реализация комплекса при определенных условиях достаточно несложная, а стоимость компонент весьма незначительная.

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке БРФФИ (договор №Ф13-024).

Литература

1. Шмидт В. Оптическая спектроскопия для химиков и биологов. Москва: Техносфера, 2007. – 368 с.
2. Microchip. <http://www.microchip.com/>.
3. Matlab. <https://ru.wikipedia.org/wiki/Matlab/>.
4. Scilab. <https://ru.wikipedia.org/wiki/Scilab/>.

УДК 631.15: 004.9

ПЛАНИРОВАНИЕ ОБРАБОТКИ ПОЛЕЙ В КОРМОПРОИЗВОДСТВЕ

Галушко Е.В., канд. техн. наук, доцент, Карпович А.М., Сеньков А.Г., канд. техн. наук, Горный А. В., канд. с.-х. наук, доцент, Шестаков К.М., канд. техн. наук, доцент
(¹Белорусский государственный аграрный технический университет, Минск;
²Белорусский государственный университет, Минск)

Введение

Значительное место в программных комплексах поддержки решения агрономических задач занимает база данных и ее сердцевина - таблицы описания полей [1]. В них сосредоточена реальная информация о плодородии, истории смены выращиваемых культур, содержанием почвы и ее структуре. Именно эти данные составляют основу планирования посадки кормовых культур. Их ведение - важная задача для агрономической службы хозяйства.

В данном вопросе установились термины[2], которые будем использовать и в данной работе. Поле – группа участков, используемых для земледелия, имеющих единый севооборот сельскохозяйственных культур и одинаково маркированных на картограммах хозяйства. Контур поля – линия границ поля. Кроме контуров полей важной информацией для базы данных являются и сведения о структуре и характеристиках почвы. Шаг за шагом формируется довольно большое количество показателей, которые вносятся в строки таблицы полей базы данных хозяйства. Для решения задач необходимо накапливать сведения о севообороте, возделываемых культурах и их урожайности, усредненных значениях содержания в почве питательных веществ и т.д. для каждого поля.

История полей привязывается к году планирования урожая. Прошедшие год начинаются с обработки стерни и заканчиваются моментом вывоза урожая с поля. История содержит кольцо лет, размер которого равен наиболее длительному севообороту плюс планируемый, и стек, длительность которого выбирается исходя из возможных ошибок при составлении плана и необходимости перепланирования. Проще всего величину стека принять равным величине кольца. Стек заполняется автоматически при фиксации данных, как запланированных. Запланированные данные помещаются в кольцо, вытесняемые помещаются в стек, указатели кольца и стека автоматически смещаются. Самые дальние данные в стеке теряются. Кольцо автоматически вращается. Каждая ячейка кольца стека содержит год записи, индекс культуры, планируемую и фактическую урожайность. При планировании, фактическая урожайность текущего года может отсутствовать (урожай не убран). Специалист работает только с фактической урожайностью текущего года, приравнивая ее к планируемому и данными по планируемому году. Остальные сведения смещаются автоматически при смене индекса планируемого. Планирование осуществляется

только по кольцу. Алгоритмы учитывают и отсутствие записей в кольце. Анализ проводится по глубине севооборота, задаваемой специалистом и индивидуальной для каждого поля.

Контур поля наиболее просто определять по космическим снимкам получая их из программы Goggle Earth. На рисунках 1, 2 показан процесс комплексной обработки картограмм и космических снимков. В графическом редакторе и программно оконтуривают поля. Заливают поля внутри контуров цветом равным номеру. Рисунок полей с номерами, быстро читается программой и на спутниковое изображение полей хозяйства накладываются либо цвета полей по содержанию полезных веществ либо символы культур. Из базы данных по таблице полей извлекается требуемые параметры.

Внутри контуров просто рассчитать оценки площадей полей.

Все, выше описанное, показывает основную часть, индивидуальной подготовки данных, проводимую согласовано и ответственно специалистами хозяйства.

По данным в таблице полей необходимо решить задачи:

- спланировать вид культуры под посадку;
- рассчитать объем необходимых удобрений и пестицидов;
- рассчитать удобрения для тех участков поля, где они необходимы (баланс удобрений);
- вести расчеты логистических задач по планированию работы транспортных средств хозяйства.

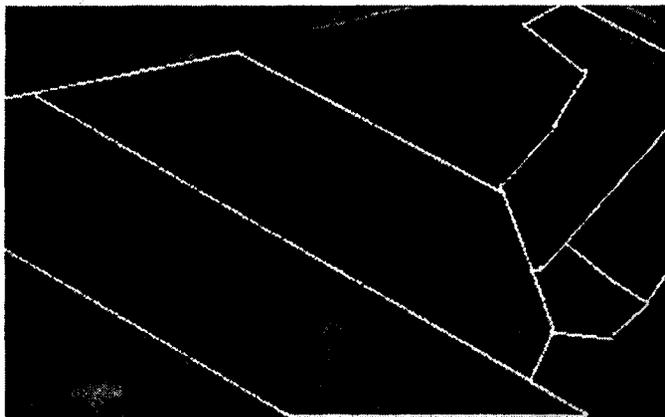


Рисунок 1 – Оконтуривание полей

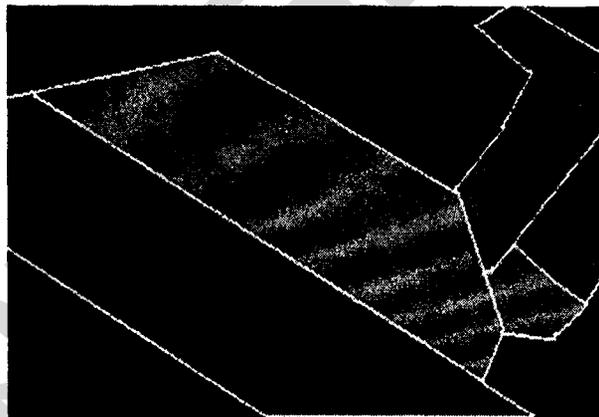


Рисунок 2 – Выбранные поля, залиты цветом равным номеру поля

Стартом расчетов является расчет потребности стад хозяйства в кормах, проводимый по месяцам в модифицированной программе «Рацион» [3].

При этом осуществляется итерационный поиск оптимальных решений, ориентирующийся на несколько критериев: разработку оптимизированных рационов кормления животных с расширением их видов по планируемому стаду; формирование потребности в кормах, которую могут удовлетворить ресурсы полей хозяйства; формирование планов посева и уборки; формирования планов закупки кормов.

При планировании учитываются альтернативные решения, поддерживаемые полями хозяйства. Наиболее качественно, это делать через механизм анализа деревьев поддержки принятия решений. В нем принятие решения проводится как упорядочение альтернатив с точки зрения их предпочтительности. Графически последовательность действий часто выглядит как построение и анализ дерева принятия решений.

Первые идеи создания деревьев решений описаны в работах Ховленда (Hoveland) и Ханта (Hunt), опубликованных в конце 50-х годов прошлого века. Обобщает эти идеи книга Ханта (Hunt, E.B.), Мэрина (Marin J.) и Стоуна (Stone, P.J) "Experiments in Induction" (1966 г.).

Дерево напоминает граф. Узлы дерева содержат атрибуты, по которым различаются ситуации. В листьях находятся значения целевой функции. На ветвях (ребрах) значения атрибутов. Чтобы оценить новый случай нужно по дереву дойти до листа.

Введем условности (они не устоялись и имеют различия в исходных источниках). Структура состоит из множества узлов, листов и указателей. Узел прямоугольник (лицо принимающее решение). Узел круг – конкурирующее решение. Лист – решение. Стрелка (указатель) - результат проверки признака, оценки стоимости пути.

Один из вариантов построения дерева решений в предварительном анализе возможных состояний по графам. На рисунке 3 приведен граф состояний системы из трех наборов плана посева полей (альтернатив).

Построение дерева процесс итерационный. Каждый вид работы имеет свою стоимость и может изменять состояние системы. Состояние системы (внешние условия) предоставляют различные варианты реализации набора *и_i*.

В расчетах определяют допустимость посадки культуры по индексированным показателям: предшественник очень хороший, предшественник хороший, предшественник возможный, предшественник неудовлетворительный, посев невозможен, учитывается и допустимый срок возврата на старое место.

При достаточном уровне допустимости посадки рассчитываются оценки урожайности культур, как предшественников в севооборотах (от РУП «НПЦ НАН Беларуси по земледелию»).

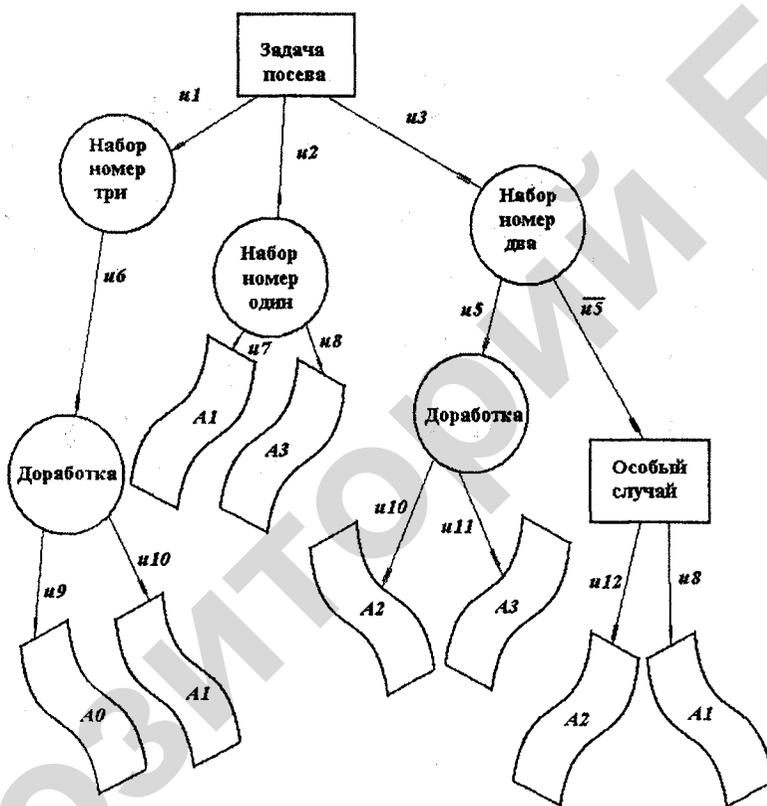


Рисунок 3 – Вид дерева принятия решений с тремя вариантами наборов культур и полей при различных ситуациях в реализации альтернатив с листьями четырех решений (дополненные листом формирования заготовки кормов, например А1).

Фактически по полю формируется две оценки – нечеткая определяющая допустимость посадки и числовая в единицах затрат. По ним выделяют оптимальный набор культур на полях. Формирование узлов и ветвей проводится с расчетами эффективности ветвей по математическим моделям [4]. Конкурируют решения с наборами культур отличные от оптимального по плановым затратам наборам на задаваемый допуск, но обеспечивающие большую близость к требуемым по показателям, которые не вошли в целевую функцию расчета баланса (вторичные показатели).

Из всего пространства планов выделяются поля, вошедшие во все расчеты с одинаковыми культурами. Выбирается разбиение с минимальной суммой квадратов разностей по отклонениям вторичных показателей от требуемых.

Заключение

Рассмотрена структура описания полей, как совокупности строк таблицы, включающих показатели почвы, автоматически ротируемые столбцы предыстории посадки полей и урожаев, полученных в предыдущие годы.

Показаны отдельные черты расчетов для поддержки принятия решения по посеву полей.

Литература

1. Комплекс агрономических задач. Руководство пользователя. Версия 4.3. Панорама 2014. Ногинск. [agroeditdoc.pdf](#). [www.gisinfo.ru](#).
2. Карты полей. Технология создания. Версия 1.1. Панорама 1991-2011. Ногинск. [fieldmap.pdf](#). [www.gisinfo.ru](#).
3. Сеньков А.Г. Решение задачи расчета сбалансированного рациона кормления КРС методом линейного программирования // Вестник ВНИИМЖ. – №3(11). – 2013. – С. 144-147.
4. Математическая модель и алгоритм балансирования суточного рациона кормления КРС в системах поддержки принятия решений. А.Г. Сеньков, Е.В. Галушко, К.М. Шестаков, А.П. Мириленко, А.И. Саханчук Электроника инфо. № 9 (111), 2014, с.52-54.

УДК 631.15: 004.9

СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В КОРМОПРОИЗВОДСТВЕ

Галушко Е.В.¹, канд. техн. наук, доцент, Сеньков А.Г.¹, канд. техн. наук,

Карпович А.М.¹, Шестаков К.М.², канд. техн. наук, доцент

(¹Белорусский государственный аграрный технологический университет, Минск;

²Белорусский государственный университет, Минск)

Введение

Системы поддержки принятия решений (СППР) в информационных технологиях (ИТ) явление достаточно новое. Компьютеры все более полно вторгаются в сферу управления, планирования сельскохозяйственным производством. Это не автоматические системы. Они поддерживают, как правило, только финишные расчеты и эти результаты сильно схожи с рекомендациями. Построение СППР переживает период формирования основных рекомендаций к требованиям и отличительным чертам основных модулей (чаще, это интерфейс специалист-компьютер, база данных/знаний, расчетные модули и выходные документы). В подавляющем большинстве знания и данные, поступающие от специалистов хозяйств ориентировочны, более точно говорить определены нечетко. Математические модели, описывающие их, оперируют лингвистическими переменными и сложно поддаются программированию.

Однако, эффект от внедрения СППР во всех отраслях производства значителен.

Производство кормов для животноводства использует более половины сельскохозяйственных земель страны. Целевые функции планирования посевов должны ориентироваться на энергетику кормов, содержание в них протеина, сахара и т.п. Эти показатели существенно изменяются в различных фазах развития растений. Должен быть учтен комплекс биологической защиты почв от истощения и потери плодородия. Все работы по обработке полей, включая внесение удобрений, должны проводится в сжатые сроки, лишь на несколько дней отличающиеся от оптимальных. Такое положение порождает и лингвистическую задачу планирования работы техники. Комплексно достижение кормового баланса нацелено на получение планируемой продуктивности животных при минимальных затратах [1].

Объем нечетких данных может быть настолько велик и разнороден, что разработка универсального алгоритма их обработки становится затруднительной. Сложности внедрения смягчают аналитик и программист, которые и осуществляют адаптацию СППР в конкретном хозяйстве.