

номически выгоднее использовать дизель-генераторную установку. По сравнению с ВЭУ она позволит сэкономить $\Delta K = 1\,724\,400$ р. за 25 лет использования оборудования. В районе города Якутска выгоднее использовать ВЭУ, так как затраты на использование дизель-генератора (из-за высоких цен на топливо) превышают затраты на использование ВЭУ на 861 420 р. в расчете на 25 лет.

Заключение

Применение ВЭУ на территории России позволяет сэкономить денежные затраты на отопление по сравнению с централизованным электроснабжением и дизель-генератором практически во всех представленных регионах, за исключением регионов вблизи городов Сочи, Якутск и Салехард. Применение ВЭУ в течение 25 лет вблизи городов Петропавловск-Камчатский, Астрахань и Екате-

ринбург позволит получить прибыль 186 210 р., 138 424 р. и 112 936 р. соответственно.

Список литературы

1. Перминов Э.М., Козлов Б.М. Состояние работ по нетрадиционной энергетике в РАО «ЕЭС России». Энергосбережение в сельском хозяйстве: тр. 2-й Международной научно-технической конференции. — М.: ГНУ ВИЭСХ, 2000. — Ч. 2. — 50 с.
2. Елистратов В.В. Мониторинг развития возобновляемой энергетики в мире и России // Академия энергетики. — 2008. — № 2. — С. 22–44.
3. Рудобашта С.П. Теплотехника. — М.: КолосС, 2010. — 600 с.
4. Кашкаров А.П. Ветрогенераторы, солнечные батареи и другие полезные конструкции. — М.: ДМК Пресс, 2011. — 144 с.
5. Кривцов В.С., Олейников А.М. Неисчерпаемая энергия: кн. 2. Ветроэнергетика: учеб. пособие. — Харьков: Изд-во Политехн. ун-та, 2004. — 520 с.

УДК 631.5:634.721

А.А. Цымбал, доктор с.-х. наук

Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина

Д.О. Хорт

Всероссийский селекционно-технологический институт садоводства и питомниководства Россельхозакадемии

ОСВОЕНИЕ ПРИНЦИПОВ ПРОГРАММИРОВАНИЯ УРОЖАЯ ПРИ АВТОМАТИЗИРОВАННОМ ПРОЕКТИРОВАНИИ АГРОТЕХНОЛОГИЙ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ЧЕРНОЙ СМОРОДИНЫ

Многолетние исследования и обобщение результатов работ по фотосинтезу, минеральному питанию, водному режиму, продуктивности растений позволили академику ВАСХНИЛ И.С. Шатилову обосновать общие экологические, биологические и агротехнические условия программирования урожая сельскохозяйственных культур, сформировав десять принципов программирования [1]. Из них пять предназначены для определения величины возможного урожая на основе следующих факторов:

- приход фотосинтетически активной радиации (ФАР) и использование ее посадками;
- биоклиматические показатели;
- влагообеспеченность посадок;
- фотосинтетический потенциал посадок;
- потенциальные способности к продуктивности культуры.

Другие составляют технологическую схему программированного возделывания культур:

- разработка системы удобрения с учетом эффективного плодородия почвы;
- разработка комплекса агротехнических мероприятий для каждой культуры в отдельности;

- всесторонний учет и правильное применение основных законов и закономерностей земледелия и растениеводства;
- разработка конкретных мер по борьбе с болезнями и вредителями растений;
- использование ЭВМ для определения оптимального варианта агротехнических комплексов, обеспечивающих получение высокого урожая.

Применительно к возделыванию черной смородины с учетом результатов научно-экспериментальных исследований в области ягодоводства можно принять, что получение запланированного урожая обеспечивается на основе учета и управления такими основными факторами, как особенности сорта, приход ФАР в течение вегетационного периода, структура посадок (в частности, густота и пространственное размещение растений), наличие базового и дополнительно необходимого в почве набора удобрений, температура воздуха, влажность почвы, достаточность используемых агроприемов, степень механизации технологических процессов и применение экономически оправданных технических средств [2].

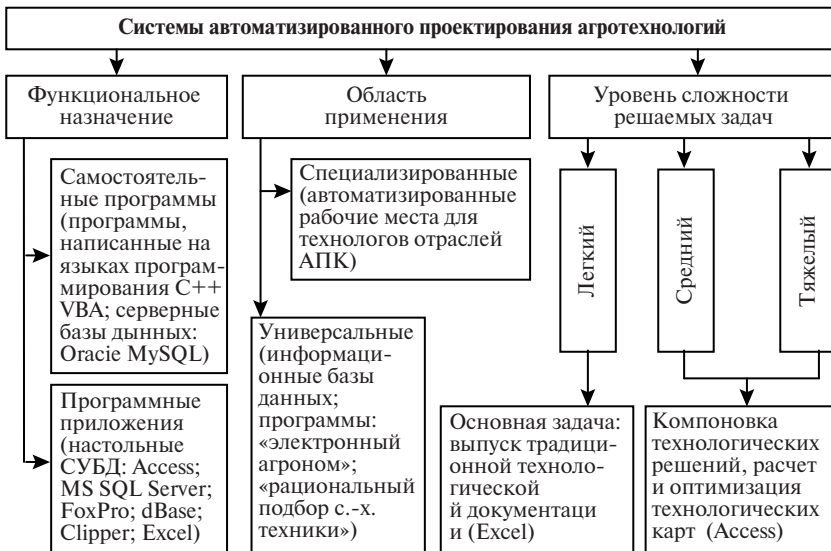


Рис. 1. Классификация систем автоматизированного проектирования агротехнологий

Во Всероссийском селекционно-технологическом институте садоводства и питомниководства ВСТИСП Россельхозакадемии ведутся работы по выявлению причин, влияющих на потери ягод, и оцениваются методы и агроприемы, способствующие стабилизации урожайности на экономически выгодном уровне. В частности, поставлена задача по определению различных вариантов машинных технологий возделывания черной смородины, обеспечивающих максимальную реализацию биологического потенциала растений, при условии своевременного учета негативных воздействий природно-климатических условий в критические фазы развития. Например, определение влияния суммарных среднесуточных активных температур на растения в период цветения, на продолжительность цветения и урожайность в целом.

Эффективным решением поставленной задачи является переход от традиционных способов проектирования технологий производства ягод к автоматизированному проектированию (АП) агротехнологий в ягодовстве.

Для обоснования выбора информационной системы АП разработана классификация систем автоматизированного проектирования агротехнологий (рис. 1).

В соответствии с приведенной классификацией систем, позволяющих эффективно автоматизировать процесс проектирования агротехнологий, в ГНУ ВСТИСП Россельхозакадемии разработана инструментально-экспертная система расчета и проектирования технологий возделывания черной

смородины. Реализуется данный проект посредством «Автоматизированного рабочего места технолога-ягодовода» (рис. 2), созданного на основе настольных реляционных СУБД (системы управления базами данных).

Компьютерная модель АРМ ягодовода разработана на базе офисного приложения MS Access.

Созданный программный продукт является результатом освоения принципа использования ЭВМ для определения оптимального варианта агротехнических комплексов, а также предпосылкой и средством для эффективного освоения биоклиматических показателей при проектировании технологии (второй

принцип программирования урожая). Для этого разрабатывается и внедряется в систему автоматизированного проектирования и управления машинной технологией модуль по анализу агроклиматических показателей и дальнейшему их учету при программировании урожайности черной смородины [3, 4].

В основе разрабатываемого модуля лежат исследования, суть которых заключается в создании комплексной имитационной модели формирования урожая, основанной на развитых динамических моделях [3]. При этом исходили из того, что программирование урожая включает два этапа: разработку основного проекта получения рассчитанного уровня урожайности и решение задач оптимального управления с целью реализации проекта в конкретных условиях.

На первом (проектном) этапе программирования урожайности проводится расчет с помощью динамической модели «погода—урожай» и использования соответствующих агрометеорологических данных, т. е. в полном объеме реализует-

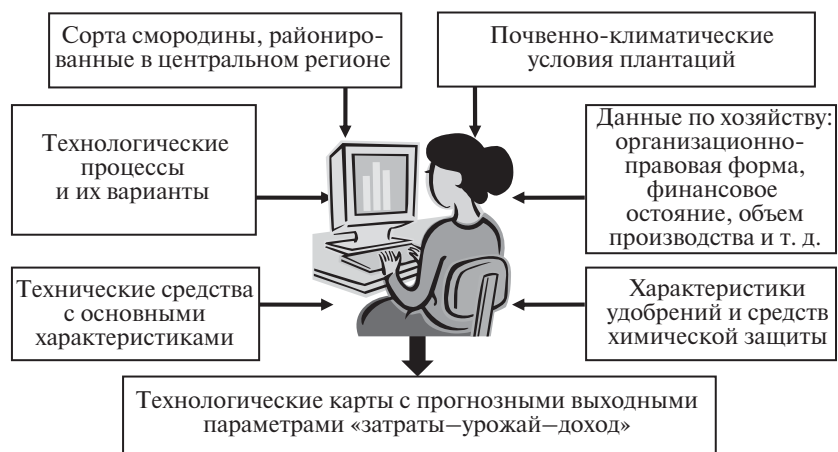


Рис. 2. Принципиальная схема организации автоматизированного рабочего места технолога-ягодовода (на примере возделывания черной смородины)

ся второй принцип программирования — «расчет возможных урожаев по биоклиматическому потенциалу». Данный принцип предусматривает правильное использование климатических показателей для обоснования продуктивности насаждений.

В ГНУ ВСТИСП освоение метода «погода—урожай» осуществляется посредством отдельного модуля АРМ-ягодоведа и анализа метеоданных, поступающих по сводкам метеорологической станции МК-15 Agro (п. Измайлово Московской области) в систему АРМ. Для примера приведем исходные метеорологические данные, полученные по сводкам станции МК-15 Agro за период вегетации черной смородины в 2006–2008 гг. (см. таблицу).

Биологическая продуктивность оценена по показателю биоклиматического потенциала (БКП), полученному П.И. Колосковым [1]:

$$БКП = K_p(\sum T > 10^\circ C / 1000^\circ C), \quad (1)$$

где K_p — коэффициент биологической продуктивности; $\sum T > 10^\circ C$ — сумма температур воздуха выше $10^\circ C$, накапливаемая за период вегетации культуры; $1000^\circ C$ — сумма среднесуточных температур выше 10° на северной границе земледелия.

Для определения БКП определяют коэффициент биологической продуктивности K_p черной смородины:

$$K_p = P_{\max} / P_{\min}, \quad (2)$$

где P_{\max} — продуктивность смородины при достаточном увлажнении плантации, т; P_{\min} — продуктивность смородины при недостатке влаги, т.

По данным Агроклиматического справочника Московской области [5], условным показателем увлажнения плантаций принято считать гидротермический коэффициент (ГТК):

$$ГТК = \sum P \cdot 10 / \sum T > 10^\circ C, \quad (3)$$

где $\sum P$ — сумма осадков за вегетационный период смородины, мм.

Причем при ГТК = 1,3...1,5 — территория достаточно увлажнена;

ГТК = 1,2 — территория недостаточно увлажнена;

ГТК = 1,0 и менее — территория засушлива [4].

Подставляя исходные данные в формулы на примере 2008 г., получаем $ГТК = 220 \cdot 10 / 1855,6 = 1,18$, т.е. в 2008 г. плантации были недостаточно увлажнены.

Аналогично просчитывается ГТК для остальных годов и заносится в таблицу. Из таблицы вид-

Анализ метеоданных на плантациях черной смородины п. Измайлово Московской области за период с 15 апреля по 20 августа

| Показатель | Год | | |
|--|---------|--------|--------|
| | 2006 | 2007 | 2008 |
| Продуктивность, ц/га | 13 | 9 | 12 |
| Сумма осадков за период вегетации растений, мм | 240 | 190 | 220 |
| Сумма температур выше $10^\circ C$, $^\circ C$ | 1700,41 | 1963,9 | 1855,6 |
| Общая сумма температур за период вегетации, $^\circ C$ | 1918,5 | 2003,0 | 1957,8 |
| Гидротермический коэффициент (расчетный показатель) | 1,41 | 1,0 | 1,18 |

но, что 2006 г. — год достаточного увлажнения и 2007 г. — год засухи. По табличным данным определяем коэффициент биологической продуктивности K_p и БКП:

$$K_p = 1,4; \text{ БКП} = 1,4(1700,41 / 1000) = 2,38.$$

Программируемая урожайность основной продукции определяется по формуле (3) в соответствии с методикой Д.И. Шашко [1]:

$$Y_{\text{п}} = \text{БКП}, \quad (4)$$

где $Y_{\text{п}}$ — урожайность смородины с 1 га при 2,2% ФАР в Московской области среднее значение кпд ФАР = 2,2% — значение, при котором максимально реализуется средняя продуктивность сорта [5].

Таким образом, получаем программируемую урожайность черной смородины с учетом ее биоклиматического потенциала [1]:

$$Y_{\text{п}} = 20 \cdot 2,3 = 46 \text{ т/га.}$$

Учет и использование описанных в статье принципов программирования урожая является одним из основных мероприятий при переходе к автоматизированному проектированию технологий производства черной смородины. А дальнейшее развитие этого направления позволит решать различные оптимизационные задачи при управлении производственным процессом производства черной смородины.

Список литературы

1. Каюмов М.К. Программирование урожаев сельскохозяйственных культур. — М.: Агропромиздат, 1989. — 320 с.
2. Бейлис В.М. Продолжительность проведения механизированных полевых сельскохозяйственных работ. — М.: ВИМ, 2005. — 164 с.
3. Болдырев Н.К., Липкина Г.С., Могиндовид Л.С. Планирование урожая по данным полевых опытов. — М.: ВАСХНИЛ, 1979. — 50 с.
4. Справочник ягодных культур. — М.: Агропромиздат, 1988. — 238 с.
5. Агроклиматический справочник по Московской области. — М.: Московский рабочий, 1967. — 136 с.
6. Сборник методических материалов по комплексной механизации растениеводства. — М.: ВИМ, 1968. — 76 с.