

03-1834

В. П. Якушев

**НА ПУТИ К ТОЧНОМУ
ЗЕМЛЕДЕЛИЮ**

**С.-Петербург
2002**

УДК: 631.58:551.5

В. П. Якушев. На пути к точному земледелию. – СПб.:
Издательство ПИЯФ РАН. 2002. – с. 458.

АННОТАЦИЯ

Книга доктора сельскохозяйственных наук В. П. Якушева посвящена новейшей технологии в области агрономии, получающей в мире с каждым годом всё большее распространение – точному земледелию (*precision agriculture*). Автор прослеживает путь развития земледельческой науки в России от её зарождения до наших дней, подчёркивая самобытность этой отрасли и подводя к заключению о необходимости её перевооружения новыми прогрессивными технологиями. Особенно подробно освещены вопросы, связанные с ролью программирования урожаев, математического моделирования продукционного процесса, агромониторинга в деле системного подхода к принятию управленческих решений.

Автор выражает своё отношение к таким современным течениям в сельскохозяйственной науке, как ландшафтное земледелие и адаптивное растениеводство, показывает значение учёта экологического фактора при освоении новых технологий землепользования. Подробно описываются принципы организации точного земледелия, технические средства его функционирования, теоретические и практические аспекты реализации информационной технологии, математический и алгоритмический аппараты построения баз данных и баз знаний. Большое внимание уделено в книге современным агрофизическим методам информационного обеспечения земледелия.

Книга адресована научным работникам и специалистам, работающим в сфере математического моделирования продукционного процесса, использования ГИС-технологий и автоматизации в сельскохозяйственном производстве.

ISBN 5–86763–063–3

© В. П. Якушев, 2002

Оглавление

От автора.....	5
Часть 1. Точное земледелие – новый этап в развитии сельскохозяйственного производства.....	8
Вводные замечания.....	8
Глава 1. Основные этапы развития земледелия.....	10
1.1. Эволюция развития систем земледелия как часть истории страны.....	10
1.1.1. Зарождение научных основ земледелия.....	10
1.1.2. А.С.Ермолов – первый министр земледелия....	14
1.1.3. Время испытаний	19
1.2. Что понимать под устойчивым земледелием?.....	26
1.2.1. Современные состояния отрасли.....	26
1.2.2. Главная система государства.....	29
1.3. Системный подход в исследованиях продуктивности агрозкосистем и программирования урожайности.....	35
1.3.1. Методология программирования	35
1.3.2. Продукционный процесс можно моделировать..	37
1.3.3. Аналогия концепций.....	41
1.3.4. Программирование урожаев и адаптация тех- нологий: есть ли противоречие?.....	46
1.4. Численное моделирование и компьютерные техно- логии в земледелии.....	50
Глава 2. От программирования урожаев к точному земле- делию.....	59
2.1. Что такое точное земледелие?.....	59
2.1.1. Земледелие по предписанию.....	59
2.1.2. Элементы систем точного земледелия	64
2.1.3. Теоретические основы.....	67
2.1.4. ГСП-глобальная система позиционирования...	73
2.1.5. Картографическая основа.....	78
2.1.6. Статистические методы оценки пространст- венной неоднородности.....	81
2.1.7. Проблемы внедрения точного земледелия.....	84
	451

2.2 Основные объективные предпосылки, обеспечивающие переход к точному земледелию.....	85
2.2.1. Переход к ландшафтным системам земледелия..	85
2.2.2. Адаптивное растениеводство.....	91
2.2.3. Информационное обеспечение сельскохозяйственного производства.....	93
2.2.4. Агротехнологии и биологические закономерности.....	96
2.2.5. Этапы развития компьютерных систем поддержки агротехнологических решений.....	104
Глава 3. Новые информационные технологии.....	112
3.1. Экспертные системы.....	114
3.2. Географические информационные системы.....	118
3.2.1. Основные понятия.....	118
3.2.2. Роль ГИС при решении комплексного природопользования.....	123
3.2.3. Перспективность комплексирования ГИС и систем дистанционного зондирования.....	126
3.3. Математические модели.....	131
Часть 2. Теоретические и технические аспекты реализации информационной технологии точного земледелия.....	138
Вводные замечания.....	138
Глава 4. Методологические основы, содержание и технология построения базы данных.....	149
4.1. Системы баз данных.....	150
4.1.1. Основные понятия.....	150
4.1.2. Данные предметных областей.....	152
4.1.3. Основные модели данных.....	154
4.1.4. Уровни абстракции	161
4.1.5. Файловые системы	162
4.1.6. Структура и функции СУБД.....	164
4.1.7. История отечественных разработок СУБД.....	168
4.2. Содержание, структура и источники данных.....	172
4.2.1. Штатная информация.....	175

4.2.2. Паспорта полей.....	177
4.2.3. Специальная и нормативная информация.....	182
4.2.4. Сведения о технико-экономическом потенциале хозяйства.....	186
4.3. Концептуальная схема базы данных.....	186
4.4. Специализированная система управления данными...	191
4.4.1. Обоснование выбора средств разработки СУБД..	192
4.4.2. Программное обеспечение по наполнению и манипулированию данными.....	196
4.4.3. Алгоритм управления данными иерархической структуры.....	205
4.4.4. Алгоритм управления данными из фиксированных источников с заданной частотой поступления.....	209
4.5. Язык XML как язык развития новых информационных технологий.....	211
4.5.1. О возникновении XML как языка.....	212
4.5.2. Перевод с реляционного языка на язык XML и наоборот.....	214
4.5.3. XML как модель данных.....	217
4.5.4. Данные и метаданные в XML-ориентированных базах данных.....	219
Глава 5. Система представления и модели описания агротехнологической базы знаний.....	221
5.1. Методология представления знаний на электронную обработку.....	222
5.1.1. Концепция описания и обработки знаний.....	224
5.1.2. Специфика использования метаданных.....	227
5.1.3. Структура представления знаний.....	231
5.2. Модели описания знаний.....	237
5.3. Специфические признаки систем представления знаний.....	243
Глава 6. Формализация, генерация и оптимизация агротехнологических знаний.....	246
6.1. Формализация знаний.....	246

6.2. Генерация знаний.....	253
6.3. Методика расчета и корректировки уровней продуктивности и опыт использования ЭВМ для выработки агротехнологических рекомендаций.....	259
6.3.1. Методика корректировки урожайности на этапе планирования.....	263
6.3.2. Методика контроля за ростом и развитием растений и оперативное прогнозирование.....	264
6.3.3. Опыт автоматизированного составления агротехнологических рекомендаций	273
6.4. Оптимизация агротехнологий.....	278
6.4.1. Методика оптимизации агротехнологии.....	279
6.4.2. Компьютерная реализация оптимизации агротехнологий.....	284
Глава 7. Применение геоинформационных систем в реализации технологии точного земледелия.....	290
7.1. Концепция использования ГИС-технологий.....	290
7.1.1. Организация базы данных в ГИС.....	294
7.1.2. Интеграция ГИС с внешними моделями.....	300
7.2. Комплексирование ГИС и моделей, описывающих процессы в окружающей среде.....	304
7.2.1. Комплексирование ГИС и модели водного режима почвы.....	305
7.2.2. Комплексирование ГИС и эмпирической модели, описывающей теплофизические свойства почвы.....	308
7.2.3. Комплексирование ГИС и модели, описывающей параметры почвенного микроклимата ландшафта.....	311
7.3. Комплексирование ГИС и алгоритмов теории нечетких множеств.....	316
7.3.1. Концепция теории нечетких множеств.....	316
7.3.2. Методология многокритериальной оценки земельных участков на основе алгоритмов теории нечетких множеств, интегрированных в геоинформационные системы.....	318

7.3.3. Применение нечетких моделей, интегрированных в ГИС, для анализа и визуализации данных сельскохозяйственных экспериментов.....	325
Часть 3. Основные направления агрофизических исследований по развитию и совершенствованию информационного обеспечения технологий точного земледелия.....	328
Вводные замечания: агрофизика и точное земледелие.....	328
Глава 8. Организация и проведение системных исследований по изучению и управлению агроэкосистемами..	338
8.1. Методические аспекты изучения и управления агроэкосистемой.....	338
8.2. Трехуровневая система исследований.....	343
8.2.1. Полевые эксперименты.....	345
8.2.2. Компьютерное моделирование.....	351
8.2.3. Роль опытов в регулируемых условиях.....	357
Глава 9. Развитие современных методов математического моделирования и анализа экспериментальных данных.....	365
9.1. Развитие динамических моделей и систем имитационного моделирования.....	365
9.1.1. Проблемы моделирования продукционного процесса.....	365
9.1.2. Динамические модели в реализации информационной технологии точного земледелия.....	369
9.2. Статистические методы и специфика их применения в экспериментальных исследованиях.....	375
9.2.1. Методологические аспекты статистического анализа экспериментальных данных.....	376
9.2.2. Параметрические и непараметрические методы математической статистики.....	382
9.3. Методологические подходы к оптимизации сроков проведения агротехнологических операций.....	386
9.3.1. Математическая постановка и решение оптимизационной задачи.....	387

9.3.2. Минимаксный подход для выбора функции распределения.....	389
9.3.3. Выбор оптимального решения в случаях представления функции распределения в виде конечной смеси.....	390
9.3.4. Статистическая оценка функции распределения по имеющимся опытным данным.....	393
Глава 10. Разработка, совершенствование и адаптация информационно-измерительных и вычислительных систем.....	399
10.1. Агрофизические методы и средства измерений среды обитания растений.....	400
10.2. Проблемы инструментального контроля полевых агротехнологий.....	406
10.3. Новые физические методы и средства автоматизированного получения информации о состоянии растений.....	411
10.4. Анализ качества семян и зерна и перспективы создания автоматизированных технологий.....	419
10.4.1. Автоматическое распознавание и анализ качества семян по рентгенограмме.....	425
Заключение.....	429
Список используемой и рекомендуемой литературы.....	430