

07-5044

ДУБЛЕТ

В. П. Якушев, В. В. Якушев

ИНФОРМАЦИОННОЕ
ОБЕСПЕЧЕНИЕ
ТОЧНОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

07.05881

С.-Петербург
2007

УДК 631.58:551.5

ББК Я39

Рецензенты: Заслуженный деятель науки РФ, чл.-корр. Россельхозакадемии, доктор физ.-мат. наук, профессор *И.Б. Усков*, (Агрофизический институт РАСХН);

Заслуженный деятель науки РФ, чл.-корр. Россельхозакадемии, доктор техн. наук, профессор *Н. М. Марченко*, (ВИМ РАСХН);
доктор техн. наук *Г. И. Личман*, (ВИМ РАСХН)

*Печатается по решению Редакционно-издательского совета
Агрофизического НИИ Россельхозакадемии*

Якушев В.П., Якушев В.В.

Информационное обеспечение точного земледелия. – СПб.:
Изд-во ПИЯФ РАН, 2007. – 384 с.

Данная работа чл.-корр. Россельхозакадемии, профессора В.П.Якушева и к.т.н. В.В. Якушева посвящена вопросам, связанным с разработкой информационного обеспечения точного земледелия. Эта проблематика интенсивно развивается за рубежом, а в последнее время – и в нашей стране. Цель, которую преследовали авторы – раскрыть роль физико-технического и программно-математического базиса в развитии и внедрении современной информационной технологии точного земледелия в агропромышленном комплексе России. Рассмотрены методология и задачи информационного обеспечения земледелия, ряд теоретических и практических подходов по сбору и обработке данных, а также собственный опыт апробации высокоточных технологических операций в полевых условиях. При этом существенное внимание уделено современным системам поддержки принятия решений на основе анализа разнородных данных, декларативных и процедурных знаний. Книга адресована научным работникам и специалистам, работающим в сфере применения новых информационных технологий в земледелии и растениеводстве.

Тематический план АФИ № 02.05.02

ISBN 5-86763-181-8

© В.П. Якушев, В.В. Якушев, 2007

Оглавление

Предисловие	3
Введение	6
ЧАСТЬ I. ПРЕДЫСТОРИЯ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ	12
Глава 1. О роли новой парадигмы – адаптивно-ландшафтной методологии – в развитии земледелия.....	13
1.1. Научное земледелие и состояние отрасли	13
1.2. Методологические основы адаптивно-ландшафтного подхода.....	17
1.3. Проектирование и реализация адаптивно-ландшафтных систем земледелия: опыт, проблемы, перспективы	21
1.4. Современное информационное обеспечение – основа построения адаптивно-ландшафтных систем земледелия	37
Глава 2. Зарождение, становление и проблемы ТЗ	39
2.1. Научные основы	39
2.2. Точное земледелие как новый этап развития программирования урожаев	49
2.3. Концепция и корни терминологии	54
2.4. Подсистемы точного земледелия	57
2.4.1. Навигационная подсистема	58
2.4.2. Технические средства получения и обработки информации ...	60
2.4.3. Технические средства для реализации технологии в поле ...	62
2.5. Проблемы исследований и внедрения точного земледелия ...	63
2.5.1. Дифференциация проблем по уровню экономического развития стран	66
2.5.2. Общеобразовательные и научные проблемы	70
2.6. Методологические основы управления системами точного земледелия	72
ЧАСТЬ II. ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЕ И ПРОГРАММНО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ	80
Вводные замечания	81
Глава 3. Методические и технические основы применения информационной технологии ТЗ	91
3.1. Методические аспекты	91
3.2. Системы поддержки принятия решений	95

3.2.1. Специфические особенности принятия решений в ТЗ.....	99
3.3. Математические модели и их роль в информационном обеспечении принятия решений	104
3.4. Технические аспекты применения математических моделей	111
3.4.1. Способы применения	111
3.4.2. Схема подключения	116
3.4.3. Программно-алгоритмический интерфейс автоматического использования моделей в принятии решений	118
3.4.4. Технические требования к оформлению программных модулей	123
Глава 4. Программно-математическое обеспечение процесса принятия агротехнологических решений	125
4.1. Управляющий блок системы принятия решений	125
4.1.1. Система управления данными	127
4.1.1.1. Структура и принципы организации данных	130
4.1.1.2. Технология наполнения	134
4.1.2. Система управления знаниями	138
4.1.2.1. Декларативные и процедурные знания	141
4.1.2.2. Представление знаний	144
4.1.2.3. Формализация и первичная обработка знаний	148
4.1.3. Система выработки решений	157
4.2. Система имитационного моделирования	164
4.3. Система мониторинга и управления продуктивностью и качеством кормов	171
4.4. Система агрометеорологического обеспечения и оценки климатической продуктивности агроландшафтов	177
4.4.1. Обработка архивных метеорологических и климатических данных	179
4.4.2. Расчет показателей агроклиматических ресурсов и продуктивности агроландшафтов	186
4.4.3. Оценка влияния прогнозируемых изменений климата на продуктивность агроландшафта	195
4.4.3.1. Методика оценки	195
4.4.3.2. Реализация методики	197
4.4.4. Учет и электронное представление мезо- и микроклиматической неоднородности территорий	203
Глава 5. Техническое и аппаратно-программное обеспечение по	

сбору и анализу пространственно-ориентированных данных	211
5.1. Мобильный автоматизированный комплекс для полевого обследования сельскохозяйственных территорий	212
5.1.1. Модуль сбора и обработки пространственно-атрибутивных данных	218
5.1.1.1. Режим формирования пространственно-атрибутивной базы данных	219
5.1.1.2. Режим навигации по заданным точкам	221
5.1.1.3. Режим управления внешними устройствами	221
5.2. Методика исследований и результаты автоматизированного обследования сельскохозяйственных угодий	221
5.2.1. Геоинформационное обеспечение обследования сельскохозяйственных угодий	223
5.2.2. Навигационное обеспечение обследования сельскохозяйственных угодий	224
5.2.3. Организация и схема обследования опытного поля	224
5.2.4. Результаты обследования и геоинформационная база для апробации технологии точного земледелия	227
5.3. Карты урожайности – важная часть сбора и анализа для принятия решений	232
5.3.1. Алгоритмы выделения однородных участков по урожайности	234
5.3.1.1. Алгоритм оценки биоэквивалентности двух участков на сельскохозяйственном поле	235
5.3.1.2. Алгоритм выделения однородных зон на сельскохозяйственном поле по урожайности отдельных участков	239
5.4. Аэрофотосъемка – перспективный инструмент оценки и оперативного мониторинга состояния почвы и посевов	245
5.4.1. Радиоуправляемый летательный комплекс и его использование для аэромониторинга сельскохозяйственных полей	245
5.4.1.1. Технические характеристики	246
5.4.1.2. Использование комплекса для картографирования полей и посевов	248
5.4.1.3. Спектр возможностей	250
Глава 6. Методическое и техническое обеспечение процесса апробации информационной технологии ТЗ	258
6.1. Схема и методические аспекты апробации	261
6.2. Наполнение базы данных	271

6.2.1 Формирование способа описания типов данных	272
6.2.2. Редактор типов данных	272
6.2.3. Редактор экземпляров данных	276
6.3. Наполнение базы знаний	280
6.4. Выбор техники и настройка оборудования	283
6.4.1. Центробежный распределитель минеральных удобрений ...	285
6.4.2. Навесной опрыскиватель	286
6.4.3. Комплектация и настройка оборудования	289
6.5 . Полевые испытания в режимах предварительного планирования и реального времени	294
6.5.1. Режим предварительного планирования	294
6.5.2. Режим реального времени	298
6.6. Результаты опыта по сравнительному изучению агротехнологий различной интенсивности	301
Глава 7. Перспективы развития нового направления	306
7.1. Уровень и тенденции применения точного земледелия	306
7.2. Перспективы оптимизации агроприемов в системе ТЗ	315
7.3. Перспективы автоматизации процесса формирования информа- ционной базы технологических решений	320
7.3.1. Методические основы	320
7.3.2. Подходы к обнаружению статистических зависимостей ...	324
<i>Приложение 1. Применение пакета Excel для анализа регрессионных зависимостей</i>	<i>332</i>
Пр 1.1. Построение парной линейной регрессии	333
Пр1.2. Построение множественной линейной регрессии	336
<i>Приложение 2. Англо-русский словарь терминов точного земле- делия.....</i>	<i>339</i>
Заключение	364
Список используемой и рекомендуемой литературы	366