

# Оглавление

Предисловие	11
От авторов	13
Благодарности	20
Введение	23
<b>1. Современные Вызовы для сельского хозяйства Российской Федерации</b>	<b>31</b>
<b>2. Цифровое сельское хозяйство: перспективы и проблемы</b>	<b>41</b>
2.1. Проникновение цифры в сельское хозяйство	41
2.2. Современное цифровое земледелие, животноводство и птицеводство	44
2.2.1. Точное земледелие	44
2.2.2. Цифровое земледелие	46
2.2.3. Интеллектуальное земледелие	48
2.2.4. Роботизированное земледелие	49
2.2.5. Точное животноводство и птицеводство	52
2.3. Цифровые платформы для сельского хозяйства	54
<b>3. Современные достижения робототехники для сельского хозяйства</b>	<b>59</b>
3.1. Развитие мировой робототехники и искусственного интеллекта в сельском хозяйстве зарубежных стран	59
3.2. Развитие сельскохозяйственной робототехники в Российской Федерации	71
3.3. Сельское хозяйство и тренд беспилотности	79
3.3.1. Беспилотные трактора и комбайны	80
3.3.2. Беспилотные авиационные средства	83
3.4. Малые интеллектуальные роботы в сельском хозяйстве	86
<b>4. Классификация малых интеллектуальных агроботов</b>	<b>93</b>
<b>5. Основные требования к малым наземным интеллектуальным агроботам</b>	<b>101</b>
5.1. Требования к функциональности и управлению	101

5.1.1.	Требования по производительности растениеводческих агроботов	101
5.1.2.	Требования по производительности животноводческих агроботов	104
5.1.3.	Требования по качеству выполнения роботизированных операций	105
5.1.4.	Требования по универсальности	107
5.2.	Технические и программные требования	109
5.3.	Эксплуатационные требования	118
5.4.	Прочие требования	122
<b>6.</b>	<b>Формирование основных требований к воздушным интеллектуальным агроботам</b>	<b>125</b>
<b>7.</b>	<b>Ситуационная осведомленность агронома и агробота</b>	<b>133</b>
7.1.	Интеллектуальный агробот в растениеводстве и животноводстве	133
7.2.	Интеллектуальный агробот в информационной среде	135
7.3.	Ситуационная осведомленность агронома	137
7.4.	Ситуационная осведомленность интеллектуального агробота	142
7.5.	Полевая ситуационная осведомленность	145
<b>8.</b>	<b>Большие данные в сельском хозяйстве</b>	<b>147</b>
8.1.	Отличительные особенности больших данных в сельском хозяйстве	147
8.2.	Качество больших данных для сельского хозяйства	153
8.3.	Накопление больших данных по типовому полю	161
8.4.	Большие данные для агропредприятия	166
8.5.	Большие данные сельского хозяйства на уровне государства	168
8.6.	Большие данные по животноводству (на примере племенного животноводства)	169
<b>9.</b>	<b>Управление интеллектуальными агроботами</b>	<b>176</b>
9.1.	Навигация интеллектуальных агроботов	176
9.2.	Управление интеллектуальными агроботами	186

9.2.1.	Дистанционное управление агророботами	186
9.2.2.	Полуавтономная система управления агророботом	188
9.2.3.	Автономная система управления агророботом	190
9.2.4.	Особенности управления агророботами в сфере животноводства	192
<b>10.</b>	<b>Интеллектуальные датчики и навесное оборудование агророботов</b>	<b>194</b>
<b>11.</b>	<b>Идеальное и «умное» цифровое поле</b>	<b>207</b>
11.1.	Идеальное поле	207
11.2.	«Умное» робополе	211
<b>12.</b>	<b>Интеллектуальные агророботы для комплексного агрохимического обследования почвы</b>	<b>215</b>
12.1.	Повышение требований к агрохимическому обследованию почвы	215
12.2.	Типовая технология агрохимического обследования почвы	219
12.3.	Инновационные элементы в процессах агрохимического обследования почвы	221
<b>13.</b>	<b>Агророботы в борьбе с сорняками, вредителями и болезнями растений</b>	<b>225</b>
13.1.	Общие подходы	225
13.2.	Цифровые технологии в задачах распознавания и борьбы с сорняками	228
13.2.1.	Сорняк как критическая полевая ситуация	228
13.2.2.	Информационные технологии и робототехника для задач распознавания сорняков	230
13.3.	Цифровые технологии в задачах распознавания и борьбы с биологическими вредителями	238
13.4.	Информационные технологии в задачах распознавания и борьбы с болезнями растений	248
13.5.	Роботизация процессов борьбы с сорняками, вредителями и болезнями растений	258

13.5.1.	Базы данных	259
13.5.2.	Общие задачи агророботов в процессах борьбы	262
13.5.3.	Роботизированная борьба с сорняками	265
13.5.4.	Роботизированная борьба с вредителями	271
13.5.5.	Роботизированная борьба с болезнями растений	275
<b>14.</b>	<b>Технологии искусственного интеллекта – в сельское хозяйство!</b>	<b>277</b>
14.1.	Интеллектуальность в агромашинах и агророботах	277
14.2.	Основные технологии ИИ для использования в сельском хозяйстве	282
14.3.	Применение методов слабого ИИ для создания агророботов	299
14.4.	Интеллектуальный робот сельскохозяйственного назначения с искусственным интеллектом	308
<b>15.</b>	<b>Искусственный интеллект в животноводстве</b>	<b>313</b>
15.1.	Основные тренды внедрения робототехники и систем ИИ в животноводстве	313
15.1.1.	Основные тренды	313
15.1.2.	Новые зарождающиеся тренды	317
15.2.	Искусственный интеллект и робототехника для свиноводства	321
15.3.	Искусственный интеллект для крупного рогатого скота	332
<b>16.</b>	<b>Искусственный интеллект и птицеводство</b>	<b>337</b>
16.1.	Интеллектуальная роботизация на птицефабриках	337
16.2.	Искусственный интеллект и роботизация бройлерного производства	338
16.3.	Искусственный интеллект и роботизация для кур-несушек	345
16.3.1.	Технология радиочастотной идентификации	345
16.3.2.	Технология обработки изображений	347

16.3.3.	Постановка новых задач	351
<b>17.</b>	<b>Групповая робототехника, роевой интеллект и сельское хозяйство</b>	<b>353</b>
17.1.	Роевой интеллект в атаке на сельское хозяйство	353
17.2.	Биоинспирированные алгоритмы в системах управления агророботами	354
17.3.	Роевой интеллект в роботизации сельского хозяйства	357
17.4.	Перспективы групповой сельскохозяйственной робототехники	365
<b>18.</b>	<b>Интернет сельскохозяйственных вещей</b>	<b>371</b>
18.1.	Предпосылки внедрения интернета сельскохозяйственных вещей	371
18.2.	Основные сельскохозяйственные вещи	377
18.3.	Стандарты интернета сельскохозяйственных вещей	382
18.4.	Хореография и оркестровка сервисов сельскохозяйственных вещей в задаче мониторинга поля	387
<b>19.</b>	<b>Примеры моделирования решения задач растениеводства с использованием роботизированных средств</b>	<b>394</b>
19.1.	Агроциноз как объект моделирования	394
19.2.	Моделирование развития растений	396
19.3.	Модели появления и развития сорняков	399
19.4.	Модели появления и распространения вредителей	401
19.5.	Модели появления и развития болезней растений	403
19.6.	О построении обучающих выборок	406
<b>20.</b>	<b>Коллективная среда: люди, агророботы, животные</b>	<b>409</b>
20.1.	Ускорение принятия коллективных решений в сообществе	409
20.2.	Самоорганизующийся треугольник: люди, животные и технологии	419

<b>21.</b>	<b>Препятствия и проблемы в развитии интеллектуальной агроробототехники</b>	<b>425</b>
21.1.	Общие проблемы, замедляющие развитие сельскохозяйственной робототехники	425
21.2.	Проблемы интеллектуализации агромашин в растениеводстве	427
21.3.	Проблемы интеллектуализации агромашин в животноводстве	429
21.4.	Технологические проблемы внедрения систем	430
21.5.	Неприкрытый пессимизм или сдержанный оптимизм?	432
<b>22.</b>	<b>Перспективные проекты</b>	<b>435</b>
22.1.	Проект № 1. Перспективный агроробот для растениеводства	435
22.2.	Проект № 2. RoboSoil – инновационная технология агрохимического полевого обследования почвы «под ключ»	438
22.3.	Проект № 3. Интеллектуальная роботизированная система племенного ресурса Российской Федерации	445
<b>23.</b>	<b>Моделирование внешних рынков для экспорта сельскохозяйственной продукции</b>	<b>452</b>
23.1.	Актуальность работы по экспорту сельскохозяйственной продукции	452
23.2.	Архитектура индекса приоритизации	455
23.3.	Формула для расчета индекса приоритизации	460
23.4.	Экспертные методы в решении задач оценки экспортного потенциала агропромышленного комплекса	463
<b>24.</b>	<b>На пути от сельского хозяйства 4.0 к 5.0</b>	<b>468</b>
<b>25.</b>	<b>Сельско-математический словарь</b>	<b>473</b>
	Заключение	483
	Литература	487
	Список сокращений	508
	Об авторах	510