

УЧЕБНИКИ И УЧЕБНЫЕ ПОСОБИЯ  
ДЛЯ СТУДЕНТОВ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

**А. Н. СКОРОХОДОВ, А. Г. ЛЕВШИН**

# **ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ МАШИННО-ТРАКТОРНОГО ПАРКА**

Рекомендовано Научно-методическим советом по технологиям, средствам механизации и энергетическому оборудованию в сельском хозяйстве для использования в учебном процессе при подготовке бакалавров и магистров по направлению «Агроинженерия»

Москва  
2021

УДК 631.3(075.8)  
ББК 40.72я73  
С44

Редактор: **Г. М. Микая**

Рецензент: доктор технических наук, профессор  
**Лобачевский Я. П.** (Всероссийский институт механизации  
сельского хозяйства)

**С44 Сорокоходов А.Н., Левшин А.Г.**  
Производственная эксплуатация машинно-тракторного  
парка. — М.: ИКЦ "Колос-с", 2021. — 478 с.: ил. —  
(Учебники и учеб. пособия для студентов высш. учеб. заведе-  
ний.)  
ISBN 978-5-00129-198-5

Освещены вопросы производственной эксплуатации машинно-тракторных агрегатов и отдельных технологических звеньев. Учтены особенности использования машинно-тракторного парка при новых формах хозяйствования (фермерских и др.). Обобщен опыт применения ЭВМ в эксплуатационных расчетах. Наряду с теоретическими основами использования сельскохозяйственной техники приведено много конкретных численных примеров.

Для студентов высших учебных заведений: бакалавров, обучающихся по направлению 35.03.06, и магистров, обучающихся по направлению 35.04.06 «Агроинженерия».

УДК 631.3(075.8)  
ББК 40.72я73

ISBN 978-5-00129-198-5

© Сорокоходов А.Н., Левшин А.Г., 2017  
© ООО ИКЦ «Колос-с», 2017

# ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие .....	3
<b>Глава 1. Общая характеристика производственных процессов, агрегатов, машинно-тракторного парка (А. Н. Скороходов, А. Г. Левшин, А. А. Зангиев) .....</b>	<b>6</b>
1.1. Предмет производственной эксплуатации машинно-тракторного парка .....	6
1.2. Общая характеристика производственных процессов в сельском хозяйстве .....	7
1.3. Особенности сельскохозяйственного производства и работы сельскохозяйственной техники.....	8
1.4. Основные факторы, влияющие на производственный процесс.....	10
1.5. Общие понятия системы машин, агрегатов и машинно-тракторного парка .....	11
1.6. Принципы системного подхода к вопросам ресурсосберегающего использования агрегатов, технологических комплексов и машинно-тракторного парка .....	13
1.7. Особенности использования агрегатов в условиях крестьянских и других хозяйств новых типов .....	14
<b>Глава 2. Эксплуатационные свойства мобильных сельскохозяйственных машин (А. Н. Скороходов, А. Г. Левшин, А. А. Зангиев) .....</b>	<b>16</b>
2.1. Основные эксплуатационные показатели рабочих машин .....	16
2.2. Тяговое сопротивление рабочих машин .....	17
2.3. Влияние основных факторов на тяговое сопротивление машин.....	21
2.4. Вероятностный характер изменения тягового сопротивления машин.....	22
2.5. Определение потребной мощности и энергии для работы машин.....	23
2.6. Эксплуатационные свойства сцепных устройств .....	27
2.7. Пути улучшения эксплуатационных свойств рабочих машин .....	28
<b>Глава 3. Эксплуатационные свойства мобильных энергетических средств (А. Н. Скороходов, А. Г. Левшин, А. А. Зангиев).....</b>	<b>30</b>
3.1. Мобильные энергетические средства сельскохозяйственного назначения и требования, предъявляемые к ним .....	30

3.2. Эксплуатационные свойства двигателей мобильных энергетических средств .....	31
3.3. Выбор рационального режима нагрузки двигателя с учетом вероятностного характера изменения сил сопротивления .....	35
3.4. Определение движущей силы, развиваемой энергомашиной в заданных условиях .....	36
3.5. Использование тягового баланса трактора при эксплуатационных расчетах .....	39
3.6. Использование мощностного баланса трактора при эксплуатационных расчетах .....	42
3.7. Выбор оптимального режима работы трактора по тяговому КПД .....	46
3.8. Использование тяговой характеристики трактора при эксплуатационных расчетах .....	49
3.9. Направления улучшения эксплуатационных свойств мобильных энергетических средств .....	52
<b>Глава 4. Комплектование машинно-тракторных агрегатов</b> ( <i>А. Н. Скороходов, А. Г. Левшин, А. А. Зангиев</i> ) .....	54
4.1. Особенности работы МТА и требования, предъявляемые к ним .....	54
4.2. Общий метод расчета мобильных агрегатов .....	55
4.3. Упрощенный расчет энергосберегающих тягово-приводных агрегатов .....	58
4.4. Упрощенный расчет энергосберегающих агрегатов на основе тяговой характеристики трактора .....	60
4.5. Графоаналитический способ оперативного комплектования агрегатов .....	65
4.6. Особенности расчета агрегатов технологического комплекса, взаимосвязанных по ширине захвата или рядности .....	67
4.7. Уравнение движения МТА и особенностииго использования при расчете агрегатов .....	72
<b>Глава 5. Способы движения машинно-тракторных агрегатов (кинематика агрегатов)</b> ( <i>А. Н. Скороходов, А. Г. Левшин, А. А. Зангиев</i> ) .....	75
5.1. Основные понятия и определения .....	75
5.2. Основные кинематические характеристики агрегата и рабочего участка .....	76
5.3. Основные виды поворотов агрегатов .....	78
5.4. Классификация основных способов движения агрегатов .....	82
5.5. Основные оценочные показатели холостого хода агрегатов .....	84
5.6. Выбор ресурсосберегающих способов движения агрегатов .....	87
<b>Глава 6. Производительность машинно-тракторных агрегатов</b> ( <i>А. Н. Скороходов, А. Г. Левшин, А. А. Зангиев</i> ) .....	113
6.1. Основные понятия и определения .....	113
6.2. Расчет производительности агрегатов .....	114

6.3. Баланс времени смены и коэффициент использования времени смены .....	117
6.4. Общий метод расчета производительности машинно-тракторных агрегатов в функции мощности .....	121
6.5. Особенности расчета производительности тракторных транспортных и других типов агрегатов .....	126
6.6. Общие закономерности расчета производительности сельскохозяйственных агрегатов .....	131
6.7. Определение производительности и выработки машинно-тракторных агрегатов в условных эталонных гектарах .....	132
6.8. Факторы, определяющие эксплуатационные показатели агрегатов с учетом вероятностного характера их изменений .....	133
6.9. Способы повышения производительности агрегатов .....	145
<b>Глава 7. Эксплуатационные затраты при работе машинно-тракторных агрегатов (А. Н. Скороходов, А. Г. Левшин, А. А. Зангиев).....</b>	<b>146</b>
7.1. Основные виды эксплуатационных затрат .....	146
7.2. Расчет расхода топлива и смазочных материалов.....	147
7.3. Расчет расхода энергии и энергетического КПД агрегата .....	149
7.4. Расчет эксплуатационных затрат труда и денежных средств ....	152
7.5. Влияние условий работы и параметров агрегатов на эксплуатационные затраты .....	157
7.6. Оптимизация эксплуатационных параметров и режимов работы агрегатов по критериям ресурсосбережения.....	162
7.7. Результаты моделирования и оптимизации параметров тракторов и агрегатов на их базе при выполнении механизированных полевых работ .....	169
7.8. Направления снижения эксплуатационных затрат при работе агрегатов .....	175
<b>Глава 8. Основы проектирования технологических процессов в растениеводстве (А. Н. Скороходов) .....</b>	<b>177</b>
8.1. Основные понятия и определения.....	177
8.2. Основные принципы рационального проектирования сельскохозяйственных производственных процессов.....	178
8.3. Обоснование технологических допусков на качество выполнения работ .....	179
8.4. Обоснование сроков начала, продолжительности и темпа выполнения работ .....	181
8.5. Методика моделирования простого производственного процесса .....	184
8.6. Особенности проектирования сложных и комбинированных технологических процессов .....	189
8.7. Методический подход к обоснованию структуры и системы эксплуатационного обеспечения технологических процессов.....	193

8.8. Формирование потока требований на эксплуатационное обслуживание и определение интенсивности обслуживаний .....	196
8.9. Обоснование количественных характеристик состава основного и транспортного звеньев технологического комплекса .....	199
8.10. Вероятностная оценка взаимодействия звеньев технологического комплекса .....	207
8.11. Упрощенная вероятностная оценка состояний агрегата и обоснование количественного состава технологического звена .....	214
8.12. Основы организации обслуживания технологических комплексов .....	218
8.13. Модели взаимодействия основного технологического звена с одним смежным звеном комплекса .....	221
8.14. Синтез системы взаимодействия звеньев комплекса .....	226
8.15. Анализ и обоснование требований к надежности агрегатов, звеньев и технологических комплексов .....	228
8.16. Обеспечение эксплуатационной надежности технологических комплексов методами резервирования .....	237
8.17. Обоснование резерва производительности технологического комплекса .....	240
<b>Глава 9. Механизация производственных процессов возделывания основных сельскохозяйственных культур (операционные технологии) (А. Н. Скороходов) .....</b>	<b>243</b>
9.1. Технический уровень отечественных сельскохозяйственных тракторов. Импортзамещение .....	243
9.2. Операционные технологии внесения удобрений и средств защиты растений .....	252
9.2.1. Агротехнические требования к внесению удобрений и средствам защиты растений .....	252
9.2.2. Комплектование, подготовка и технологическая наладка агрегатов .....	253
9.2.3. Подготовка поля и организация работы агрегатов .....	255
9.2.4. Контроль качества работы агрегатов .....	259
9.2.5. Проектирование оптимального технологического процесса сплошного внесения твердых органических и минеральных удобрений по прямоточной технологии .....	260
9.2.6. Техника для внесения удобрений. Тенденции развития при импортзамещении .....	266
9.2.7. Техника для защиты растений. Тенденции развития .....	269
9.3. Основная и предпосевная обработка почвы .....	273
9.3.1. Операционная технология лущения стерни .....	273
9.3.2. Операционная технология основной обработки почвы .....	281

9.3.3. Операционная технология безотвальной обработки почвы .....	287
9.3.4. Операционная технология боронования зяби и посевов .....	290
9.3.5. Операционная технология сплошной культивации .....	294
9.3.6. Почвообрабатывающая техника. Тенденции развития .....	297
9.4. Посев и посадка сельскохозяйственных культур .....	304
9.4.1. Операционная технология посева и посадки сельскохозяйственных культур .....	304
9.4.2. Подготовка поля, организация, контроль и оценка качества работы .....	307
9.4.3. Операционная технология посадки картофеля .....	313
9.4.4. Операционная технология посева сахарной свеклы .....	316
9.4.5. Посевная техника. Тенденции развития .....	318
9.5. Уход за посевами сельскохозяйственных культур .....	326
9.6. Уборка зерновых культур .....	330
9.6.1. Особенности вероятностной модели взаимодействия технологического и транспортного звеньев уборочного комплекса .....	337
9.6.2. Тенденции развития зерноуборочных комбайнов .....	345
9.7. Уборка картофеля и сахарной свеклы .....	352
9.7.1. Операционная технология уборки картофеля .....	352
9.7.2. Комплектование, подготовка и технологическая наладка уборочных агрегатов .....	353
9.7.3. Операционная технология уборки сахарной свеклы .....	358
9.8. Механизированные полевые работы по заготовке кормов .....	363
9.8.1. Операционная технология заготовки рассыпного сена .....	363
9.8.2. Операционная технология заготовки прессованного сена .....	366
9.8.3. Операционная технология заготовки сена методом активного вентилирования .....	367
9.8.4. Закладка сена на хранение .....	370
9.8.5. Операционная технология заготовки сенажа .....	371
9.8.6. Операционная технология заготовки силоса .....	375
9.9. Особенности операционной технологии механизированных работ в условиях фермерских хозяйств и других новых форм организации труда .....	387
9.9.1. Организация механизированных работ в виде отрядов .....	387
9.9.2. Основы поточно-циклового метода организации полевых механизированных работ .....	388
9.9.3. Особенности операционной технологии механизированных работ .....	389
9.9.4. Передовой опыт эффективного использования операционных технологий .....	390

<b>Глава 10. Особенности использования машин и агрегатов на мелиорированных землях и при почвозащитной системе земледелия (А. А. Зангиев)</b>	393
10.1. Основные понятия и определения	393
10.2. Основные виды мелиоративных работ	393
10.3. Использование машин и агрегатов на работах по орошению	394
10.4. Особенности технологии механизированных полевых работ в условиях орошаемого земледелия	396
10.5. Особенности технологии полевых работ на осушенных землях	398
10.6. Использование машин и агрегатов на культуртехнических работах	400
10.7. Особенности технологии механизированных работ при почвозащитной системе земледелия	401
<b>Глава 11. Транспортные работы в сельском хозяйстве (А. Н. Скороходов)</b>	405
11.1. Классификация сельскохозяйственных грузов	405
11.2. Классификация дорог в сельскохозяйственном производстве	406
11.3. Классификация перевозок сельскохозяйственных грузов	406
11.4. Виды транспортных средств, применяемых в сельском хозяйстве, и расчет их количества	407
11.5. Показатели использования транспортных средств	408
<b>Глава 12. Теоретические основы и методы принятия управленческих решений при оптимизации технических систем (А. Н. Скороходов)</b>	410
12.1. Классификация экономико-математических дисциплин	410
12.2. Общая характеристика и порядок изучения методов принятия управленческих решений	411
12.3. Основы теории управления	414
12.3.1. Понятие, основные элементы и условия управления	414
12.3.2. Система управления	416
12.3.3. Теория автоматического управления, фундаментальные принципы управления	417
12.3.4. Процессы управления в технических системах	418
12.3.5. Основные типы задач управления	420
12.4. Математическая теория оптимального управления	421
12.4.1. Оптимальное управление. Принцип максимума Л. С. Понтрягина	421
12.4.2. Техническая реализация оптимального управления	421
12.5. Управление организационными системами — исследование операций	423
12.5.1. Общая характеристика исследования операций	423



12.5.2. Основы теории принятия решений.....	424
12.5.3. Типичные классы задач исследования операций .....	425
12.5.4. Дискретные задачи .....	427
<b>Глава 13. Проектирование и анализ использования машинно- тракторного парка (А. Н. Скороходов) .....</b>	<b>429</b>
13.1. Общая характеристика методов расчета состава и планирования использования МТП .....	429
13.2. Определение рационального состава МТП методом построения графика машиноиспользования.....	431
13.3. Планирование и организация использования МТП на основе экономико-математических методов .....	434
13.3.1. Линейное программирование. Основные понятия и определения .....	434
13.3.2. Общая задача линейного программирования .....	435
13.3.3. Симплексный метод .....	440
13.3.4. Транспортные задачи в сельском хозяйстве.....	442
13.3.5. Методы решения транспортной задачи.....	446
13.3.6. Нормативный метод планирования состава МТП .....	460
13.3.7. Оперативное управление работой МТП.....	462
13.4. Анализ использования МТП по показателям эффективности .....	466
Литература.....	468