

**Ю. В. Чигарев, И. Н. Шило, В. Романюк,  
В. А. Сысуев, П. А. Савиных**

**МЕТОДОЛОГИЯ  
РАЗРАБОТКИ ТЕОРИИ СИСТЕМЫ  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ  
МАШИН**

Монография  
под научной редакцией профессора Ю.В. Чигарева  
и профессора В. Романюка

**Киров 2014**

**Ю.В. Чигарев, И.Н. Шило, В. Романюк,  
В.А. Сысуев, П.А. Савиных**

**МЕТОДОЛОГИЯ  
РАЗРАБОТКИ ТЕОРИИ СИСТЕМЫ  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ  
МАШИН**

Монография  
под научной редакцией профессора Ю.В. Чигарева  
и профессора В. Романюка

**Киров 2014**

ББК 40.7  
УДК 631.3.001  
П 78

**Методология разработки теории системы сельскохозяйственных машин** /Чигарев Ю.В., Шило И.Н., Романюк В., Сысуев В.А., Савиных П.А. Киров: ФГБНУ «НИИСХ Северо-Востока», 2014. 176 с.

ISBN 978-5-7352-0134-2

*Авторы:*

*Ю.В. Чигарев*, д-р техн. наук, профессор – Белорусский Государственный Аграрный Технический Университет (Минск), Западнопоморский Технологический Университет в Щецине (Польша); *И.Н. Шило*, д-р техн. наук, профессор - Белорусский Государственный Аграрный Технический Университет (Минск); *В. Романюк*, д-р техн. наук, профессор - Институт технологических и естественных наук в Фалентах Отделение в Варшаве; *В.А. Сысуев*, академик РАН, профессор, *П.А. Савиных*, д-р техн. наук, профессор - ФГБНУ "НИИСХ Северо-Востока" (Киров).

Под научной редакцией профессора Ю.В. Чигарева и профессора В. Романюка.

*Рецензенты: И.В. Горбачев*, чл.-корр. РАН,  
*Н.К. Мазитов*, чл.-корр. РАН

В предлагаемой монографии рассмотрены проблемы, связанные с изучением некоторых прикладных областей знаний (механики почвогрунтов, теории тракторов, моделирование технологий), необходимых в разработке теории формирования и прогнозирования системы машин. Обращено особое внимание на свойства сред взаимодействия почвы и опорных поверхностей движителей и их математические модели, а также описание технологических процессов. Предложена методология формирования системы машин, основанная на критериях оптимизации с учетом приоритетов технического оснащения сельского хозяйства в условиях современного земледелия.

Книга предназначена для студентов, научных работников и преподавателей сельскохозяйственных вузов, а также может быть полезна инженерно-техническим специалистам предприятий АПК.

ISBN 978-5-7352-0134-2

© Чигарев Ю.В., Шило И.Н., 2014,  
© Романюк В., 2014,  
© Сысуев В.А., Савиных П.А., 2014

# Содержание

<b>Введение</b> .....	3
<b>Глава 1</b>	
<b>Влияние системы машин на свойства сельскохозяйственных сред</b>	
1.1. Изменение агрофизических свойств почв при механическом воздействии .....	5
1.2. Структурно-механический состав почв.....	13
1.3. Физические свойства почв.....	16
1.4. Аэрационные свойства почв.....	26
1.5. Тепловые свойства почв.....	29
<b>Глава 2</b>	
<b>Математико-механические модели сельскохозяйственных сред</b>	
2.1. Напряжения и деформации в почве.....	35
2.2. Упругое тело.....	46
2.3. Пластичное тело.....	49
2.4. Вязкость и ползучесть.....	55
2.5. Тело Кельвина–Фойхта.....	58
2.6. Тело Максвелла.....	59
2.7. Вязкопластические тела.....	60
2.8. Упруго-вязкопластические тела.....	61
2.9. К определению реологических свойств почвы.....	62
2.10. Распределение напряжений в зернистой среде от сосредоточенных сил.....	68
2.11. Механобиологические модели почв.....	71
<b>Глава 3</b>	
<b>Параметры взаимодействия в моделях «машина – среда»</b>	
3.1. Кинематические характеристики опорных колес сельскохозяйственных машин.....	77
3.2. Определение сил сопротивления почвы под ободом жёсткого колеса.....	80
3.3. Скольжение и буксование.....	88
3.4. Деформирование шин.....	91
3.5. Общий случай действия системы сил при контактном взаимодействии.....	93

3.6.	Определение сил сопротивления качению ведомого эластичного колеса на недеформируемой поверхности.....	95
3.7.	Случай взаимодействия эластичного ведомого колеса с деформируемой поверхностью.....	97
3.8.	Взаимодействие ведущего деформируемого колеса с почвой.....	98
3.9.	Влияние грунтозацепов на взаимодействие ведущего колеса с почвой.....	101
3.10.	Определение энергетического баланса работы комбайна.....	104
3.11.	Проходимость систем машин на агроландшафтах (опорная проходимость гусеничных тракторов).....	106
3.12.	Проходимость колесных тракторов.....	109
3.13.	Агротехническая проходимость.....	109
3.14.	Некоторые методы оценки агротехнической проходимости...	112

#### **Глава 4**

##### **Моделирование технологических процессов**

4.1.	Подходы в прогнозировании машинных технологий.....	116
4.2.	Построение имитационной модели для выбора технологий.....	120
4.3.	Информационная модель Айзенсона-Хартмана.....	124
4.4.	Модель Флойда.....	127

#### **Глава 5**

##### **Методы формирования системы машин**

5.1.	Связь между организацией среды и машиной.....	130
5.2.	Подбор основных параметров технических средств систем машин.....	137
5.3.	Механизированные технологии – основа формирования системы машин.....	141
5.4.	Методы оптимизации состава технических средств.....	151
5.5.	Методические аспекты определения приоритетов технического оснащения сельского хозяйства в современных условиях.....	164

<b>Литература.....</b>	<b>170</b>
------------------------	------------



**Юрий Власович Чигарев  
Иван Николаевич Шило  
Вацлав Романюк  
Василий Алексеевич Сысуев  
Петр Алексеевич Савиных**

**МЕТОДОЛОГИЯ  
РАЗРАБОТКИ ТЕОРИИ СИСТЕМЫ  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ  
МАШИН**

Тех. редактор,  
компьютерная верстка  
И.В. Кодочигова

Подписано в печать 10 декабря 2014 г.  
Формат 60x84<sup>1/16</sup>. Бумага офсетная. Усл. печ. л. 10,23.  
Тираж 500 экз. Заказ 67.

Издано ФГБНУ «НИИСХ Северо-Востока»  
610007, г. Киров, ул. Ленина, 166,а