

НА ДОМ НЕ ВЫДАЕТСЯ

Дорохов А.С., Сибирёв А.В.,  
Акшенов А.Г., Мосяков М.А.,  
Сазонов Н.В.

21-4150

# ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И КОМПЛЕКС МАШИН ДЛЯ УБОРКИ ЛУКА-СЕВКА (монография)

21-04150



**Дорохов А.С., Сибирёв А.В., Аксенов А.Г., Мосяков М.А.,  
Сазонов Н.В.**

**ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И  
КОМПЛЕКС МАШИН ДЛЯ УБОРКИ  
ЛУКА-СЕВКА**

**Монография**

**Москва  
Цифровичок  
2021**

**УДК 631.3**

**ББК 40.**

**И 66**

**И66**        **Инновационные технологии и комплекс машин для уборки лука-севка / А.С. Дорохов, А.В. Сибирёв, А.Г. Аксенов, М.А. Мосяков, Н.В. Сазонов – М.: Цифровичок, 2021. – 442 с.**

**ISBN 978-5-91587-238-6**

**Рецензенты:**

**Алдошин Николай Васильевич**, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Сельскохозяйственные машины» Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К.А. Тимирязева.

**Славкин Владимир Иванович**, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры «Эксплуатация и технический сервис машин», ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный заочный университет».

В монографии приведены достижения передового опыта, охватывающие различные условия при уборке лука, приведены показатели, характеризующие агрофизические свойства лука.

Изложены результаты теоретических исследований, направленных на повышение эффективности уборки лука-севка совершенствованием технологических процессов и разработкой высокоэффективных технических средств.

Обобщены результаты теоретических и экспериментальных исследований процесса уборки лука-севка

Рассмотрены особенности технологии индустриального производства лука с учетом почвенных условий и повышении его урожайности, а также технологии уборки возделываемой культуры.

Для конструкторов, научных работников, преподавателей и студентов сельскохозяйственных вузов.

Монография выполнена при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта №19-316-90068.

**УДК 631.3**

**ББК 40.**

**И 66**

**ISBN 978-5-91587-238-6**

© Коллектив авторов, 2021

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>ВВЕДЕНИЕ</b> .....	10
<b>1 СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ УБОРКИ ЛУКА-СЕВКА. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЙ</b> .....	12
1.1 АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ СПОСОБОВ И СРЕДСТВ МЕХАНИЗАЦИИ УБОРКИ ЛУКА-СЕВКА.....	14
1.1.1 Ручная уборка лука-севка.....	16
1.1.2 Уборка лука-севка с частичной механизацией.....	16
1.1.3 Механизированная уборка лука-севка.....	17
1.2 СИСТЕМАТИЗАЦИЯ ОСНОВНЫХ ПРОБЛЕМ МЕХАНИЗИРОВАННОЙ ТЕХНОЛОГИИ УБОРКИ ЛУКА-СЕВКА.....	26
1.3 СПОСОБЫ И СРЕДСТВА УМЕНЬШЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ПОЧВЕННЫХ ПРИМЕСЕЙ В ВОРОХЕ ЛУКА-СЕВКА ПРИ УБОРКЕ.....	30
1.3.1 Предуборочное рыхление посевов лука-севка.....	33
1.3.2 Предуборочный полив при уборке лука-севка.....	35
1.3.3 Поддержание заданной глубины подкапывания лука-севка.....	36
1.3.4 Извлечение лука-севка из почвы методом теребления.....	40
1.3.5 Интенсификация процесса сепарации.....	42
1.3.6 Образование ложа перед укладкой лука-севка в валок.....	52
<b>ВЫВОДЫ</b> .....	55
<b>2 МОДЕЛИРОВАНИЕ ИСКУССТВЕННЫМИ НЕЙРОННЫМИ СЕТЯМИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА РАБОТЫ МАШИНЫ ДЛЯ УБОРКИ ЛУКА-СЕВКА</b> .....	58
2.1 ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ИСКУССТВЕННОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ.....	58
2.2 МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ РАБОЧЕГО ПРОЦЕССА МАШИНЫ ДЛЯ УБОРКИ ЛУКА-СЕВКА.....	67
2.3 РАЗРАБОТКА ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ДЛЯ МЕХАНИЗИРОВАННОЙ УБОРКИ ЛУКА-СЕВКА.....	90
<b>ВЫВОДЫ</b> .....	101
<b>3 ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ДЛЯ УБОРКИ ЛУКА-СЕВКА</b> .....	102
3.1 УТОЧНЕННЫЙ РАСЧЕТ ПОЧВОСЕПАРИРУЮЩЕЙ ПОВЕРХНОСТИ МАШИНЫ ДЛЯ УБОРКИ ЛУКА-СЕВКА (НА ОСНОВЕ ОБЩЕЙ МЕТОДИКИ РАСЧЕТА СЕПАРАЦИИ НА ПЛОСКИХ РЕШЕТКАХ ГРОХОТОВ И ПРУТКОВЫХ ЭЛЕВАТОРАХ).....	102

3.2	ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА СЕПАРАЦИИ ЛУКА-СЕВКА РОЛИКОВЫМ СЕПАРАТОРОМ ОТДЕЛЕНИЯ ЛУКОВИЦ ОТ ПОЧВЕННЫХ ПРИМЕСЕЙ МАШИНЫ ДЛЯ УБОРКИ ЛУКА-СЕВКА.....	110
3.2.1	Обоснование конструктивно-технологической схемы роликового сепаратора отделения луковиц от почвенных примесей машины для уборки лука-севка.....	110
3.2.2	Обоснование конструктивных и технологических параметров конструкции роликового сепаратора отделения луковиц от почвенных примесей машины для уборки лука-севка.....	115
3.2.2.1	Обоснование формы поверхности приемного вальца роликового сепаратора отделения луковиц от почвенных примесей .....	115
3.2.2.2	Обоснование диаметра приемного вальца роликового сепаратора отделения луковиц от почвенных примесей.....	118
3.2.2.3	Обоснование частоты вращения приемного вальца роликового сепаратора отделения луковиц от почвенных примесей.....	119
3.2.2.4	Обоснование диаметра сепарирующих вальцов роликового сепаратора отделения луковиц от почвенных примесей.....	120
3.2.2.5	Обоснование частоты вращения сепарирующих вальцов роликового сепаратора отделения луковиц от почвенных примесей .....	122
3.2.2.6	Определение взаимного расположения приемного вальца роликового сепаратора отделения луковиц от почвенных примесей и барабана пруткового элеватора.....	123
3.2.2.7	Определение взаимного расположения приемного и сепарирующих вальцов роликового сепаратора отделения луковиц от почвенных примесей.....	131
3.2.2.8	Определение взаимного расположения между сепарирующими вальцами роликового сепаратора отделения луковиц от почвенных примесей.....	133
3.3	ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА РАБОТЫ КАТКА-ЛОЖЕОБРАЗОВАТЕЛЯ МАШИНЫ ДЛЯ УБОРКИ ЛУКА-СЕВКА.....	134
3.3.1	Обоснование конструктивно-технологической схемы катка-ложеобразователя машины для уборки лука-севка.....	134
3.3.2	Схема процесса образования вальца лука-севка на сформированном ложе.....	141
3.3.3	Обоснование конструктивных параметров спирального вальца катка-ложеобразователя.....	149
3.3.3.1	Обоснование формы поверхности спирального вальца катка-ложеобразователя.....	149

3.3.3.2 Диаметр и ширина захвата спирального вальца катка-ложеобразователя.....	155
3.3.3.3 Шаг спирали спирального вальца.....	162
3.3.3.4 Обоснование частоты вращения спирального вальца.....	163
3.3.4 Обоснование конструктивных параметров цилиндрического вальца катка-ложеобразователя.....	165
3.3.4.1 Диаметр и ширина захвата цилиндрического вальца катка-ложеобразователя.....	165
3.3.4.2 Обоснование частоты вращения цилиндрического вальца.....	166
3.3.4.3 Определение давления прикатывающего вальца катка-ложеобразователя на почву.....	168
3.3.5 Обоснование расстояния между вальцами катка-ложеобразователя.....	172
3.4 ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА СЕПАРАЦИИ ВОРОХА ЛУКА-СЕВКА ПРУТКОВЫМ ЭЛЕВАТОРОМ С АСИММЕТРИЧНЫМ РАСПОЛОЖЕНИЕМ ВСТРЯХИВАТЕЛЕЙ МАШИНЫ ДЛЯ ПОДБОРА ЛУКА-СЕВКА.....	175
3.4.1 Обоснование конструктивной схемы пруткового элеватора машины для подбора лука-севка. Модель работы пруткового элеватора с асимметричным расположением встряхивателей.....	175
3.4.2 Движение вороха лука-севка по поверхности пруткового элеватора с асимметричным расположением встряхивателей.....	180
3.4.3 Определение траектории и абсолютной скорости движения вороха лука-севка по поверхности пруткового элеватора с асимметричным расположением встряхивателей.....	189
3.4.4 Обоснование процесса удаления почвенных примесей с поверхности пруткового элеватора с асимметричным расположением встряхивателей.....	192
3.4.5 Определение дальности полета частицы вороха лука-севка по поверхности пруткового элеватора с асимметричным расположением встряхивателей.....	198
3.4.6 Обоснование конструктивных и технологических параметров пруткового элеватора с асимметричным расположением встряхивателей.....	201
3.4.6.1 Обоснование межосевого расстояния между эллиптическим встряхивателем и поддерживающим роликом.....	201
3.4.6.2 Обоснование угла подъема и наклона полотна пруткового элеватора с асимметричным расположением встряхивателей.....	204
3.4.6.3 Обоснование подачи вороха лука-севка на прутковый элеватор с асимметричным расположением встряхивателей.....	207
3.4.6.4 Обоснование диаметра поддерживающего ролика пруткового элеватора с асимметричным расположением встряхивателей.....	207
ВЫВОДЫ.....	209

<b>4</b>	<b>ПРОГРАММА И МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ.....</b>	<b>211</b>
4.1	ПРОГРАММА И ОБЩАЯ МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	211
4.2	МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЧВЫ, ЛУКОВИЦ ЛУКА-СЕВКА И ВАЛКА ЛУКА-СЕВКА.....	212
4.2.1	Методика определения и результаты исследований влажности почвы.....	213
4.2.2	Методика определения и результаты исследований плотности почвы.....	215
4.2.3	Методика определения и результаты исследований твердости почвы.....	216
4.2.4	Методика проведения исследований физико-механических свойств и размерно-массовых характеристик посевов лука-севка, луковец лука-севка и валка лука перед уборкой.....	218
4.3	МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЕЛИЧИНЫ ПОДАЧИ ВОРОХА ЛУКА-СЕВКА С ПОДКАПЫВАЮЩЕГО ЛЕМЕХА НА ПРУТКОВЫЙ ЭЛЕВАТОР.....	220
4.4	МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ИНТЕНСИВНОСТИ СЕПАРАЦИИ ВОРОХА ЛУКА-СЕВКА НА ПОВЕРХНОСТИ ПРУТКОВОГО ЭЛЕВАТОРА.....	225
4.5	МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЕЛИЧИНЫ СХОДА ВОРОХА ЛУКА-СЕВКА С ПОВЕРХНОСТИ ПРУТКОВОГО ЭЛЕВАТОРА.....	229
4.6	МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ ОПТИМАЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ РОЛИКОВОГО СЕПАРАТОРА ОТДЕЛЕНИЯ ЛУКОВИЦ ОТ ПОЧВЕННЫХ ПРИМЕСЕЙ МАШИНЫ ДЛЯ УБОРКИ ЛУКА-СЕВКА.....	230
4.6.1	Методика проведения лабораторных исследований роликового сепаратора отделения луковец от почвенных примесей машины для уборки лука-севка.....	231
4.6.2	Методика экспериментальных исследований по определению высоты расположения сепарирующей поверхности для предварительного размещения вороха и приемного вальца роликового сепаратора отделения луковец от почвенных примесей.....	238
4.6.3	Методика экспериментальных исследований определения межосевого расстояния между приемным и сепарирующим вальцами роликового сепаратора отделения луковец от почвенных примесей.....	239

4.6.4	Методика определения частоты вращения приемного и сепарирующих валцов роликового сепаратора отделения лукович от почвенных примесей .....	241
4.6.5	Методика проведения производственных исследований роликового сепаратора отделения лукович от почвенных примесей.....	242
4.7	<b>МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ КАТКА-ЛОЖЕОБРАЗОВАТЕЛЯ МАШИНЫ ДЛЯ УБОРКИ ЛУКА-СЕВКА.....</b>	<b>247</b>
4.7.1	Методика определения структурного состава взрыхленного почвенного слоя.....	247
4.7.2	Методика определения степени рыхления почвы.....	249
4.7.3	Методика проведения производственных исследований катка-ложеобразователя машины для уборки лука-севка.....	251
4.7.4	Методика определения частоты вращения валцов катка-ложеобразователя машины для уборки лука-севка.....	258
4.7.5	Методика определения энергетической оценки работы машины для уборки лука-севка, оснащенной катком-ложеобразователем.....	260
4.8	<b>МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ ОПТИМАЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПРУТКОВОГО ЭЛЕВАТОРА С АСИММЕТРИЧНЫМ РАСПОЛОЖЕНИЕМ ВСТРЯХИВАТЕЛЕЙ МАШИНЫ ДЛЯ ПОДБОРА ЛУКА-СЕВКА..</b>	<b>262</b>
4.8.1	Методика проведения поисковых исследований по обоснованию конструкции пруткового элеватора.....	263
4.8.2	Методика проведения лабораторных исследований пруткового элеватора с асимметричным расположением встряхивателей по определению качественных показателей сепарации вороха лука-севка.....	269
4.8.3	Методика определения места и уровня повреждений лукович лука-севка на прутковом элеваторе с асимметричным расположением встряхивателей .....	271
4.8.4	Методика экспериментальных исследований пруткового элеватора с асимметричным расположением встряхивателей по определению оптимального межосевого расстояния между эллиптическим встряхивателем и поддерживающим роликом .....	274
4.8.5	Методика проведения производственных исследований пруткового элеватора с асимметричным расположением встряхивателей машины для подбора лука-севка .....	274
	<b>ВЫВОДЫ.....</b>	<b>278</b>
5	<b>РЕЗУЛЬТАТЫ И АНАЛИЗ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ.....</b>	<b>279</b>

5.1	РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ И РАЗМЕРНО-МАССОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОСЕВОВ ЛУКА-СЕВКА, ЛУКОВИЦ ЛУКА-СЕВКА И ВАЛКА ЛУКА-СЕВКА ПЕРЕД УБОРКОЙ.....	279
5.2	РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ ВЕЛИЧИНЫ ПОДАЧИ ВОРОХА ЛУКА-СЕВКА С ПОДКАПЫВАЮЩЕЙ СЕКЦИИ НА ПРУТКОВЫЙ ЭЛЕВАТОР И ИХ АНАЛИЗ.....	292
5.3	РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ ИНТЕНСИВНОСТИ СЕПАРАЦИИ ВОРОХА ЛУКА-СЕВКА НА ПОВЕРХНОСТИ ПРУТКОВОГО ЭЛЕВАТОРА И ИХ АНАЛИЗ.....	296
5.4	РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ ВЕЛИЧИНЫ СХОДА ВОРОХА ЛУКА-СЕВКА С ПОВЕРХНОСТИ ПРУТКОВОГО ЭЛЕВАТОРА И ИХ АНАЛИЗ.....	299
5.5	РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ РОЛИКОВОГО СЕПАРАТОРА ОТДЕЛЕНИЯ ЛУКОВИЦ ОТ ПОЧВЕННЫХ ПРИМЕСЕЙ МАШИНЫ ДЛЯ УБОРКИ ЛУКА-СЕВКА И ИХ АНАЛИЗ.....	301
5.5.1	Результаты лабораторных исследований роликового сепаратора отделения луковец от почвенных примесей по определению полноты сепарации лука-севка.....	301
5.5.2	Результаты экспериментальных исследований по определению высоты расположения сепарирующей поверхности для предварительного размещения вороха и приемного вальца роликового сепаратора отделения луковец от почвенных примесей .....	308
5.5.3	Результаты экспериментальных исследований по определению межосевого расстояния между приемным и сепарирующим вальцами роликового сепаратора отделения луковец от почвенных примесей .....	309
5.5.4	Результаты производственных исследований роликового сепаратора отделения луковец от почвенных примесей и их анализ .....	312
5.6	РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ КАТКА-ЛОЖЕОБРАЗОВАТЕЛЯ МАШИНЫ ДЛЯ УБОРКИ ЛУКА-СЕВКА И ИХ АНАЛИЗ .....	315
5.6.1	Результаты исследований фракционного состава вальца лука-севка.....	315
5.6.2	Результаты исследований структурного состава взрыхленного слоя почвы.....	317
5.6.3	Результаты исследований по определению степени рыхления почвы.....	320

5.6.4	Результаты производственных исследований катка-ложеобразователя машины для уборки лука-севка .....	322
5.6.5	Результаты исследований по определению энергетической оценки работы машины для уборки лука-севка, оснащенной катком-ложеобразователем.....	335
5.7	<b>РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПРУТКОВОГО ЭЛЕВАТОРА С АСИММЕТРИЧНЫМ РАСПОЛОЖЕНИЕМ ВСТРЯХИВАТЕЛЕЙ МАШИНЫ ДЛЯ ПОДБОРА ЛУКА-СЕВКА И ИХ АНАЛИЗ.....</b>	<b>339</b>
5.7.1	Результаты поисковых исследований по обоснованию конструкции пруткового элеватора.....	339
5.7.2	Результаты лабораторных исследований пруткового элеватора с асимметричным расположением встряхивателей по определению оптимальных технологических параметров и их анализ .....	344
5.7.2.1	Результаты лабораторных исследований пруткового элеватора с асимметричным расположением встряхивателей по определению полноты сепарации вороха лука-севка .....	344
5.7.2.2	Результаты лабораторных исследований пруткового элеватора с асимметричным расположением встряхивателей по определению повреждений луковиц лука-севка .....	351
5.7.3	Результаты производственных исследований пруткового элеватора с асимметричным расположением встряхивателей машины для подбора лука-севка.....	358
	<b>ВЫВОДЫ.....</b>	<b>365</b>
6	<b>ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ДЛЯ УБОРКИ ЛУКА-СЕВКА.....</b>	<b>369</b>
6.1	МЕТОДИКА РАСЧЕТА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ДЛЯ УБОРКИ ЛУКА-СЕВКА.....	369
6.2	ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РОЛИКОВОГО СЕПАРАТОРА ОТДЕЛЕНИЯ ЛУКОВИЦ ОТ ПОЧВЕННЫХ ПРИМЕСЕЙ МАШИНЫ ДЛЯ УБОРКИ ЛУКА-СЕВКА .....	376
6.3	ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КАТКА-ЛОЖЕОБРАЗОВАТЕЛЯ МАШИНЫ ДЛЯ УБОРКИ ЛУКА-СЕВКА .....	380
6.4	ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРУТКОВОГО ЭЛЕВАТОРА С АСИММЕТРИЧНЫМ РАСПОЛОЖЕНИЕМ ВСТРЯХИВАТЕЛЕЙ МАШИНЫ ДЛЯ ПОДБОРА ЛУКА-СЕВКА.....	384
	<b>ВЫВОДЫ.....</b>	<b>388</b>
	<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....</b>	<b>390</b>
	<b>СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....</b>	<b>397</b>