

# аграрный ВЕСТНИК

**НЕЧЕРНОЗЕМЬЯ** 

Научно-практический журнал Костромской ГСХА



No3 (3) 2021



ISSN 2712-8679 Code DOI: 10.52025/2712-8679

#### Учредитель и издатель:

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Костромская государственная сельскохозяйственная академия»

Свидетельство о регистрации средства массовой информации: ПИ №ФС77-80262 от 19 января 2021 года

#### Научные направления:

03.00.00 Биологические науки

05.00.00 Технические науки

06.00.00 Сельскохозяйственные науки

> 08.00.00 Экономические науки



Периодичность 4 номера в год



## Аграрный вестник Нечерноземья

### Научно-практический журнал

#### Главный редактор

Волхонов Михаил Станиславович, доктор технических наук, профессор, заслуженный изобретатель Костромской области, врио ректора ФГБОУ ВО Костромской ГСХА

#### Члены редакционного совета

Баранова Надежда Сергеевна. доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующая кафедрой частной зоотехнии, разведения и генетики, почетный работник АПК России, Костромская ГСХА

Бородий Сергей Алексеевич, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, профессор кафедры земледелия, растениеводства и селекции, Костромская ГСХА

**Бурдейный Василий Владимирович,** доктор ветеринарных наук, профессор, профессор кафедры эпизоотологии, паразитологии и микробиологии, заслуженный работник высшей школы РФ. Костромская ГСХА

Виноградова Вера Сергеевна, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, профессор кафедры агрохимии, биологии и защиты растений, Костромская ГСХА

**Демьянова-Рой Галина Борисовна,** доктор сельскохозяйственных наук, профессор, врио проректора по НИР, Костромская ГСХА

**Здюмаева Наталья Петровна,** доктор биологических наук, доцент, профессор кафедры анатомии и физиологии животных, Костромская ГСХА

Зиниов Александр Николаевич, доктор технических наук, доцент, профессор кафедры тракторов и автомобилей, заслуженный изобретатель Костромской области, Костромская ГСХА

Кочуева Наталья Анатольевна, доктор биологических наук, профессор, профессор кафедры внутренних незаразных болезней, хирургии и акушерства, Костромская ГСХА

**Кузьмичев Василий Витальевич,** доктор ветеринарных наук, профессор, профессор кафедры внутренних незаразных болезней, хирургии и акушерства, Костромская ГСХА

Мирзояни Юрий Ашотович, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры технических систем в АПК, Костромская ГСХА

**Пашин Евгений Львович,** доктор технических наук, профессор, профессор кафедры технических систем в АПК, заслуженный деятель науки и техники РФ, лауреат премии Правительства РФ в области науки и техники за 2005, 2011 гг., академик Академии проблем качества РФ, председатель национального комитета по стандартизации (ТК №460 «Лубяные культуры и продукция, производимая из них»), заслуженный изобретатель Костромской области, Костромская ГСХА

Разин Сергей Николаевич, доктор технических наук, доцент, профессор кафедры ремонта и основ конструирования машин, Костромская ГСХА



Журнал включен в РИНЦ (Российский индекс научного цитирования) на платформе НЭБ eLIBRARY

#### Язык опубликования статей:

русский, английский

#### Форма распространения:

журнал выходит в печатном виде, электронная версия публикуется на сайте журнала

#### Адрес редакции:

Россия, 156530, Костромская область, Костромской район, пос. Караваево, учебный городок, д. 34, Костромская государственная сельскохозяйственная академия, редакция журнала «Аграрный вестник Нечерноземья»





№3, октябрь 2021

Середа Надежда Александровна, доктор экономических наук, профессор, декан экономического факультета, Костромская ГСХА

**Солдатов Валерий Александрович,** доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой информационных технологий в электроэнергетике, Костромская ГСХА

**Соловьева Любовь Павловна,** доктор биологических наук, профессор, заведующая кафедрой анатомии и физиологии животных, заслуженный работник высшей школы РФ, Костромская ГСХА

**Титунин Андрей Александрович,** доктор технических наук, доцент, профессор кафедры технологии, организации и экономики строительства, Костромская ГСХА

**Цуриков Владимир Иванович,** доктор экономических наук, доцент, профессор кафедры высшей математики, почетный работник высшего профессионального образования РФ, Костромская ГСХА

Макарчиков Александр Федорович, доктор биологических наук, доцент, заведующий кафедрой химии Гродненского государственного аграрного университета

**Пестис Витольд Казимирович,** доктор сельскохозяйственных наук, профессор, член-корреспондент Национальной академии наук Беларуси

**Шешко Павел Славомирович,** кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, заведующий опытным полем Гродненского государственного аграрного университета

**Щербатюк Светлана Юрьевна,** кандидат экономических наук, доцент, декан факультета бухгалтерского учета Гродненского государственного аграрного университета

**Грибов Андрей Владимирович,** кандидат экономических наук, доцент, декан экономического факультета Гродненского государственного аграрного университета

Ватников Юрий Анатольевич, доктор ветеринарных наук, профессор, директор департамента ветеринарной медицины аграрно-технологического института ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов»

*Гинс Мурат Сабирович*, доктор биологических наук, профессор, член-корреспондент РАН, лауреат Государственной премии РФ в области науки и техники, лауреат премии Правительства РФ в области науки и техники, заведующий лабораторией физиологии и биохимии, интродукции и технологии функциональных продуктов ФГБНУ «Федеральный научный центр овощеводства»

**Стекольников Анатолий Александрович,** доктор ветеринарных наук, профессор, академик РАН, заведующий кафедрой общей и частной хирургии им. Шакалова К.И. Санкт-Петербергского государственного университета ветеринарной медицины



ISSN 2712-8679 Code DOI: 10.52025/2712-8679

#### Founder and publisher:

Federal State **Budgetary Educational** Institution of Higher Education «Kostroma State Agricultural Academy»

The certificate of registration of mass media ПИ №ФС77-80262 dated January 19, 2021

#### Scientific specialties:

03.00.00 Biological sciences

05.00.00 Technical sciences

06.00.00 Agricultural sciences

08,00,00 **Economic sciences** 



**Periodicity** 4 issues per year



## **Agrarian Bulletin** of the Non-Chernozem Area Scientific and practical journal

#### **Editor-in-chief**

Volkhonov Mikhail Stanislavovich, Doctor of Sciences in Technology, Professor, Honored Inventor of the Kostroma Region, Acting Rector of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education of the Kostroma State Agricultural Academy

#### Members of the editorial board

Baranova Nadezhda Sergeevna, Doctor of Sciences in Agriculture, Professor, Head of the Department of Small Animals, Breeding and Genetics, Honorary Worker of the Agro-Industrial Complex of Russia, Kostroma State Agricultural Academy

Borodiy Sergey Alekseevich, Doctor of Sciences in Agriculture, Professor, Professor of the Department of Agriculture, Plant Growing and Selection, Kostroma State Agricultural Academy

Burdeyny Vasily Vladimirovich, Doctor of Sciences in Veterinary, Professor, Professor of the Department of Epizootology, Parasitology and Microbiology, Honored Worker of the Higher Education of the Russian Federation, Kostroma State Agricultural Academy

Vinogradova Vera Sergeevna, Doctor of Sciences in Agriculture, Professor, Professor of the Department of Agrochemistry, Biology and Plant Protection, Kostroma State Agricultural Academy

Demyanova-Roy Galina Borisovna, Doctor of Sciences in Agricultural, Professor, Acting Vice-Rector for Research, Kostroma State Agricultural Academy

**Zdumaeva Natalya Petrovna**, Doctor of Sciences in Biology, Associate Professor, Professor of the Department of Animal Anatomy and Physiology, Kostroma State Agricultural Academy

Zintsov Alexander Nikolaevich, Doctor of Sciences in Technology, Associate Professor, Professor of the Department of Tractors and Cars, Honored Inventor of the Kostroma region, Kostroma State Agricultural Academy

Kochueva Natalya Anatolyevna, Doctor of Sciences in Biology, Professor, Professor of the Department of Internal Non-Contagious Diseases, Surgery and Obstetrics, Kostroma State Agricultural Academy

Kuzmichev Vasily Vitalievich, Doctor of Sciences in Veterinary, Professor, Professor of the Department of Internal Non-Contagious Diseases, Surgery and Obstetrics, Kostroma State Agricultural Academy

Mirzovants Yuri Ashotovich. Doctor of Sciences in Technology, Professor, Professor of the Department of Technical Systems in Agro-industrial Complex, Kostroma State Agricultural

Pashin Evgeniy Lvovich, Doctor of Sciences in Technology, Professor, Professor of the Department of Technical Systems in Agroindustrial Complex, Honored Worker of Science and Technology of the Russian Federation, laureate of the Government prize of the Russian Federation in Science and Technology for 2005, 2011, Academician of the Academy of Quality Problems of the Russian Federation, Chairman of the National Committee for standardization (TC № 460 «Bast crops and bast crops



The journal is included in the RSCI (Russian Science Citation Index) on the National Electronic Library eLIBRARY platform

> The language of publications: Russian, English.

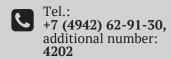
#### Distribution form:

the journal is published in printed form The electronic version is published in the journal's website.

#### **Editorial office address:** Federal State Budgetary

**Educational Institution** «Kostroma State Agricultural Academy» Kostroma region, Kostroma district, Karavaevo, Training Campus, 34, 156530, editorial office of the journal « Agrarian Bulletin of the Non-Chernozem Area»





№3, october 2021

products»), Honored Inventor of the Kostroma Region, Kostroma State Agricultural Academy

Razin Sergey Nikolaevich, Doctor of Sciences in Technology, Associate Professor, Professor of the Department of Repair and Fundamentals of Machine Design, Kostroma State Agricultural Academy

**Sereda Nadezhda Aleksandrovna**, Doctor of Sciences in Economics, Professor, Dean of the Economic Faculty, Kostroma State Agricultural Academy

Soldatov Valery Aleksandrovich, Doctor of Sciences in Technology, Professor, Head of the Department of Information Technologies in Electroenergetics, Kostroma State Agricultural Academy

Solovieva Lyubov Pavlovna, Doctor of Sciences in Biology, Professor, Head of the Department of Animal Anatomy and Physiology, Honored Worker of Higher Education of the Russian Federation, Kostroma State Agricultural Academy

Titunin Andrey Aleksandrovich, Doctor of Sciences in Technology, Associate Professor, Professor of the Department of Technology, Organization and Economics of Construction, Kostroma State Agricultural Academy

Tsurikov Vladimir Ivanovich, Doctor of Economics, Associate Professor, Professor of the Department of Higher Mathematics, Honored Worker of Higher Education of the Russian Federation, Kostroma State Agricultural Academy

Makarchikov Alexander Fedorovich, Doctor of Sciences in Biology, Associate Professor, Head of the Department of Chemistry, Grodno State Agrarian University

**Pestis Vitold Kazimirovich**, Doctor of Sciences in Agriculture, Professor, Corresponding Member of the National Academy of Sciences of Belarus

Sheshko Pavel Slavomirovich, Candidate of Sciences in Agriculture, Associate Professor, Head of the Experimental Field of the Grodno State Agrarian University

Shcherbatyuk Svetlana Yurievna, Candidate of Sciences in Economics, Associate Professor, Dean of the Faculty of Accounting, Grodno State Agrarian University

Gribov Andrey Vladimirovich, Candidate of Sciences in Economics, Associate Professor, Dean of the Faculty of Economics, Grodno State Agrarian University

Vatnikov Yuri Anatolyevich, Doctor of Sciences in Veterinary, Professor, Director of the Department of Veterinary Medicine of the Agrarian-Technological Institute of the Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education «Peoples' Friendship University of Russia»

Gins Murat Sabirovich, Doctor of Sciences in Biology, Professor, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Laureate of the RF State Prize in Science and Technology, Laureate of the Russian Federation Government Prize in Science and Technology, Head of the Laboratory of Physiology and Biochemistry, Introduction and Technology of Functional Products of the Federal State Budgetary Scientific Institution «Federal Scientific center of vegetable growing»

Stekolnikov Anatoly Alexandrovich, Doctor of Sciences in Veterinary, Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, Head of the Department of General and Private Surgery named after Shakalova K.I. at Saint-Petersburg State University of Veterinary Medicine



## СОДЕРЖАНИЕ

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ
Демьянова-Рой Г.Б., Панкратов Ю.В., Травкина Т.Н. ОСОБЕННОСТИ НАКОПЛЕНИЯ ФИТОМАССЫ ПОСЕВАМИ СОИ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ СОРТОВ ДАЛЬНЕВОСТОЧНОЙ СЕЛЕКЦИИ В СЕВЕРО-ЗАПАДНОМ РЕГИОНЕ РОССИИ
Кузнецова И. Б., Чудецкий А. И., Макаров С. С. ОСОБЕННОСТИ КЛОНАЛЬНОГО МИКРОРАЗМНОЖЕНИЯ КРАСНИКИ ( <i>VACCINIUM PRAESTANS</i> LAMB.) НА ЭТАПАХ «ВВЕДЕНИЕ В КУЛЬТУРУ <i>IN VITRO</i> » И «СОБСТВЕННО МИКРОРАЗМНОЖЕНИЕ»14
Сабетова К. Д., Кочуева Н.А. ДИНАМИКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭХОКАРДИОГРАФИИ У ТЕЛЯТ20
ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ
Зинцов А. Н., Соколов В. Н., Добрецов В. А. ИННОВАЦИОННАЯ ТЕРЕБИЛКА-ПЛЮЩИЛКА ЛЬНА ТЛП-1,5К (П)24
Климов Н. А., Третьякова А. Н. ВЛИЯНИЕ ТОЧНОСТИ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ НА КРИТЕРИИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕСТА ПОВРЕЖДЕНИЯ В СЕТЯХ 10 КВ С ТРЕХОБМОТОЧНЫМ ПИТАЮЩИМ ТРАНСФОРМАТОРОМ ПРИ МЕТАЛЛИЧЕСКОМ ЗАМЫКАНИИ
Пашин Е. Л., Соколов В. Н., Орлов А.В. МОДЕРНИЗАЦИЯ РАЗРЫВНОЙ МАШИНЫ РМП-1 ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАЗРЫВНОЙ НАГРУЗКИ ЛУБЯНЫХ ВОЛОКОН
Разин С. Н., Турыгин А. Б., Коваленко Н. И. ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ ЗАЖИМНОГО УСТРОЙСТВА НА СИЛУ ЗАЖИМА СЛОЯ ЛЬНА40
Смирнов А. Н., Жукова С. В., Пашин Е.Л. ОСОБЕННОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ СТЕБЛЕЙ СОВРЕМЕННЫХ СОРТОВ БЕЗНАРКОТИЧЕСКОЙ КОНОПЛИ ДЛЯ ОБОСНОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ИЗ НИХ ВОЛОКНА
Солдатов В. А., Рыжов М.Е. АНАЛИТИЧЕСКИЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕСТА ПОВРЕЖДЕНИЯ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ 10 КВ ПО УРАВНЕНИЯМ 4-Й СТЕПЕНИ ОТНОСИТЕЛЬНО ТОКОВ
Солдатов В. А., Фокин И. В. ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕСТА ПОВРЕЖДЕНИЯ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ 35 КВ ПРИ ПЕРЕХОДНОМ СОПРОТИВЛЕНИИ55
Солдатов В. А., Широбоков Д. А. КРИТЕРИИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕСТА АВАРИЙНОГО РЕЖИМА В СЕТЯХ 6 КВ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ КООРДИНАТ ТРЕХ СИММЕТРИЧНЫХ СОСТАВЛЯЮЩИХ ПРИ ОДНОСТОРОННЕМ И ДВУХСТОРОННЕМ ЗАМЕРАХ
Солдатов В. А., Широбоков Д. А. ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕСТА ПОВРЕЖДЕНИЯ В СЕТЯХ 6 КВ В КООРДИНАТАХ ТРЕХ СИММЕТРИЧНЫХ СОСТАВЛЯЮЩИХ ПРИ ПЕРЕХОДНОМ СОПРОТИВЛЕНИИ
ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ
Зорин А. В. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЗЕМЕЛЬНЫХ ОТНОШЕНИЙ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ68
Иванова О. Е. ИНДУСТРИЯ 4.0 — ИТОГИ РАБОТЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ73
Королева Н. Л. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ РЕГИОНА80
Середа Н. А. РАЗВИТИЕ СЕЛЬСКИХ ТЕРРИТОРИЙ: РЕЗУЛЬТАТЫ, ПРОБЛЕМЫ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕХАНИЗМА РЕАЛИЗАЦИИ ГОСУДАРСТВЕННЫХ ПРОГРАММ86

## СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

УДК 633.34

DOI 10.52025/2712-8679\_2021\_03\_6

## ОСОБЕННОСТИ НАКОПЛЕНИЯ ФИТОМАССЫ ПОСЕВАМИ СОИ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ СОРТОВ ДАЛЬНЕВОСТОЧНОЙ СЕЛЕКЦИИ В СЕВЕРО-ЗАПАДНОМ РЕГИОНЕ РОССИИ

**Демьянова-Рой Галина Борисовна,** доктор сельскохозяйственных наук, профессор gdemjan@yandex.ru

Панкратов Юрий Владимирович, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент pankratkostroma@gmail.com

Травкина Татьяна Николаевна

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Костромская государственная сельскохозяйственная академия»; 156530, Костромская область, Костромской район, пос. Караваево, ул. Учебный городок, д. 34

© Демьянова-Рой Г. Б., Панкратов Ю. В., Травкина Т. Н., 2021

Аннотация. В статье представлена сравнительная оценка продуктивности сортов сои, выращенной в почвенно-климатических условиях Северо-Западного региона, допущенных к возделыванию Государственным реестром в Дальневосточном регионе России. Показаны адаптивные свойства, нарастание сухой и сырой массы в органах растений сои по фазам развития, урожайность, сбор белка и жира. Вегетационный период сортов сои Дальневосточной селекции по годам исследований составил 120-136 дней, урожайность, в условиях Костромской области — 1,8-2,3 т/га.

Ключевые слова: соя, вегетационный период, продуктивность, адаптивный потенциал, сорт.

## SPECIFIC FEATURES OF PHYTOMASS ACCUMULATION BY SOYBEAN CROPS DURING THE CULTIVATION OF VARIETIES OF THE FAR EASTERN PLANT BREEDING IN THE NORTHWESTERN REGION OF RUSSIA

**Demianova-Roi Galina Borisovna,** Doctor of Sciences in Agriculture, Professor gdemjan@yandex.ru **Pangratev Vivii Vladimirovich** Candidate of Sciences in Agriculture, Associate

**Pancratov Yurii Vladimirovich,** Candidate of Sciences in Agriculture, Associate Professor pankratkostroma@gmail.com

Travkina Tatiyana Nikolayevna

Federal State Budgetary Educational Institution «Kostroma State Agricultural Academy»; 156530, Kostroma region, Kostroma district, Karavaevo, Training Campus, 34 © Demianova-Roi G.B., Pancratov Yu. V., Travkina T. N., 2021

**Abstract.** The article presents a comparative assessment of the productivity of soybean varieties grown in the soil-and-climatic conditions of the North-West region, admitted to cultivation by the State Register in the Far East region of Russia. The adaptive properties, the growth of dry and wet mass in the organs of soybeans by the phases of development, yield, collection of protein and fat are described. The vegetation period of soybean varieties of the Far Eastern plant breeding over the years of research was 120-136 days, crop productivity, in the conditions of the Kostroma region, amounted 1.8-2.3 t/ha.

**Keywords**: soybeans, vegetation period, productivity, adaptive potential, variety.

#### Введение

Для Костромской области расширение видового состава зернобобовых культур является необходимым условием повышения товарности отрасли растениеводства и организации качественного кормления животных.

Данные исследования являются продолжением работы коллектива ученых кафедры растениеводства, селекции, семеноводства и луговодства Костромской ГСХА, в ходе которых разрабатывались вопросы подбора адаптированных к конкретным почвенно-климатическим условиям сортов сои северно-



го экотипа, определения их потенциальной продуктивности и качественных характеристик [1]. Также были решены вопросы подбора регуляторов роста и микроудобрений, оказывающих влияние на стабильность и величину урожайности сортов [2, 3].

Цель нашей работы заключалась в определении продуктивности посевов и качества семян сои сортов Дальневосточной селекции в почвенно-климатических условиях Северо-Западного региона России.

В данной статье оцениваются адаптивные свойства сортов сои, накопление ими сырой и сухой массы растений по периодам роста и развития, урожайность, сбор белка и жира.

#### Материал и методы исследования

Объектами исследований выступали следующие сорта сои Дальневосточной селекции: Coep-4 (st), Соната, Гармония и Лидия. Сорта выведены на Ершовской опытной станции орошаемого земледелия НИИСХ Юго-Востока (Соер-4) и во ВНИИ сои (Соната, Гармония и Лидия) [4].

Семена изучаемых сортов сои высевали в 4-кратной повторности по 25 штук на  $1 \text{ m}^2$ , схема посева —  $5\times45$  см, на делянках прямоугольной формы  $(1,25\times1,8\mathrm{M})$ , на опытном поле ФГБОУ ВО Костромской ГСХА. Размещение делянок линейное, вариантов опыта — систематическое.

Почва опытного участка — дерново-подзолистая, среднесуглинистая. Мощность пахотного слоя 22-23 см с содержанием гумуса 1,94% по Тюрину (ГОСТ 26213—74) [5], подвижного фосфора — 218,9 мг/кг почвы и обменного калия — 128,0 мг/кг почвы по Кирсанову в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26207—84) [6]. Данные показатели полностью совпадают с требованиями культуры к почве, изложенными в трудах Посыпанова Г. С. [7].

Даты наступления фенологических фаз и продолжительность вегетационного периода отмечали согласно методике Ещенко В. Е., Трифонова М. Ф. [8]. Агрохимический анализ почвы, а также содержание белка и жира в семенах проведены в испытательной лаборатории ФГУ «Государственная станция агрохимической службы «Костромская» по установленным ГОСТ. Массовую долю сырого протеина определяли по методике ГОСТ 13496.4—93 (фотометрический индофенольный метод) [9]; массовую долю сырого жира – по ГОСТ 13496.15—97 [10]; массовую долю влаги — по ГОСТ 13496.3—92 [11].

Для определения особенностей накопления фитомассы растений по сортам в каждой фазе

срезали растения у поверхности почвы на высоте 5 см и весовым методом вычисляли сырую массу. Содержание сухого вещества определяли согласно ГОСТ 31640—2012 (метод определения содержания сухого вещества высушиванием при температуре 105 °C) [12].

#### Результаты исследования

Важной сортовой характеристикой растений является продолжительность вегетационного периода, которая включает показатели по фазам роста и развития. В.Б. Енкен отобразил важные теоретические исследования этих процессов в своих трудах. Также он отметил, что соя — типичное короткодневное растение, реагирующее на изменение длины дня [13]. В таблице 1 приведены усредненные показатели сортов сои по годам исследований и показана их сравнительная характеристика с результатами исследований Енкена В. Б.

Сорта сои характеризуются определенным адаптивным потенциалом. Наши наблюдения показали, что прорастание семян сои в условиях Костромской области проходило при температуре воздуха от 6 до 19 °C. Через 14-15 суток наступала фаза всходов, которая продолжалась 29-33 дня при температуре воздуха в июне месяце +11-27 °C. Цветение в нашем регионе проходило за 9-10 дней в диапазоне тепла от +14 до +29 °C. На долю межфазного периода формирование бобов - налив семян приходится большая часть (39-53 дня) длительности вегетационного периода. При изменении температуры воздуха от +6 до +18 °C за 14-23 дня проходило созревание семян. Таким образом, вегетационный период проходил за 120-136 дней в температурном диапазоне от +6 до +29 °C. Для более подробной характеристики реакции культуры представляем сводные показатели (см. табл. 1).

Рассматривая детально длительность фаз развития и периода вегетации, мы приводим оценку возделывания сои при различных погодно-климатических условиях.

Так, по количеству выпавших осадков и температурному фактору 2010 год можно охарактеризовать как «экстремальный». За период вегетации ГТК составил 0,97 (табл. 2), что отражает выращивание сои в условиях недостаточного увлажнения. С середины июня и до середины августа, т.е. в течение 60 дней, осадки отсутствовали, и это привело к более быстрому прохождению фаз развития, сокращению вегетационного периода посевов.

Основные Формирование -Прорастание Ветвление Созревание фазы Всходы Цветение налив семян вегетации По биологии (Енкен В. Б., 1959) Дни 8 24 16 10 30 12 10-22 °C 6-22 16-23 17-25 17-23 8-20 По нашим наблюдениям 29 18 10 Дни 14 39 14 2010 г. 11-19 °C 11-27 18-27 19-29 7-15 8-29 30 9 Дни 14 11 49 23 2011 г. 6-15 °C 6 - 19 11-24 13-23 20-24 11-26 33 20 Дни 15 6 9 53 2012 г. °C 9-19 11-22 19-23 14-23 8-24 7-18

Таблица 1– Продолжительность фаз роста и развития сои

Погодные условия 2011-2012 годов можно отнести к благоприятным для выращивания культуры, ГТК изменялся от 1,2 до 1,5, что характеризует территорию как зону достаточного и избыточного увлажнения, температурный фактор соответствовал биологическим требованиям культуры.

Выделив вегетативный и генеративный

периоды роста и развития растений сои (см. табл. 2), мы отметили, что реакция сортов на метеорологические условия была разной. Наиболее скороспелыми в условиях костромского региона проявили себя сорта сои Соер-4 и Соната — 126 дней, которые за вегетационный период набрали сумму температур 2192,2 °C.

Таблица 2 — Продолжительность межфазных периодов (дней)\* и сумма активных температур (°C)\*\* сортов сои Дальневосточной селекции

Сорт	Всходы – начало цветения	Начало цветения – полная спелость	Период вегетации	ГТК
		2010 год		
Coep-4 (st)	<u>56</u> 	<u>64</u> 1241	120 2253,6	
Соната	<u>56</u> 1012,6	<u>64</u> 1241	<u>120</u> 2253,6	0,97
Гармония	61 1138,7	<u>63</u> 1165,9	124 2304,6	0,97
Лидия	59 1089,7	63 1194,6	<u>122</u> 2284,3	
		2011 год		
Coep-4 (st)	55 941,8		128 2186,8	
Соната	50 838,6	<u>80</u> 1369,3	130 2207,9	1.7
Гармония	55 941,8	<u>81</u> 1314,7	136 2256,5	1,2
Лидия	50 838,6		128 2186,8	
		2012 год		
Coep-4 (st)	<u>52</u> 862,3	<u>80</u> 1274	132 2136,3	
Соната	<u>47</u> 757,8	<u>81</u> 1338,5	128 2096,3	1.5
Гармония	<u>54</u> 901,5	<u>82</u> 1289,4	136 2190,9	1,5
Лидия	<u>52</u> 	80 1274	132 2136,3	

Примечание: \* дней — числитель; \*\* °С — знаменатель.



Растения сои сорта Лидия при сумме активных температур 2202,5 °C созревали на два дня позже вышеуказанных сортов, а сорт сои Гармония — на шесть дней позже, для завершения вегетации ему необходимо было набрать сумму активных температур около 2250,7 °C.

Уборка урожая семян сои проводилась во второй-третьей декаде сентября. За три года наблюдений в данный период погода была холодная и дождливая, что затрудняло уборочные работы. Костромская область является зоной, где напряженность инсоляции и температурного режима ниже, чем в южных широтах, сумма активных температур здесь всегда лимитирует рост и развитие растений, особенно позднеспелых сортов. Вегетационный период короткодневных культур также ограничивается последним сроком возврата весенних холодов (14 мая) и сроком наступления осенних заморозков (26 сентября). Особенности местных погодных и почвенноклиматических условий определяют целесообразность выбора сортов для региона возделывания.

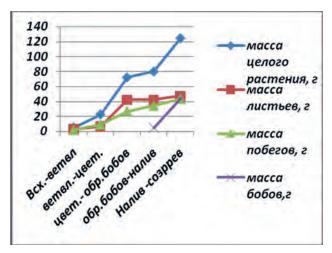


Рисунок 1 — Накопление сырой массы в органах растения сои сорта Гармония

Способность сорта с наибольшей эффективностью реагировать на естественные факторы среды отражают показатели продуктивности растений, в данном случае его масса, сырая и сухая. Накопление сырой и сухой массы у изучаемых сортов на начальных этапах роста было одинаковым. В период всходы — ветвление их масса оставалась незначительной. В дальнейшем каждый изучаемый сорт отличался динамикой или величиной формирования массы.

Так, сорт сои Гармония, в среднем за 2010-2012 годы, имел максимальное значение сырой массы растения 124,8 г на фазу налива семян (рис. 1, 2), что по сухому веществу составило 49,3 г. Наибольшее накопление сырой массы отмечали в листьях — 47,5 г, далее в порядке убывания показателя следуют бобы и стебли почти с одинаковыми величинами – 44,3 и 43,4 г.

Линии графиков, отражающие формирование сырой и сухой массы растений, имеют аналогичный ход.

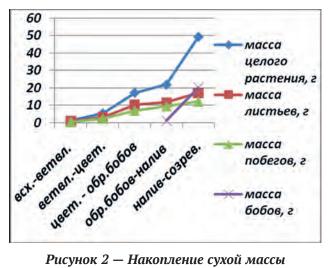


Рисунок 2 — Накопление сухой массы в органах растения сои сорта Гармония

Указанные выше особенности характерны и для растений сои сорта Соер-4 (рис. 3, 4).

Сорт сои Лидия проявил низкий уровень адаптивного реагирования на погодные условия, поскольку величины накопления сырой и сухой массы растений имели минимальные значения (рис. 5, 6). Заметим, что растения этого сорта накапливали сухого вещества 26,1 г при сырой массе 83,9 г. В бобах сырая и сухая масса были максимальными, а наименьшая масса — в стеблях составила 30,7 и 9,3 г. Динамика распределения сырой и сухой массы в растении в процессе вегетации отличает его от предыдущих сортов. При достижении растениями данного сорта максимального накопления сырой массы наблюдается спад значения к периоду налива – созревание семян, но при этом продолжает увеличиваться сухое вещество растения в результате активного созревания

Процесс накопления сырой и сухой биомассы растениями сои сорта Соната аналогичен посевам сорта Лидия (рис. 7, 8).



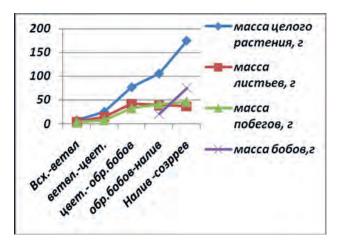


Рисунок 3 — Накопление сырой массы в органах растения сои сорта Соер-4

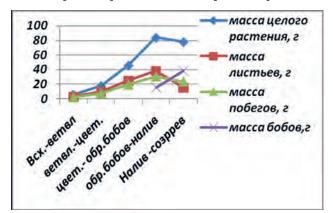


Рисунок 5 — Накопление сырой массы в органах растения сои сорта Лидия

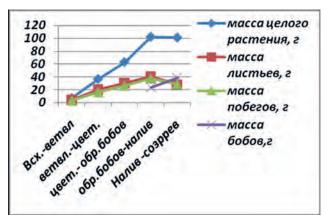


Рисунок 7 — Накопление сырой массы в органах растения сои сорта Соната

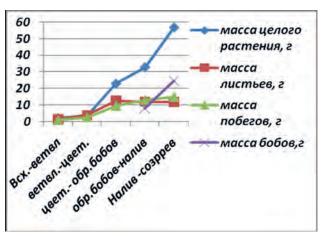


Рисунок 4 — Накопление сухой массы в органах растения сои сорта Соер-4

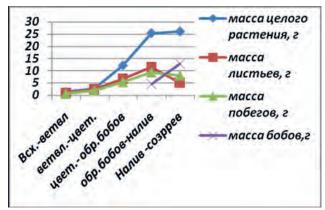


Рисунок 6 — Накопление сухой массы в органах растения сои сорта Лидия

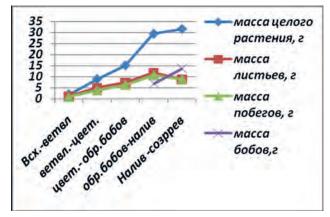


Рисунок 8 — Накопление сухой массы в органах растения сои сорта Соната

Таким образом, мы установили, что к фазе налива семян сорта сои Лидия и Соната активно перераспределяют накопление ассимилянтов из вегетативных частей растения в бобы и семена.

На устойчивость величины урожайности по годам повлияли как условия теплообеспеченности, так и условия увлажнения территории.

Дефицит влаги в засушливом 2010 году значительно снизил урожайность семян сои сортов Гармония и Соната (табл. 3). Сорта Лидия и Соер-4 показали себя более приспособленными к данным условиям



произрастания, сформировав урожайность 1,6 и 2 т/га. Также погодно-климатические условия года повлияли и на формирование хозяйственно-ценной части урожая в общей массе биологического урожая сортов сои Соната, Гармония и Лидия, которые составили 39,3, 22 и 30,4% соответственно. При этом посевы сорта Соер-4 в данных погодных условиях сформировали наибольший коэффициент хозяйственной эффективности — 41,9%, проявив себя как сорт, устойчивый к засухе.

Таблица 3— Урожайность сортов сои и доля хозяйственно-ценной части урожая в общей массе биологического урожая (Кхоз)

	Год исследования						Спочило		
Сорт	2010		2011		2012		Среднее		
3372	урожайность, т/га	Кхоз, %	урожайность, т/га	Кхоз, %	урожайность, т/га	Кхоз, %	урожайность, т/га	<i>Кхоз</i> , %	
Coep-4 (st)	2,0	41,9	2,6	38,9	1,4	39,9	2,0	40,2	
Соната	1,2	39,3	3,4	42,0	2,1	47,7	2,2	43,0	
Гармония	0,6	22,0	2,6	36,4	2,2	49,6	1,8	36,0	
Лидия	1,6	30,4	3,2	35,0	2,2	50,5	2,3	38,6	
HCP <sub>05</sub>	0,62		0,77		0,55				

В 2011 году биологические требования культуры, предъявляемые к условиям выращивания, не лимитировались погодными условиями, так как все изучаемые сорта сформировали наибольшую урожайность, превысив указанную в характеристике сортов урожайность на 0,5-0,7 т/га. Сорт сои Гармония с урожайностью 2,6 т/ га реализовал свой генетический потенциал в соответствии с заявленной величиной урожайности по сортовой характеристике культуры.

Наиболее частые ливневые дожди в период формирования вегетативной массы, недостаток влаги в период образования и налива семян и прохладная, с частыми осадками погода в период их созревания в 2012 году привели к снижению урожайности семян. При этом сорта Соната, Гармония и Лидия сформировали наибольшую долю хозяйственно-ценной части урожая – 47,7, 49,6 и 50,5% соответственно. Низкую приспособленность к данным условиям проявил сорт сои Соер-4.

Следует отметить, что вышеуказанные сорта по урожайности не уступали сортам северного экотипа Светлая и Магева, которые также выращивали в условиях Костромской области, где их урожайность составила 1,7-2,0 т/га. Урожайность сортов Дальневосточной селекции была несколько выше -1,8-2,3 T/ra.

Из этого следует, что основные климатические потребности сои сортов Дальневосточной селекции в тепле и влаге способны обеспечить сравнительно высокую продуктивность посевов в условиях Северо-Западного региона России.

Основными показателями, определяющими качество семян сои, является содержание в них белка и жира. Наибольший сбор белка и жира с урожаем обеспечили наиболее урожайные сорта Лидия и Соната, соответственно, 0,89-0,83 и 0,48-0,46 т/га (табл. 4).

Таблица 4 — Сбор белка и жира с урожаем семян сои

Сорта	Урожайность, т/га	Сбор белка с урожаем, т/га	Сбор жира с урожаем, т/га
Coep-4 (st)	2,0	0,75	0,44
Соната	2,2	0,83	0,46
Гармония	1,8	0,68	0,35
Лидия	2,3	0,89	0,48

#### Заключение

Соя для Северо-Западного региона является ценной интродуцируемой культурой. В умеренно-континентальном климате Костромской области созревание семян сои изучаемых сортов проходило за 126-132 дня с суммой активных температур 2192,2-2250,7 °C.

Поступление пластических веществ из вегетативных частей растения в семена

исследуемых сортов заканчивалось к фазе налива семян. При этом активнее отток ассимилянтов в бобы и семена проходил у сортов сои Лидия и Соната.

Урожайность сортов сои Соер-4, Соната, Гармония и Лидия, в зависимости от условий лет исследований, составила 1,8-2,3 т/га при сборе белка от 0,68 до 0,89т/га.

#### Список литературы

- 1. Демьянова-Рой, Г. Б. Повышение инновационной привлекательности отрасли растениеводства путем интродукции сои в условиях Костромской области / Г.Б. Демьянова-Рой // Труды Костромской государственной сельскохозяйственной академии. Выпуск 78. Караваево: Костромская ГСХА, 2013. С. 26–38.
- 2. Демьянова-Рой, Г. Б., Борцова, Е. Б. Росторегулирующие препараты в предпосевной обработке семян сои // Аграрная наука. 2013. №4. С. 14–15.
- 3. Демьянова-Рой, Г. Б. Влияние микроэлементов на параметры формирования урожайности сои сорта Касатка в условиях Северо-Западного региона России [Текст] / А. Л. Кокорина, Г. Б. Демьянова-Рой, Н. А. Петрова // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета № 39. Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный аграрный университет, 2015. С. 49–53.
- 4. Каталог сортов сои селекции Всероссийского НИИ сои : коллективная научная монография / Н. Д. Фоменко, В. Т. Синеговская, Н. С. Слободяник, О. О. Клеткина, Г. Н. Беляева, Е. Н. Мельникова, А. Я. Ала // ФГБНУ ВНИИ сои. Благовещенск : ООО «Издательско-полиграфический комплекс «ОДЕОН», 2015.-96 с.
- 5. ГОСТ 26213—91 Почвы. Методы определения органического вещества. М.: Издательство стандартов, 1992.
- 6. ГОСТ 26207—91 Почвы. Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Кирсанова в модификации ЦИНАО М. : Издательство стандартов, 1992.
- 7. Соя в Подмосковье. Сорта северного экотипа для Центрального Нечерноземья и технология их возделывания. M., 2007. 200 с.
- 8. Ещенко, В. Е., Трифонова, М. Ф. Основы опытного дела в растениеводстве. М. : КолоС, 2009. C. 154.
- 9. ГОСТ 13496.4—93 Корма, комбикорма, комбикормовое сырье // Методы определения содержания азота и сырого протеина М.: Стандартинформ, 2011.
- 10. ГОСТ 13496.15—97 Корма, комбикорма, комбикормовое сырье // Методы определения содержания сырого жира М. : Стандартиформ, 2011.
- 11. ГОСТ 13496.3—92 (ИСО 6496-83) Комбикорма, комбикормовое сырье // Методы определения влаги М.: Стандартиформ, 2011.
- $12.\ \Gamma OCT\ 31640-2012.\ Kopma$  // Методы определения содержания сухого вещества. Введ. 07.01.2013.-M.: Cтандартинформ, 2012.-7 с.
  - 13. Енкен В. Б. Соя [Текст]. M. : Сельхозиздат., 1959. C. 622.



#### References

- 1. Demyanova-Roy, G. B. Povyshenie innovatsionnoi privlekatelnosti otrasli rastenievodstva putem introduktsii soi v usloviiakh Kostromskoi oblasti. [Increasing the innovative attractiveness of the plant growing industry by introducing soybeans in the conditions of the Kostroma region] / G. B. Demyanova-Roy // Proceedings of the Kostroma State Agricultural Academy. Issue 78. – Karavaevo: Kostroma State Agricultural Academy. – 2013. – S. 26–38.
- 2. Demyanova-Roy, G. B., Bortsova, E. B. Povyshenie innovatsionnoi privlekatelnosti otrasli rastenievodstva putem introduktsii soi v usloviiakh Kostromskoi oblasti. [Growth-regulating preparations in pre-sowing treatment of soybean seeds]. Agricultural science . – 2013. – No. 4. – Pp. 14–15.
- 3. Demyanova-Roy, G. B. Vliianie mikroelementov na parametry formirovaniia urozhainosti soi sorta Kasatka v usloviiakh Severo-Zapadnogo regiona Rossii. [The influence of trace elements on the parameters of the formation of the yield of soybean varieties Kasatka in the North-West region of Russia] / A. L. Kokorina, G. B. Demyanova-Roy, N. A. Petrova, University number 39. St. Petersburg: St. Petersburg State Agrarian University. – 2015. – S. 49–53.
- 4. Katalog sortov soi selektsii Vserossiiskogo NII soi Kollektivnaia nauchnaia monografiia. [Catalog of soybean varieties of the All-Russian Research Institute of Soybean: Collective scientific monograph] / N. D. Fomenko, V. T. Sinegovskaya, N. S. Slobodyanik, O. O. Kletkina, G. N. Belyaeva, E. N. Melnikova, A. Ya. Ala // FGBNU All-Russian Research Institute of Soy. – Blagoveshchensk: ODEON Publishing and Printing Complex LLC, 2015. – 96 p.
- 5. GOST 26213-91 Pochvy Metody opredeleniia organicheskogo veshchestva M. Izdatelstvo standartov. GOST 26213-91. [Soils. Methods for the determination of organic matter]. - M.: Publishing house of standards, 1992.
- 6. GOST 26207–91 Pochvy. Opredelenie podvizhnykh soedinenii fosfora i kaliia po metodu Kirsanova v modifikatsii TSINAO. [Soils. Determination of mobile compounds of phosphorus and potassium by the Kirsanov method as modified by CINAO]. – M.: Standards Publishing House, 1992.
- 7. Soia v Podmoskove Sorta severnogo ekotipa dlia Tsentralnogo Nechernozemia i tekhnologiia ikh vozdelyvaniiaSoybeans in the suburbs. [Soybeans in Podmoskovye. Varieties of the northern ecotype for the Central Non-Black Earth Region and the technology of their cultivation]. – M., 2007. - 200 p.
- 8. Eshchenko, V. E., Trifonova, M. F. Osnovy opytnogo dela v rastenievodstve. [Basics of experimental work in plant growing]. – M.: KoloS, 2009. – P. 154.
- 9. GOST 13496.4–93 Korma kombikorma kombikormovoe syre Metody opredelenija soderzhaniia azota i syrogo protein. [Feed, compound feed, compound feed raw materials. Methods for determining the content of nitrogen and crude protein]. – M.: Standartinform, 2011.
- 10. GOST 13496.15-97 Korma, kombikorma, kombikormovoe syr'e. Metody opredeleniia soderzhanija syrogo zhira. [Feed, compound feed, compound feed raw materials, Methods for determining the content of crude fat]. - M.: Standartiform, 2011.
- 11. GOST 13496.3–92 (ISO 6496-83) Korma, kombikorma, kombikormovoe syr'e. Metody opredeleniia soderzhaniia syrogo zhira. [Compound feed, compound feed raw materials. Moisture determination methods]. - M.: Standartiform, 2011.
- 12. GOST 31640-2012. Korma. Metody opredeleniia soderzhaniia sukhogo veshchestva. Vved. Feeds. [Methods for determining the dry matter content. – Introduction]. 07.01.2013. – M.: Standartinform, 2012. – 7 p.
  - 13. Yenken, V. B. Soy. M. : Selkhozizdat, 1959. 622 p.

УДК 634.739

DOI 10.52025/2712-8679\_2021\_03\_14

## ОСОБЕННОСТИ КЛОНАЛЬНОГО МИКРОРАЗМНОЖЕНИЯ КРАСНИКИ (VACCINIUM PRAESTANS LAMB.) НА ЭТАПАХ «ВВЕДЕНИЕ В КУЛЬТУРУ *IN VITRO*» И «СОБСТВЕННО МИКРОРАЗМНОЖЕНИЕ»

**Кузнецова Ирина Борисовна**<sup>1</sup>, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент e-mail: sonnereiser@yandex.ru Чудецкий Антон Йгоревич<sup>2</sup> a.chudetsky@mail.ru **Макаров Сергей Сергеевич**<sup>2</sup>, кандидат сельскохозяйственных наук makarov serg44@mail.ru

<sup>1</sup> Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Костромская государственная сельскохозяйственная академия»; 156530, Костромская область, Костромской район, пос. Караваево, ул. Учебный городок, д. 34

<sup>2</sup>Филиал федерального бюджетного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский институт лесоводства и механизации лесного хозяйства» «Центрально-европейская лесная опытная станция»; 156013, г. Кострома, пр-т Мира, д. 134 © Кузнецова И. Б., Чудецкий А. И., Макаров С. С., 2021

**Аннотация.** В статье приведены результаты исследований по клональному микроразмножению красники (*Vaccinium praestans* Lamb.) сахалинской и курильской форм в условиях *in vitro*. Красника является исчезающим видом с ограниченным ареалом произрастания и обладает высокой лекарственной и пищевой ценностью. На этапе «введение в культуру *in vitro*» ареалом произрастания и обладает высокой лекарственной и пищевой ценностью. На этапе «введение в культуру и ито» изучено влияние стерилизующих агентов и времени стерилизации на жизнеспособность эксплантов. Наибольший эффект стерилизации достигнут при использовании 0,2%-ного раствора нитрата серебра при времени стерилизации 10 мин. На этапе «собственно микроразмножение» изучено влияние концентрации цитокинина 6-БАП и добавления препарата «Циркон» на биометрические показатели микропобегов красники. Повышение в питательной среде WPM 1/2 концентрации цитокинина 6-БАП с 0,5 до 1,0 мг/л способствовало увеличению количества и суммарной длины микропобетов красники. При добавлении в питательную среду препарата «Циркон» в концентрации 0,5 мл/л отмечено значимое увеличение (в среднем в 1,4 раза) суммарной длины побегов красники.

**Ключевые слова:** красника, клоповка, клональное микроразмножение, in vitro, стерилизующие агенты, жизнеспособность, органогенез, регуляторы роста.

### PECULIARITIES OF CLONAL MICROPROPAGATION OF KAMCHATKA BILBERRY (VACCINIUM PRAESTANS LAMB.) AT THE STAGES OF «INTRODUCTION INTO IN VITRO CULTURE» AND «PROPER MICROPROPAGATION»

Kuznetsova Irina Borisovna<sup>1</sup>, Candidate of Science in Agriculture, Associate Professor sonnereiser@yandex.ru Chudetsky Anton Igorevich<sup>2</sup> a.chudetsky@mail.ru Makarov Sergey Sergeevich<sup>2</sup>, Candidate of Science in Agriculture makarov serg44@mail.ru

<sup>1</sup> Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Kostroma State Agricultural Academy», 156530, Kostroma region, Kostroma district, Karavaevo, Training Campus, 34.

<sup>2</sup> The Branch of Federal Budgetary Institution «All-Russian Research Institute of Silviculture and Mechanization of Forestry» «Central European Forest Experimental Station», 156013, Kostroma, prospekt Mira, 134

© Kuznetsova I. B., Chudetsky A. I., Makarov S. S., 2021

**Abstract.** The article presents the results of studies on the clonal micropropagation of the Kamchatka Bilberry (*Vaccinium praestans* Lamb.) of the Sakhalin and Kuril forms in vitro. Bilberry is an endangered species with a limited growing area and has a high medicinal and nutritional value. At the stage of sintroduction into culture in vitro», the effect of sterilizing agents and sterilization time on the viability of explants was studied. The greatest sterilization effect was achieved when using a 0.2% silver nitrate solution with a sterilization time of 10 minutes. At the stage of «proper micropropagation», the effect of the concentration of cytokinin 6-BAP and the addition of the Zircon preparation on the biometric parameters of the microshoots of the Bilberry was studied. An increase in the concentration of cytokinin 6-BAP in the WPM 1/2 nutrient medium from 0.5 to 1.0 mg/L promoted an increase in the number and total length of Bilberry micro offshoots. When Zircon was added to the nutrient medium at a concentration of 0.5 ml/l, a significant increase (by an average of 1.4 times) was observed in the total length of the Bilberry offshoots

Keywords: Kamchatka bilberry, clonal micropropagation, in vitro, sterilizing agents, viability, organogenesis, growth regulators.



#### Введение

В настоящее время среди исследователей различного профиля возрастает интерес к интродукции редких видов пищевых и лекарственных ресурсов, в том числе лесных ягодных растений, обладающих высокой лекарственной и пищевой ценностью. Одним из таких видов является красника (Vaccinium praestans Lamb.), или клоповка сахалинская – кустарничек из рода Vaccinium L., имеющий ограниченный ареал произрастания (о. Сахалин, п-ов Камчатка, Курильский о-ва, некоторые районы Приморья, Хабаровского края, Японии, а также Аляски).

Красника хорошо растет на среднеувлажненных, дренированных лесных и горно-лесных почвах, а также на старых лесных дорогах, просеках, тропинках, на облесенных окраинах болот, на вырубках и на гниющем валежнике. Растение успешно зимует под глубоким снежным покровом, способна выдерживать довольно сильные морозы в бесснежные зимы, но чувствительна к поздневесенним заморозкам [1, 2, 3, 4, 5].

Красника имеет одревесневшие короткие надземные побеги и длинное и разветвленное корневище, крупные листья. Плоды – шаровидные ягоды ярко-красного цвета, глянцевые, с большим количеством семян. Ягоды созревают в августе-сентябре, имеют уникальные вкусовые качества - сладковато-кислые, сочные, с резким запахом. Плоды красники широко используются населением в местах ее произрастания при изготовлении джемов, варенья, соков, сиропов, кондитерских изделий, а также в свежем виде. В народной медицине экстракты ягод применимы для стабилизации артериального давления и пищеварительного процесса, для лечения простудных и гепатитных заболеваний [1, 6, 7, 8, 9, 10, 11].

В природе красника размножается в основном вегетативным способом. Проведенные опыты по интродукции красники показали перспективность ее выращивания также и в иных климатических условиях на территории европейской части России [5, 12, 13]. Для более эффективного выращивания и лучшей адаптации к климатическим и растительным условиям за пределами районов произрастания вида целесообразно применение метода клонального микроразмножения, которое позволяет круглый год получать большое количество оздоровленного посадочного материала [14].

Попытки разработки способа клонального микроразмножения красники проводились учеными из Польши, Литвы [15] и России [8, 12]. С 2018 года работы по размножению красники in vitro начались на Центрально-европейской лесной опытной станции ВНИИЛМ.

#### Материал и методы исследования

Исследования проводились в 2018-2021 гг. в Лаборатории клонального микроразмножения растений на базе Центрально-европейской ЛОС ВНИИЛМ и Лаборатории биотехнологии на базе Костромской ГСХА в соответствии с общепринятыми методиками [16]. В качестве объектов исследования использовались растения-доноры красники, отобранные в Корсаковском (юг о. Сахалин) и Курильском (о. Итуруп) районах Сахалинской области.

На этапе «введение в культуру in vitro» изучали влияние стерилизующих агентов и времени стерилизации на жизнеспособности эксплантов, в качестве которых служили апикальные меристемы и одревесневшие побеги растений красники. В качестве стерилизующих агентов использовали: хлорную известь (в соотношении 1:1), сулему (0,2%), нитрат серебра (0,2%), экостерилизатор бесхлорный (5%), Лизоформин 3000 (5%). Время стерилизации – 5, 10, 15 и 20 мин. Растения-экспланты красники после их стерилизации помещали на питательную среду WPM, разбавленную в два раза, с использованием регулятора роста цитокининовой группы 6-БАП и культивировали в условиях световой комнаты при температуре воздуха +23-25 °C, влажности 75-80% и 16-часовом фотопериоде (рис. 1).

На этапе «собственно микроразмножение» изучали влияние концентрации цитокинина 6-БАП (0,5 и 1,0 мг/л) и добавления в питательную среду WPM препарата «Циркон» в концентрации 0,5 мл/л на процесс побегообразования красники in vitro. В качестве контрольного использовали вариант без добавления цитокинина. Учитывали биометрические показатели растений (количество побегов, средняя и суммарная длина). Повторность опыта 3-кратная, по десять пробирочных растений в каждой. Статистическую обработку экспериментальных данных проводили с использованием программного обеспечения AGROS v2.11 и Microsoft Office 2016. Достоверность опы-





Рисунок 1 – Растения-регенеранты красники на питательной среде WPM 1/2: а - форма сахалинская; б - форма курильская

та на этапе «собственно микроразмножение» определяли при помощи наименьшей существенной разности на 5%-ном уровне значимости (НСР<sub>05</sub>), где фактор А – концентрация цитокинина 6-БАП, фактор В – наличие в питательной среде препарата «Цитокинин» 0,5 мг/л.

#### Результаты исследования

В результате исследований на этапе «введение в культуру in vitro» выявлено, что максимальная жизнеспособность эксплантов красники наблюдалась при использовании 0,2%-ного раствора AgNO<sub>2</sub> и времени стерилизации 10 минут, она достигала 96% (табл. 1). Довольно высокой была жизнеспособность эксплантов при использовании в качестве стерилизующих веществ 5%-ного раствора экостерилизатора бесхлорного (92%) и 5%-ного раствора препарата «Лизоформин 3000» (80%) при времени стерилизации 20 мин. и сулемы 0,2% при экспозиции 15 мин. (84%). Самые низкие показатели жизнеспособности отмечены при стерилизации хлорной известью в соотношении 1:1.

Таблица 1 – Жизнеспособность (%) эксплантов красники в зависимости от стерилизующих агентов и времени стерилизации

CTTO DAY THAT DAY WAY A DO NOT	Время экспозиции, мин.				
Стерилизующий агент	5	10	15	20	
Хлорная известь 1:1	8	41	60	68	
Сулема 0,2%	26	32	84	14	
AgNO3 0,2%	6	96	36	5	
Экостерилизатор бесхлорный 5%-ный	2	62	50	92	
Лизоформин 3000, 5%-ный	18	50	64	80	

На этапе «собственно микроразмножение» выявлено статистически значимое влияние концентрация цитокинина 6-БАП на побегообразование красники in vitro. С повышением концентрации в питательной среде WPM 1/2 цитокинина 6-БАП с 0,5 до 1,0 мг/л количество микропобегов красники увели-

чивалось в среднем от 3,8 до 5,1 шт., в то время как в контрольном варианте количество побегов было 1,7 шт. (табл. 2). Существенных различий по количеству микропобегов в зависимости от добавления в питательную среду препарата «Циркон» в концентрации 0,5 мл/л не выявлено.

Таблица 2 – Влияние концентрации 6-БАП и добавления препарата «Циркон» на количество побегов красники in vitro

Концентрация 6-БАП,	Количество побегов, шт.				
мг/л	без препарата «Циркон»	циркон 0,5 мг/л	среднее		
Контроль	1,0	2,3	1,7		
0,5	3,5	4,1	3,8		
1,0	4,9	5,3	5,1		
Среднее	3,1	3,9	-		
HCP05 фактор A = 0,98, фактор B = 0,88, общ. = 1,31					



Средняя длина побегов красники с увеличением концентрации цитокинина 6-БАП с 0,5 до 1,0 мг/л незначительно уменьшалась. Так, в контрольном варианте она составляла в среднем 2,1 см при концентрации 6-БАП 0,5 мг/л – 1,9 см, при 1,0 мг/л – 1,5 см (табл. 3). Добавление в питательную среду препарата «Циркон» не оказало существенного влияния на среднюю длину микропобегов, в среднем она составляла 1,8-1,9 см.

Таблица 3 – Влияние концентрации 6-БАП и добавления препарата «Циркон» на среднюю длину побегов красники in vitro

Концентрация 6-БАП,	Средняя длина побегов, см						
мг/л	без препарата«Циркон»	циркон 0,5 мг/л	среднее				
Контроль	2,0	2,1	2,1				
0,5	2,1	1,8	1,9				
1,0	1,2	1,7	1,5				
Среднее	1,8	1,9	-				
Н	HCP05 фактор A = 0,77, фактор B = 0,69, общ. = 0,98						

Суммарная длина микропобегов красники в вариантах с цитокинином была в 2,2-2,3 раза больше, чем в контрольном варианте (табл. 4). Различия по данному показателю между вариантами концентрации 6-БАП 0,5 и 1,0 мг/л были не существенны.

Таблица 4 - Влияние концентрации 6-БАП и добавления препарата «Циркон» на суммарную длину побегов красники in vitro

Voyugamayya 6 FAH	Суммарная длина побегов, см				
Концентрация 6-БАП, мг/л	без препарата «Циркон»	циркон 0,5 мл/л	среднее		
Контроль	2,0	4,8	3,4		
0,5	7,6	7,4	7,5		
1,0	5,9	9,6	7,8		
Среднее	5,2	7,3	-		
HCP05 фактор A = 1,84, фактор B = 1,35, общ. = 2,74					

При добавлении в питательную среду препарата «Циркон» 0,5 мл/л суммарная длина побегов составляла в среднем 7,3 см, что статистически значимо больше, чем в вариантах без циркона (в среднем 5,2 см).

#### Заключение

Таким образом, по результатам проведенных исследований по клональному микроразмножению красники можно сделать следующие выводы.

1. Повышение в питательной среде WPM 1/2 концентрации цитокинина 6-БАП с 0,5 до 1,0 мг/л способствовало увеличению количества и суммарной длины микропобегов красники, незначительному уменьшению их средней длины.

- 2. Поскольку суммарная длина микропобегов красники в варианте с концентрацией цитокинина 6-БАП 0,5 мг/л не имела статистически значимых отличий от варианта с 6-БАП 1,0 мг/л, то при клональном микроразмножении красники рационально использовать цитокинин 6-БАП в концентрации 0,5 мг/л.
- 3. При добавлении в питательную среду препарата «Циркон» 0,5 мл/л отмечено значимое увеличение (в 1,4 раза) суммарной длины микропобегов красники.

#### Список литературы

- 1. Красикова, В. И. Биология и рациональное использование красники (*Vaccinium praestans* Lamb.) на Сахалине. Владивосток : ДВНЦ АН СССР, 1987. 108 с.
- 2. Красикова, В. И., Изучение брусничных на Сахалине / В. И. Красикова, И. Г. Корнева, Л. М. Алексеева // Брусничные в СССР: сб. науч. тр. Новосибирск : Наука, СО, 1990. С. 28–32.
- 3. Чернягина, О. А. Красника *Vaccinium praestans* на Камчатке // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: мат-лы XIII Междунар. науч. конф., посв. 75-летию со дня рождения д.б.н. С. А. Дыренкова (г. Петропавловск-Камчатский, 14-15 ноября 2012 г.). Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс, 2012. С. 124–128.
- 4. Nechaeva, V. A., Nechaev, A. A. Wild Berry Plants and Carpophagous Birds in the Taiga Zone of the Southern Russian Far East // Contemporary Problems of Ecology. 2012. Vol. 5 (1). P. 71–77.
- 5. Смирнов, И. Ю. Перспективы окультуривания красники // Плодоводство и ягодоводство России. 2001. Т. 8. С. 94–99.
- 6. Крышняя, С. В., Красикова, В. И. Химический состав плодов и листьев *Vaccinium praestans* // Наземные экосистемы острова Сахалина: современное состояние, природно-антропогенное изменение, охрана и рациональное использование природных ресурсов. Южно-Сахалинск, 1999. С. 121–128.
  - 7. Смирнов, И. Ю. Красника // Наука и жизнь. 1999. № 10. С. 49–52.
  - 8. Исаева, И. С. Красника удар по гипертонии // Сады России. 2012. № 7 (28). С. 26–32.
- 9. Плаксен, Н. В. Гепатопротекторное действие сиропа из плодов Вакциниума превосходного / Н. В. Плаксен, С. В. Степанов, Л. В. Устинова // Тихоокеанский медицинский журнал. 2014. № 2. С. 59–61.
- 10. Саликова, А. А. Влияние сока из плодов Вакциниума превосходного на грамположительные бактерии / А. А. Саликова, Е. А. Зайцева, Л. В. Устинова // Инновационные технологии в медицине и фармакологии : сб. науч. тр. Междунар. науч.-практич. конф. (г. Хабаровск, 25 августа 2016 г.). Хабаровск, 2016. № 1. С. 65–70.
- 11. Кострыкина, С. А. Использование красники (*Vaccinium praestans* Lamb.) в производстве мучных кондитерских изделий // Технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции : сб. науч. тр. Благовещенск : ДГАУ, 2019. С. 77–81.
- 12. Смирнов, И. Ю. Способы размножения красники // Адаптивные технологии в растениеводстве: мат-лы Всеросс. науч.-практ. конф., посв. 50-летию агрономического фак-та ФГОУ ВПО Ижевская ГСХА (г. Ижевск, 18-19 ноября 2004 г.). Ижевск, 2005. С. 312–316.
- 13. Красикова, В. И., Денисова, Я. В. Основные направления повышения продуктивности и восстановления естественных зарослей красники *Vaccinium praestans* Lamb. на острове Сахалин // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: мат-лы XX Междунар. науч. конф., посв. 150-летию со дня рождения академика РАН В. Л. Комарова (г. Петропавловск-Камчатский, 12-13 ноября 2019 г.). Петропавловск-Камчатский, 2019. С. 257–261.
- 14. Шевелуха, В. С. Сельскохозяйственная биотехнология : учебник / В. С. Шевелуха [и др.]. М. : Высшая школа, 2008. 416 с.
- 15. Stanienė, G. Peculiarities of Propagation In Vitro of Vaccinium vitis-idaea L. and V. praestans Lamb. / G. Stanienė, V. Stanys, Z. Kawecki // Biologija. 2002. Vol. 1. P. 84–86.
- 16. Калашникова, Е. А. Клеточная инженерия растений : учеб. пособие. М. : Изд-во РГАУ-МСХА, 2012. 318 с.

#### References

1. Krasikova, V. I. Biologiya i racional'noe ispol'zovanie krasniki (Vaccinium praestans Lamb.) na Sahaline. [Biology and Rational Use of the Kamchatka Bilberry (Vaccinium praestans Lamb.) in Sakhalin]. – Vladivostok: Far East Scientific Center of the Academy of Sciences of the USSR Publ., 1987. – 108 p.



- 2. Krasikova, V. I. Izuchenie brusnichnyh na Sahaline. [Study of Lingonberries in Sakhalin] / V. I. Krasikova, I. G. Korneva, L. M. Alekseeva // Lingonberries in the USSR. – Novosibirsk: Nauka, Siberian Branch, 1990. – Pp. 28–32.
- 3. Chernyagina, O. A. Krasnika Vaccinium praestans na Kamchatke // Sohranenie bioraznoobraziya Kamchatki i prilegayushchih morej [Kamchatka Bilberry (Vaccinium praestans Lamb.) in Kamchatka]. Proceedings of the XIII Int. Conf. «Conservation of Biodiversity of Kamchatka and Adjacent Seas», Petropavlovsk-Kamchatsky, November 14-15, 2012. – Pp. 124–128.
- 4. Nechaeva, V. A., Nechaev, A. A. Wild Berry Plants and Carpophagous Birds in the Taiga Zone of the Southern Russian Far East // Contemporary Problems of Ecology. – 2012. – No 5 (1). – Pp. 71–77.
- 5. Smirnov, I. Yu. Perspektivy okul'turivaniya krasniki // Plodovodstvo i yagodovodstvo Rossii. [Prospects for the Cultivation of Kamchatka Bilberry // Fruit and Berry Growing in Russia]. – 2001. - No 8. - Pp. 94-99.
- 6. Kryshnyaya, S. V., Krasikova, V. I. Himicheskij sostav plodov i list'ev Vaccinium praestans // Nazemnye ekosistemy ostrova Sahalina: sovremennoe sostoyanie, prirodno-antropogennoe izmenenie, ohrana i racional'noe ispol'zovanie prirodnyh resursov. [Chemical Composition of Fruits and Leaves of Vaccinium praestans // Terrestrial Ecosystems of Sakhalin Island: Current State, Natural and Anthropogenic Change, Protection and Rational Use of Natural Resources]. - Yuzhno-Sakhalinsk, 1999. – Pp. 121–128.
- 7. Smirnov, I. Yu. Krasnika // Nauka i zhizn'. [Kamchatka Bilberry // Science and Life]. 1999. No 10. – Pp. 49–52.
- 8. Isaeva, I. S. Krasnika udar po gipertonii // Sady Rossii. Kamchatka Bilberry A Blow to Hypertension // Gardens of Russia. – 2012. – No 7 (28). – Pp. 26–32.
- 9. Plaksen, N. V. Gepatoprotektornoe dejstvie siropa iz plodov Vakciniuma prevoskhodnogo / N. V. Plaksen, S. V. Stepanov, L. V. Ustinova // Tihookeanskij medicinskij zhurnal Hepatoprotective. [Effect of Syrup from the Fruits of Excellent Vaccinium // Pacific Medical Journal]. - 2014. - No 2. -Pp. 59-61.
- 10. Salikova, A. A. Vliyanie soka iz plodov Vakciniuma prevoskhodnogo na grampolozhitel'nye bakterii. [Influence of Juice from Fruits of Excellent Vaccinium on Gram-positive Bacteria] / A. A. Salikova, E. A. Zaytseva, L. V. Ustinova // Proceedings of the Int. Conf. «Innovative Technologies in Medicine and Pharmacology». – Khabarovsk, August 25, 2016. – Vol. 1. – Pp. 65–70.
- 11. Kostrykina, S. A. Ispol'zovanie krasniki (*Vaccinium praestans Lamb.*) v proizvodstve muchnyh konditerskih izdelij. [The Use of Kamchatka Bilberry (Vaccinium praestans Lamb.) in the Production of Flour Confectionery] // Technologies of Production and Processing of Agricultural Products. -Blagoveshhensk: Far Eastern State Agrarian University Publ., 2019. – Pp. 77–81.
- 12. Smirnov, I. Yu. Sposoby razmnozheniya krasniki. [Reproduction Methods of Kamchatka Bilberry] // Proceedings of the All-Russian Conf. «Adaptive Technologies in Crop Production», Izhevsk, November 18-19, 2004. – Pp. 312-316.
- 13. Krasikova, V. I., Denisova, Ya. V. Osnovnye napravleniya povysheniya produktivnosti i vosstanovleniya estestvennyh zaroslej krasniki Vaccinium praestans Lamb. na ostrove Sahalin. [The Main Directions of Productivity Increase and Restoration of Natural Thickets of the Grass of Kmavhatka Bilberry (Vaccinium praestans Lamb.) on Sakhalin Island] // Proceedings of the XX Int. Conf. «Conservation of Biodiversity of Kamchatka and Adjacent Seas», Petropavlovsk-Kamchatsky, November 12-13, 2019. – Pp. 257–261.
- 14. Shevelukha, V. S. [et al.]. Osnovnye napravleniya povysheniya produktivnosti i vosstanovleniya estestvennyh zaroslej krasniki Vaccinium praestans Lamb. na ostrove Sahalin. [Agricultural Biotechnology]. – Moscow: Vysshaya shkola, 2008. – 416 p.
- 15. Stanienė, G. Peculiarities of Propagation In Vitro of Vaccinium vitis-idaea L. and V. praestans Lamb. / G. Stanienė, V. Stanys, Z. Kawecki // Biologija. – 2002. – No 1. – Pp. 84–86.
- 16. Kalashnikova, E. A. Kletochnaya inzheneriya rastenij: ucheb. Posobie. [Cell Plant Engineering]. - Moscow: RSAU-MMA Publ., 2012. - 318 p.

УДК 636.271: 616.12-07

DOI 10.52025/2712-8679 2021 03 20

## ДИНАМИКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭХОКАРДИОГРАФИИ У ТЕЛЯТ

**Сабетова Ксения Дмитриевна,** кандидат ветеринарных наук kseniyasabetova@mail.ru **Кочуева Наталья Анатольевна,** доктор биологических наук, профессор Kochueva n@mail.ru

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Костромская государственная сельскохозяйственная академия»; 156530, Костромская область, Костромской район, пос. Караваево, ул. Учебный городок, д. 34 © Сабетова К. Д., Кочуева Н. А., 2021

Аннотация. В статье приводится анализ эхокардиограмм телят в возрасте 14-21 день, полученных от клинически здоровых коров-матерей и от коров-матерей с симптомами миокардиодистрофии. ЭхоКГ проводили с помощью ветеринарного ультразвукового аппарата «AcuVista VT98С» с использованием конвексного ультразвукового датчика частотой 3,5 МГц. ЭхоКГ осуществляли в В-режиме и оценивали структурно-геометрические параметры сердца и крупных сосудов. Установлено, что у телят, полученных от коров-матерей с симптомами миокардиодистрофии, на фоне дилатации желудочков сердца определяли уменьшение толщины миокарда левого желудочка в систолу и расширение корня аорты по сравнению с молодняком, полученным от клинически здоровых коров. Рекомендовано проводить периодический эхокардиографический мониторинг с целью своевременной визуальной неинвазивной диагностики морфофункционального состояния сердца и предупреждения развития патологии.

Ключевые слова: эхокардиография, телята.

## DYNAMICS OF ECHOCARDIOGRAPHY INDICATORS IN CALVES

Sabetova Kseniya Dmitrievna, Candidate of Sciences in Veterinary kseniyasabetova@mail.ru
Kochueva Natalya Anatolyevna, Doctor of Sciences in Biology, Professor Kochueva n@mail.ru

Federal State Budgetary Educational Institution «Kostroma State Agricultural Academy»; 156530, Kostroma region, Kostroma district, Karavaevo, Training Campus, 34 © Sabetova K. D., Kochueva N. A., 2021

**Abstract.** The article provides an analysis of echocardiograms of calves aged 14-21 days, obtained from clinically healthy cows-mothers and from cows-mothers with symptoms of myocardial dystrophy. EchoCG was performed using an AcuVista VT98C veterinary ultrasound machine, a 3.5 MHz convex ultrasound transducer being applied. EchoCG was performed in B-mode; and the structural and geometric parameters of the heart and large vessels were assessed. It was found that in calves born by mothers with symptoms of myocardial dystrophy, against the background of dilatation of the ventricles of the heart, a decrease in the thickness of the left ventricular myocardium in systole and expansion of the aortic root were determined in comparison with young animals born by clinically healthy cows. It is recommended to conduct periodic echocardiographic monitoring for the purpose of timely visual non-invasive diagnosis of the morphological and functional state of the heart and preventing the development of pathology.

Keywords: echocardiography, calves.

#### Введение

Сердечно-сосудистая система посредством циркуляции крови обеспечивает снабжение органов и тканей организма необходимыми питательными веществами и кислородом [1].

Ранняя диагностика сердечно-сосудистой системы у крупного рогатого скота позволяет установить патологию на субклинической стадии, нивелировать затраты на лече-

ние животного с плохим прогнозом, а также предупредить снижение продуктивности крупного рогатого скота [2, 3, 4].

Основными методами исследования сердечно-сосудистой системы в клинической практике сельскохозяйственных животных являются осмотр, аускультация и электрокардиография. Эти методы имеют большую ценность, но дают мало информации о строении, размерах и функции сердца [1]. С этой



целью более перспективным является применение эхокардиографического сканирования.

Эхокардиография (ЭхоКГ) - это метод ультразвукового исследования, направленный на определение морфофункциональных изменений сердца и его клапанного аппарата [5]. Этот метод является неинвазивным, безопасным, высокоинформативным и удобным в полевых условиях [1].

Известно, что состояние здоровья стельной коровы, а также кормление и содержание ее в период сухостоя оказывают большое влияние на здоровье, рост и развитие молодняка [6, 7]. Поэтому ранняя диагностика сердечно-сосудистой системы телят является актуальной.

Цель исследования – изучить динамику показателей эхокардиографии у телят, полученных от клинически здоровых коров-матерей и с симптомами миокардиодистрофии.

#### Материал и методы исследований

Исследования проведены в условиях животноводческого комплекса СПК «Гридино» Костромской области на двух группах телят в возрасте 14-21 день (n = 5): 1-я(контрольная) группа – телята, полученные от клинически здоровых коров-матерей костромской породы, 2-я (подопытная) группа - телята, полученные от коров-матерей костромской породы с симптомами миокардиодистрофии.

Для эхокардиографических исследований подготавливали точки доступа в соответствии с анатомией сердца: в области в 3-5го межреберьев с правой и левой сторон по направлению вниз от поперечных отростков грудных позвонков до локтевого сустава [8]. ЭхоКГ проводили с помощью ветеринарного ультразвукового аппарата «AcuVista VT98C» с использованием конвексного ультразвукового датчика частотой 3,5 МГц. Для лучшего контакта с датчиком удаляли волосяной покров и применяли «Медиа-гель» средней вязкости. ЭхоКГ осуществляли в В-режиме и оценивали структурно-геометрические параметры сердца и крупных сосудов. Определяли конечно-диастолический размер левого желудочка (LVd), конечно-систолический размер левого желудочка (LVs), конечно-диастолический размер правого желудочка (RVd), конечно-систолический размер правого желудочка (RVs), толщину межжелудочковой перегородки в диастолу (IVSd), толщину задней стенки левого желудочка в диастолу (LVWd), толщину задней стенки левого желудочка в систолу (LVWs), диаметр левого предсердия (LA) и диаметр корня аорты (АО) [8]. Полученные данные статистически обработали с помощью программы Microsoft Office Excel 2010.

#### Результаты исследования

Установлено, что размер LVd был больше нормативных значений у всех телят. Так, у телят, полученных от клинически здоровых коров-матерей, этот показатель определяли на 10,84% выше нормы. При этом у животных 2-й группы LVd регистрировали на 6,96% больше (P < 0,05), чем у телят 1-й группы (табл.).

Таблица - Показатели эхокардиограммы телят костромской породы в возрасте 14-21 день ( $n = 5, M \pm m$ )

Группы телят	LVd, mm	LVs, mm	RVd, mm	RVs, mm	IVSd, mm	LVWd, mm	LVWs, MM	LA, MM	<i>АО</i> , мм
1-я группа	46,00 ± 1,14	20,60 ± 0,60	22,20 ± 1,50	10,20 ± 0,49	11,00 ± 0,63	8,00 ± 0,45	14,20 ± 0,58	24,80 ± 3,32	27,80 ± 1,80
2-я группа	49,20 ± 0,49 <sup>2*</sup>	23,20 ± 1,32	25,00 ± 2,47	12,00 ± 0,95	10,80 ± 0,58	8,20 ± 0,80	11,40 ± 0,51 <sup>2**</sup>	22,00 ± 3,54	32,40 ± 2,16 <sup>2*</sup>
Норма <sup>1</sup>	41,50 ± 1,20	26,10 ± 0,60	13,40 ± 0,50	7,50 ± 0,60	9,20 ± 0,30	9,00 ± 0,50	14,80 ± 0,40	21,20 ± 0,50	26,50 ± 0,80

Примечания:  $^1$  – приведено по J. A. Boon [7];  $^2$  – достоверность различий приведена в сравнении с группой телят, полученных от клинически здоровых коров-матерей:  $^*$  – P < 0,05;  $^{**}$  – P < 0,01;  $^{***}$  – P < 0,001.

Конечно-систолический размер левого желудочка (LVs) у телят, полученных от больных коров-матерей, был на 11,11% ниже нормы и на 12,62% больше, чем у молодняка от здорового взрослого крупного рогатого скота.

Показатель RVd отмечали на 65,67 и 86,57% больше нормы у телят 1-й и 2-й группы соот-



ветственно. При этом RVd у телят, полученных от коров-матерей с симптомами миокардиодистрофии, был выше на 12,61%, чем у телят, полученных от здоровых животных.

При измерении конечно-систолического размера правого желудочка регистрировали этот показатель больше нормы на 36,00 и 60,00% у телят 1-й и 2-й группы соответственно. Также RVs был на 17,65% выше у телят 2-й подопытной группы по сравнению с 1-й группой молодняка.

На миокардиодистрофию, по мнению Guglielmini C., Nart P., Казимирко Н.К., может указывать дилатация полостей сердца, особенно левого желудочка [4, 9, 10]. Поэтому телята, полученные от больных коров-матерей, могут иметь предрасположенность к развитию миокардиодистрофии.

В результате исследований определили, что IVSd была на 17,39-19,56% больше нормы и не имела выраженных различий у всех исследованных телят, а LVWd в диастолу, напротив, определялась ниже нормативных параметров на 8,88-11,11%. Толщина задней стенки левого желудочка в систолу у телят 1-й группы была в пределах физиологической нормы, тогда как у телят, полученных от коров с симптомами миокардиодистрофии, этот показатель отмечали на 19,72% ниже (P < 0.01), чем у телят, полученных от здоровых коров-матерей.

Определили, что диаметр левого предсердия (LA) не имел достоверных различий по группам, но v телят 2-й подопытной группы он был на 11,29% меньше, чем у молодняка контрольной группы.

Диаметр корня аорты у телят, полученных от здоровых коров-матерей, отмечали в пределах нормы. У телят, полученных от коровматерей с симптомами миокардиодистрофии, регистрировали увеличение АО на 16,55% по сравнению с 1-й группой (Р < 0,05). Расширение аорты, по мнению одних авторов, считается физиологической нормой для молодняка [11]. Однако другие ученые утверждают, что увеличение АО может свидетельствовать о системной гипертензии [12]. Вследствие этого рекомендуется провести повторный мониторинг эхокардиографических показателей в более старшем возрасте.

#### Заключение

Таким образом, при анализе эхокардиограмм телят, полученных от коров-матерей с симптомами миокардиодистрофии, в возрасте 14-21 день на фоне дилатации желудочков сердца определяли уменьшение толщины миокарда левого желудочка в систолу и расширение корня аорты по сравнению с молодняком, полученным от клинически здоровых коров. Однако ввиду отсутствия клинических симптомов патологий сердечно-сосудистой системы рекомендовано проводить периодический эхокардиографический мониторинг с целью своевременной визуальной неинвазивной диагностики морфофункционального состояния сердца и предупреждения развития патологии.

#### Список литературы

- 1. Michima, L. Echocardiographic evaluation in Holstein calves / L. Michima, M. Leal, R. Fernandes, F. Benesi // Pesquisa Veterinária Brasileira. – 2007. – Nº27. – P. 481–486.
- 2. Сергеев, Д. Б. Особенности результатов эхокардиографии у служебных собак / Д. Б. Сергеев, С. П. Ковалев, А. Г. Овсянников // Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. - 2019. - № 3. - С. 126-128.
- 3. Lecoq, L. Two-dimensional speckle tracking echocardiography in calves: feasibility and repeatability study / L. Lecoq, N. Moula, H. Amory, F. Rollin, A. Leroux // J Vet Cardiol. – 2018. –  $N^{\circ}20(1)$ . – P. 45–54.
- 4. Nart, P. Clinical and pathological features of dilated cardiomyopathy in Holstein-Friesian cattle / P. Nart, H. Thompson, D. Barrett, S. Armstrong, A. Mcphaden // The Veterinary record. – 2004. - Nº155. - Pp. 355-361.
- 5. Краснолобова, Е. П. Инструментальные методы диагностики кардиомиопатий у собак / Е. П. Краснолобова // В сборнике: Интеграция науки и практики для развития Агропромышленного комплекса. - 2017. - С. 253-256.
- 6. Калюжный, И. И. Влияние состояния агроэкосистемы на формирование стационарного неблагополучия по болезням молодняка крупного рогатого скота / И. И. Калюжный, Ю. В. Калинкина, А. А. Федорин, В. Н. Чучин, М. С. Жуков // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. - 2016. - №8. - С. 19-26.



- 7. Эленшлегер, А. А. Уровень белкового, А-витаминного обмена у коров-матерей и телят / А. А. Эленшлегер, Л. С. Тарасов // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2016. – №1 (135). – С. 111–113.
  - 8. Boon, J. A. Veterinary echocardiography. Wiley, 2011. 344 p.
- 9. Казимирко, Н. К. Метаболическая кардиомиопатия как проявление хронического перенапряжения у спортсменов / Н. К. Казимирко, В. В. Флегонтова, Е. Р. Линниченко // Загальна патологія та патологічна фізіологія. – 2011. – Т. 6. – №2. – С. 27–41.
- 10. Guglielmini, C. Echocardiographic and doppler echocardiographic findings of dilated cardiomyopathy in a heifer / C. Guglielmini // The Veterinary record. − 2003. − №153. − Pp. 535–536.
- 11. Дегтярёв, В. В. Особенности хода и ветвления экстраорганных сосудов почек собак в постнатальном онтогенезе / В. В. Дегтярёв, О. А. Матвеев, А. С. Дымов, Е. Н. Кузьмина, К. Н. Бут // Известия ОГАУ. - 2011. - №32-1. - С. 138-141.
- 12. Holland, M. Aortic to caudal vena cava ratio measurements using abdominal ultrasound are increased in dogs with confirmed systemic hypertension / M. Holland, I. Hudson, Y. Bao, P. Gaillard // Veterinary Radiology & Ultrasound. – 2020. – № 61. – P. 206–214.

#### References

- 1. Michima, L. Echocardiographic evaluation in Holstein calves / L. Michima, M.Leal, R. Fernandes, F. Benesi // Pesquisa Veterinária Brasileira. – 2007. – No 27. – Pp.481–486.
- 2. Sergeev, D. B. Osobennosti rezultatov ekhokardiografii u sluzhebnykh sobak. [Features of echocardiography results in service dogs] / D. B. Sergeev, S. P. Kovalev, A. G. Ovsvannikov // Ouestions of legal regulation in veterinary medicine. – 2019. – No 3. – Pp. 126–128.
- 3. Lecoq, L. Two-dimensional speckle tracking echocardiography in calves: feasibility and repeatability study / L. Lecoq, N. Moula, H. Amory, F. Rollin, A. Leroux // J Vet Cardiol. – 2018. – No 20(1). - Pp. 45-54.
- 4. Guglielmini C. Echocardiographic and doppler echocardiographic findings of dilated cardiomyopathy in a heifer / C. Guglielmini // The Veterinary record. – 2003. – No 153. – pp. 535–536.
- 5. Krasnolobova, E. P. Instrumentalnye metody diagnostiki kardiomiopatii u sobak. [Instrumental methods for diagnosing cardiomyopathies in dogs] / E. P. Krasnolobova // In the collection: Integration of science and practice for the development of the Agro-industrial complex. – 2017. – Pp. 253–256.
- 6. Kalyuzhny I. I. Vlijanje sostojanjia agroekosistemy na formirovanje statsionarnogo neblagopoluchiia po bolezniam molodniaka krupnogo rogatogo skota. [Influence of the state of the agroecosystem on the formation of stationary ill-being in diseases of young cattle] / I. I. Kalyuzhny, Yu. V. Kalinkina, A. A. Fedorin, V. N. Chuchin, M. S. Zhukov // Veterinary Medicine, Animal Science and Biotechnology. - 2016. - No 8. - Pp. 19-26.
- 7. Elenschläger, A. A. Uroven belkovogo A-vitaminnogo obmena u korovmaterei i teliat. [The level of protein, A-vitamin metabolism in cows-mothers and calves] / A. A. Elenschläger, D. S. Tarasov // Bulletin of the Altai State Agrarian University. – 2016. – No 1 (135). – Pp. 111–113.
  - 8. Boon, J. A. Veterinary echocardiography. Wiley, 2011. 344 p.
- 9. Kazimirko, N. K. Metabolicheskaja kardiomiopatija kak projavlenje khronicheskogo perenapriazheniia u sportsmenov. [Metabolic cardiomyopathy as a manifestation of chronic overstrain in athletes] / N. K. Kazimirko, V. V. Flegontova, E. R. Linnichenko // General pathology and pathological physiology. – 2011. – V. 6. – No 2. – Pp. 27–41.
- 10. Guglielmini, C. Echocardiographic and doppler echocardiographic findings of dilated cardiomyopathy in a heifer / C. Guglielmini // The Veterinary record. – 2003. – Nº153. – Pp. 535–536.
- 11. Degtvarev, V. V. Vliianie sostoianiia agroekosistemy na formirovanie statsionarnogo neblagopoluchija po bolezniam molodnjaka krupnogo rogatogo skota. [Features of the course and branching of extraorganic vessels of the kidneys of dogs in postnatal ontogenesis] / V. V. Degtyarev, O. A. Matveev, A. S. Dymov, E. N. Kuzmina, K. N. Booth // Izvestia OGAU. – 2011. – No 32-1. – Pp. 138–141.
- 12. Holland M. Aortic to caudal vena cava ratio measurements using abdominal ultrasound are increased in dogs with confirmed systemic hypertension / M. Holland, J. Hudson, Y. Bao, P. Gaillard // Veterinary Radiology & Ultrasound. – 2020. – No 61. – pp. 206–214.

## ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 631.358:633.5

DOI 10.52025/2712-8679 2021 03 24

## ИННОВАЦИОННАЯ ТЕРЕБИЛКА-ПЛЮЩИЛКА **ЛЬНА ТЛП-1,5К (П)**

Зинцов Александр Николаевич, доктор технических наук, доцент zintsov a@mail.ru Соколов Валерий Николаевич, техник sokol-v-a-l@yandex.ru

Добрецов Вячеслав Александрович, студент

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Костромская государственная сельскохозяйственная академия»; 156530, Костромская область, Костромской район, пос. Караваево, ул. Учебный городок, д. 34

© Зинцов А. Н., Соколов В. Н., Добрецов В. А., 2021

Аннотация. В статье констатируется положительное влияние плющения стеблей льна-долгунца на эффективность комбайновой технологии уборки. Также приведены результаты научных исследований, подтверждающих еще более высокую результативность указанного приема при раздельной уборке, реализуемой с помощью теребилки-плющилки ТПЛ-4К и подборщика-очесывателя ПОЛ-1,5К. Проанализированы недостатки машины ТПЛ-4К и обозначены преимущества прямоточной теребилки льна ТЛП-1,5К. В работе предложено усовершенствовать конструкцию прямоточной машины путем установки на нее двухвальцового плющильного аппарата. Такое техническое решение позволит получить максимальный эффект от применения технологии раздельной уборки льна-долгунца. Приведено описание устройства и принципа работы усовершенствованной прямоточной теребилки-плющилки ТЛП-1,5К(П).

Ключевые слова: лен-долгунец, технология раздельной уборки, теребилка, льнотреста, ленты стеблей,

волокно, плющильный аппарат, валец.

## INNOVATIVE MACHINE FOR PULLING AND BREAKING FLAX STEMS TLP-1.5K (P)

Zintsov Alexander Nikolaevich, Doctor of Sciences in Technology, Associate Professor zintsov\_a@mail.ru Sokolov Valery Nikolaevich, Technician sokol-v-a-l@yandex.ru **Dobretsov Vyacheslav Alexandrovich,** Postgraduate Student

Federal State Budgetary Educational Institution «Kostroma State Agricultural Academy»; 156530, Kostroma region, Kostroma district, Karavaevo, Training Campus, 34 © Zintsov A. N., Sokolov V. N., Dobretsov V. A., 2021

**Abstract.** The article states the positive effect of breaking fiber flax stalks on the efficiency of combine harvesting. Abstract. The article states the positive effect of breaking fiber flax stalks on the efficiency of combine harvesting. The article also focuses on the results of scientific research confirming an even higher efficiency of this technique with separate harvesting, implemented with the help of machine for pulling and breaking flax stalks TPL-4K and pick-hackling machine POL-1.5K. The disadvantages of the TPL-4K machine are analyzed and the advantages of the direct-flow flax puller TLP-1.5K are indicated. The paper proposes to improve the design of the direct-flow machine by installing a two-roll aligning device on it. This technical solution will make it possible to obtain the maximum effect from the use of the technology of separate harvesting of fiber flax. The description of the device and the principle of operation of the improved direct-flow machine for pulling and breaking flax stalks TLP-1.5K (P) is given.

\*\*Keywords: fiber flax separate harvesting technology fiber flax puller rotted straw flax tape fiber breaking.

Keywords: fiber flax, separate harvesting technology, fiber flax puller, rotted straw, flax tape, fiber, breaking

machine, roller.

#### Введение

В конце прошлого века в условиях удорожания энергоносителей внимание льноводов было нацелено на развитие и внедрение ресурсосберегающих технологий. При этом произошел повсеместный отказ от промышленной переработки льносоломы, требующей больших затрат энергии, в пользу росяного приготовления тресты на льнище.

В естественных условиях превращение льняного стебля в тресту происходит под влиянием различных микроорганизмов, активное развитие и жизнедеятельность



которых возможна только на предварительно подсушенном, то есть на мертвом растении. В своей работе [1] Пашин Е. Л. обоснованно утверждает, что подсушенные стебли становятся трестой за 15-30 дней, а без подсушки продолжительность вылежки увеличивается до 40 дней и более.

Известно, что одним из наиболее эффективных путей ускорения сушки растений является их плющение. В результате широких научных исследований комбайновой технологии уборки льна-долгунца в 1990-1993 гг. установлено положительное влияние плющения растений на многие технологические показатели [2, 3]. При этом, во-первых, ускоряется полевая сушка вытеребленных растений, во-вторых, сокращается на 3-10 суток длительность приготовления тресты и, в-третьих, повышается качество тресты до одного сортономера. Поэтому все модификации отечественных льнокомбайнов в те годы начали оснащать плющильными аппаратами  $A\Pi$ -1 ( $A\Pi$ -1A).

Известно, что льняное волокно самого высокого качества можно получить из растений, вытеребленных в конце зеленой – начале ранней желтой их спелости. С другой стороны, уборка льна комбайнами в такие сроки приведет к заметному недобору семян как в количественном, так и в качественном выражении, со снижением общей эффективности технологии. Поэтому еще больший эффект от плющения стеблей может быть достигнут при реализации раздельной уборки льна-долгунца, которая предполагает ранние сроки теребления растений без ущерба для качества получаемых семян. Однако для раздельной (двухфазной) уборки льна-долгунца этот вопрос в России оставался долгое время открытым, то есть льнотеребилки и подборщики-очесыватели (подборщики-молотилки) не были оборудованы плющильными аппаратами, что не позволяло получать тресту более высокого качества [4, с. 19]. Поэтому в 1990 году активная работа в данном направлении была развернута в Костромской ГСХА. В результате проведенных НИОКР ученые Костромской ГСХА создали комплекс прицепных машин, состоящий из теребилки-плющилки льна ТПЛ-4К и подборщика-очесывателя ПОЛ-1,5К [5, 6, 7, c. 53].

Результаты производственных проверок технологии раздельной уборки показали, что за счет ранних сроков теребления растений и плющения стеблей качество тресты повышается в среднем на 2,72 сортономера, увели-

чивается выход длинного волокна на 3,86% и повышается его качество со среднего номера 10,40 при комбайновой уборке до 13,16 при раздельной [8, с. 266]. Одновременно с этим установлено несущественное влияние ранних сроков теребления растений уборки на урожай и качество семян. Отмеченные результаты были получены с применением комплекса машин конструкции Костромской ΓCXA.

Несмотря на достигнутые высокие технологические показатели, теребилка-плющилка ТПЛ-4К имеет ряд недостатков, снижающих эффективность технологии раздельной уборки.

Первый недостаток состоит в формировании избыточной растянутости стеблей в получаемой ленте растений (λ = 1,4 и более [9, с. 232]). Избыточная растянутость является следствием особенностей конструкции теребильных секций и сложной траектории движения вытеребленной стеблевой массы по рабочим органам теребильной машины.

Вторым недостатком теребилки ТПЛ-4К является недостаточно высокая ее производительность, которая составляла 0,84 га в час эксплуатационного времени.

Известно, что для повышения производительности сельскохозяйственных уборочных агрегатов путем уменьшения холостых поворотов необходимо разбивать поле на отдельные загоны. С учетом этого требования следующий недостаток теребилки ТПЛ-4К заключался в том, что при своей работе она относила ленту вытеребленных растений влево на 1,5 м от границы стеблестоя. Поэтому между загонами следовало оставлять проходы, не засеянные льном. Проходы между загонами формировали при посеве льна путем отключения привода на высевающие аппараты. Таким образом, ширина каждого прохода равнялась ширине захвата сеял- $\kappa u - 3,6 \text{ м}$  [5]. При этом площадь поля, оставленная под проходы между загонами, не участвовала в получении льнопродукции. Вместе с тем на указанной площади выполняли все необходимые для льна операции основной обработки почвы и подготовки ее к посеву, что требовало необоснованных затрат и дополнительно снижало рентабельность отрасли. Кроме того, при работе на крайних загонах первые ленты вытеребленных растений расстилались теребилкой за пределами поля и в большинстве случаев оказывались на поверхности внутрихозяйственных полевых дорог и непригодными для дальнейшей обработки. В зависимости от расположения и



контурности полей указанные потери тресты могли достигать 3% и более.

Все отмеченные недостатки теребилкаплющилка ТПЛ-4К унаследовала от отечественного льноуборочного комбайна ЛК-4А, так как в основу ее конструкции была положена теребильная часть этой машины.

С учетом сказанного ученые Костромской ГСХА разработали конструкцию, изготовили и опробовали в различных производственных условиях новую теребилку льна ТЛП-1,5К (рис. 1), свободную от недостатков теребилки-плющилки ТПЛ-4К.

Положительным отличием инновационной машины является прямоточность ее технологической схемы. За счет отмеченной особенности теребилка формировала ленту растений и расстила ее на полосу поля, с которой эти растения были вытереблены. Машина прицепляется к трактору сзади, ее теребильный аппарат и последующие рабочие органы при работе располагаются справа от энергетического средства. Поэтому ширину проходов между загонами можно уменьшить в два раза только для проезда трактора, то есть до 1,8 м. Кроме того, применение прямоточной технологической схемы расположения рабочих органов теребилки позволит сформировать качественные ленты растений с минимальной растянутостью  $(\lambda < 1,2)$ , избежать расстила вытеребленных стеблей за пределами поля и уменьшить тем самым потери волокнистой части урожая.

В ходе производственных проверок новая теребилка обеспечивала чистоту теребления не ниже 99% и допускала незначительные потери семян (не более 3%). Во всех случаях относительная растянутость стеблей в ленте не превышала 1,2 раза. При этом рабочая скорость новой машины составляла 10-15 км/ч, а ее производительность в час эксплуатационного времени превышала 1,2 га, что в полтора раза больше производительности теребилки-плющилки ТПЛ-4К.

Наряду с неоспоримыми преимуществами, в конструкции новой машины отсутствовал аппарат для плющения стеблей, что необоснованно снижало возможный эффект от применения технологии раздельной уборки. Поэтому с целью достижения максимальной эффективности указанной технологии следует усовершенствовать конструкцию новой теребилки путем установки двухвальцового плющильного аппарата. Для достижения поставленной цели следует разработать конструкцию плющильного аппарата и его монтажную схему.



Рисунок 1 — Теребилка льна ТЛП-1,5К, вид спереди

#### Средства и методы исследования

В результате научных изысканий в Костромской ГСХА разработана компоновочная схема усовершенствованной прямоточной теребилки-плющилки льна ТЛП-1,5К(П) с двухвальцовым плющильным аппаратом (рис. 2, 3).

Основными технологическими рабочими органами новой теребильной машины ТЛП-1,5К(П) являются: двухсекционный теребильный аппарат 18, оборачивающий транспортер 13, расстилочное устройство 10 и двухвальцовый плющильный аппарат 2. Все указанные рабочие органы последовательно смонтированы на поворотной раме 5. Поворотная рама 5 установлена шарнирно на основной раме 22 с возможностью регулировки рабочей высоты теребления и перевода рабочих органов в транспортное положение при помощи гидроцилиндра 16. Основная рама 22 имеет колесный ход 23 и сницу 20. Привод рабочих органов теребилки осуществляется от ВОМ трактора посредством системы 19.

Аппарат 18 объединяет в себе две теребильные секции 26, 32 с делителями 21. Каждая секция образована двумя теребильными ручьями, расположенными симметрично относительно продольной оси технологической схемы машины. Каждая теребильная секция состоит из теребильных ремней 17, теребильных 25 и ведущих 27 шкивов, направляющих дисков 24, а также системы направляющих, прижимных и отклоняющих роликов.

Делители 21 представляют собой пятигранные клинья, выполненные из металлических прутков с возможностью регулировки расположения носков делителей в горизонтальной и вертикальной плоскостях.

Оборачивающий транспортер 13 состоит из двух перекрестных ремней 14 и 15. Каж-



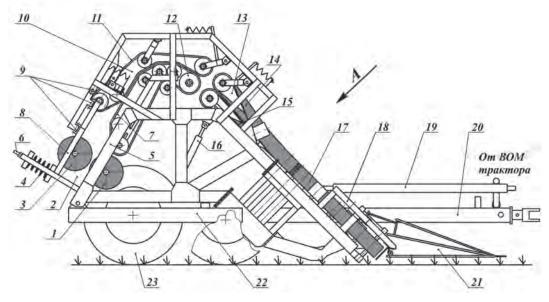


Рисунок 2 — Схема компоновки рабочих органов новой теребильной машины, вид сбоку

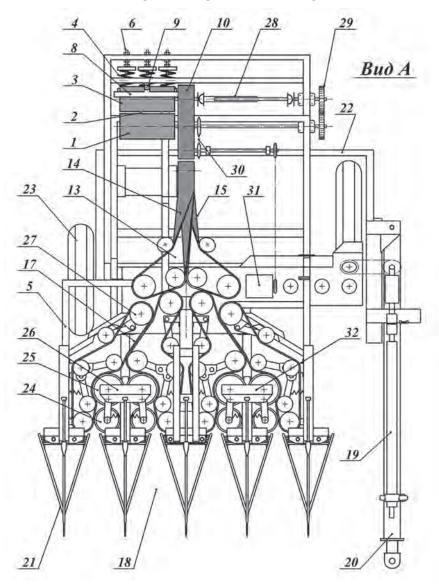


Рисунок 3 — Схема новой теребильной машины, вид А



дый ремень охватывает свою систему шкивов и роликов.

Расстилочное устройство 10 представляет собой транспортер, образованный рабочими поверхностями двух ремней 7 и 11. Оба ремня огибают систему шкивов и роликов. При этом ведущим является только нижний ремень 7, а верхний ремень 11 является ведомым за счет сил трения, возникающих в месте контакта их рабочих поверхностей. Ремень 7 приводится в движение шкивом 12 через цепную передачу от редуктора 31.

Плющильный аппарат 2 состоит из двух, расположенных один над другим, обрезиненных вальцов 1 и 3, объединенных между собой рамной конструкцией 8 и прижатых друг к другу с помощью пружин 4. Оба вальца приводятся во вращательное движение. Нижний валец 1 установлен жестко на поворотной раме 5 и получает вращение через цепную передачу 30 от вала, приводящего в движение ведущий шкив 12 нижнего ремня 7 расстилочного транспортера 10. Вращательное движение верхний валец 3 получает от нижнего вальца 1 через шестеренную 29 и карданную 28 передачи. Верхний валец 3 кроме вращательного движения имеет две степени свободы относительно нижнего вальца 1.

Дополнительные степени свободы перемещения верхнего вальца 3 необходимы для копирования изменений толщины ленты стеблей как по длине, так и по ширине слоя. Такая подвижность верхнего вальца 3 обеспечивается за счет шарнирных соединений 9 рамной конструкции 8. Силу прижатия вальцов друг к другу создают пружины 4с возможностью ее регулировки при помощи винтовых механизмов 6.

Усовершенствованная теребилка льна ТЛП-1,5К(П) с двухвальцовым плющильным аппаратом работает следующим образом (рис. 4, 5).

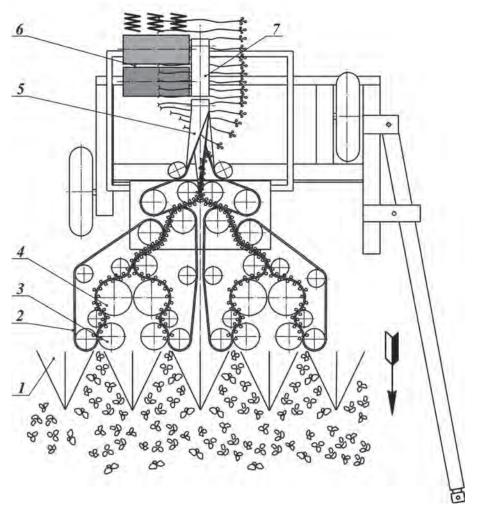


Рисунок 4 — Технологическая схема работы теребилки, вид сверху



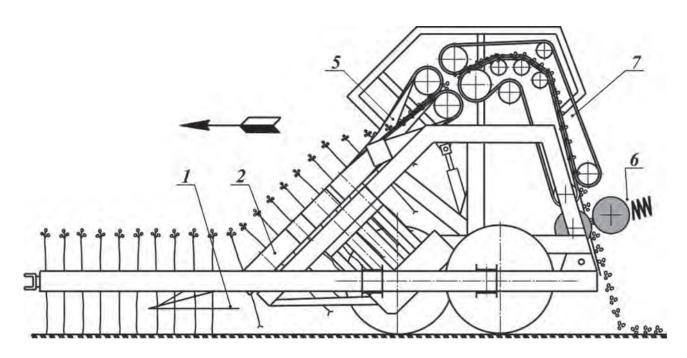


Рисунок 5 — Технологическая схема работы теребилки, вид сбоку

Для получения наивысшего качества волокна теребить лен при раздельной уборке следует в период между окончанием зеленой спелости растений и началом их ранней желтой спелости. Перед началом работы машины устанавливают с помощью гидроцилиндра теребильный аппарат 2 на нужную высоту. Следует иметь в виду, что при уборке короткостебельного или полеглого льна аппарат 2 опускают на минимальную высоту.

Для выполнения технологического процесса включают привод рабочих органов (ВОМ трактора) и начинают поступательное движение агрегата. При движении теребилки ее делители 1 разделяют стеблестой растений льна, формируя четыре одинаковых потока — по два в каждой секции. Далее теребильные ручьи затягивают свои потоки растений в два последовательных зажима. В первом зажиме между ремнями 2 и направляющими дисками 3 происходит предварительное натяжение растений. При поступательном движении машины, а также ремней 2 и дисков 3, стеблевая масса каждого потока попадает в следующий зажим между ремнями 2 и теребильными шкивами 4, где производится основная работа по тереблению растений из почвы.

Поскольку теребильные ручьи в каждой секции сходятся, то потоки растений, выходящих их этих ручьев, объединяются в один поток. После объединения сдвоенные потоки из правой и левой теребильных секций объединяются еще раз, образуя полноценную ленту из растений, вытеребленных со всей ширины захвата машины.

Сформированная из всех четырех потоков лента растений льна захватывается ремнями оборачивающего транспортера 5, зажимается между ними и перемещается в направлении к расстилочному устройству 7. При перемещении ленты вместе с ремнями транспортера 5 происходит оборот её из вертикальной плоскости в положение, при котором стебли принимают горизонтальное положение. После такого оборота лента выходит из оборачивающего транспортера 5 и захватывается ремнями расстилочного устройства 7. Ремни устройства 7 перемещают ленту в сторону плющильного аппарата 6. Далее лента растений затягивается в пространство между вращающимися вальцами плющильного аппарата 6. Плющильные вальцы под действием нажимных пружин частично разрушают конструкцию стеблей. Обработанная таким образом лента растений, освободившись из зажима вальцов, под действием силы тяжести расстилается на поверхность поля. За счет полученных микроповреждений ускоряется сушка растений и активизируется мацерация стеблей, что заметно сократит сроки приготовления тресты, повысит качество волокнистой продукции и уменьшит вероятность затягивания уборки до осеннего ненастья.

#### Заключение

Одним из наиболее результативных путей повышения эффективности технологии комбайновой уборки льна-долгунца является плющение стеблей растений при их тереблении. При раздельной уборке плющение стеблей с помощью теребилки-плющилки ТПЛ-4К оказывает еще более заметное положительное влияние на эффективность отрасли.

Недостатки теребилки-плющилки ТПЛ-4К – избыточная растянутость стеблей в получаемой ленте растений; расстил ленты стеблей в правую сторону от места их теребления; недостаточно высокая производительность машинного агрегата.

Прямоточная теребилка льна ТЛП-1,5К свободна от недостатков теребилки-плющилки ТПЛ-4К. В ходе производственных проверок новая теребилка обеспечивала чистоту

теребления не ниже 99%; допускала незначительные потери семян (не более 3%) и во всех случаях относительная растянутость стеблей в ленте не превышала 1,2 раза. При этом рабочая скорость новой машины составляла 10-15 км/ч, а ее производительность в час эксплуатационного времени превышала 1,2 га, что в полтора раза больше производительности теребилки-плющилки ТПЛ-4К.

В конструкции прямоточной теребилки льна ТЛП-1,5К отсутствовал аппарат для плющения стеблей, что необоснованно снижало возможный эффект от применения технологии раздельной уборки.

С целью достижения максимальной эффективности раздельной уборки льна разработана компоновочная схема новой прямоточной теребилки-плющилки льна ТЛП-1,5К(П) с двухвальцовым плющильным аппаратом.

#### Список литературы

- 1. Пашин, Е. Л., Пашина, Л. В. Агропромышленные технологии получения льна. Ч. 1 «Сельскохозяйственное производство» : учеб. пособие. 2-е изд., перераб. и доп. Кострома : КГТУ, 2004. 109 с.
- 2. Боярченкова, М. М. Эффективность плющения стеблей льна в комлевой части при тереблении / М. М. Боярченкова, М. М. Ковалев, В. И. Смирнов, А.Д. Иванов // Льняное дело. 1995. №4. С. 18–22.
- 3. Ковалев, М. М. Что дает применение плющильных аппаратов на льнокомбайнах? / М. М. Ковалев, В. И. Смирнов, А. И. Броцман, А. Д. Иванов // Льняное дело. − 1992. − №2. − С. 32.
- 4. Ковалев, М. М., Козлов, В. П. Плющильные аппараты льноуборочных машин (конструкция, теория, расчет) : монография. Тверь : Тверское областное книжно-журнальное издательство, 2002. 208 с.
- 5. Зинцов, А. Н. Раздельная уборка льна-долгунца и машины для ее реализации. Теребилка-плющилка ТПЛ-4К / А. Н. Зинцов, Н. А. Смирнов, В. Н. Соколов // Достижения науки и техники АПК. 2006. N<sup>o</sup>11. С. 45–46.
- 6. Зинцов, А. Н. Машины для раздельной уборки льна-долгунца. Подборщик-очесыватель льна ПОЛ-1,5К (устройство) / А. Н. Зинцов, Н. А. Смирнов, В. Н. Соколов // Достижения науки и техники АПК. − 2007. − №7. − С. 46−47.
- 7. Колчина, Л. М., Ковалев, М. М. Опыт освоения прогрессивных технологий и технических средств для уборки и первичной переработки льна-долгунца : науч. аналит. обзор. М. : ФГНУ «Росинформагротех», 2008. 152 с.
- 8. Зинцов, А. Н. Обоснование и разработка процессов и машин для раздельной уборки льнадолгунца : дис. ... докт. техн. наук : 05.20.01: защищена 26.02.08 : утв. 06.06.08 / Зинцов Александр Николаевич. – М., 2008. – 347 с. – Библиограф.: с. 265–266.
- 9. Моделирование сельскохозяйственных агрегатов и их систем управления / А. Б. Лурье, И. С. Нагорский, В. Г. Озеров, Е. А. Абелев, Г. В. Литновский; под ред. А. Б. Лурье. Л.: «Колос», Ленингр. отд-ние, 1979. 312 с.: ил.



#### References

- 1. Pashin, E. L., Pashina, L. V. Agropromyshlennye tekhnologii polucheniia lna Ch. 1. Selskokhoziaistvennoe proizvodstvo. [Agroindustrial technologies for obtaining flax. Part 1. Agricultural production]: Textbook. – 2nd ed. revised and add. – Kostroma: KSTU, 2004. – 109 p.
- 2. Boyarchenkova, M.M. Effektivnost pliushcheniia steblei lna v komlevoi chasti pri tereblenii. [Efficiency of breaking flax stalks in the root part when pulling] / M. M. Kovalev, V. I. Smirnov, M. M. Boyarchenkova, A. D. Ivanov // Linen Business. – 1995. – No. 4. – Pp. 18–22.
- 3. Kovaley, M.M. Chto daet primenenie pliushchilnykh apparatoy na l'nokombainah. L'nianoe delo. [What gives the use of breaking machines in flax harvesters] / M. M. Kovalev, V. I. Smirnov, A. I. Brotsman, A. D. Ivanov // Linen business. – 1992. – No. 2. – 32 p.
- 4. Kovalev, M. M., Kozlov, V. P. Pliushchilnye apparaty lnouborochnykh mashin: konstruktsiia, teoriia, raschet. [Flax machines for flax harvesting machines (design, theory, calculation): Monograph]. – Tver Regional Book and Magazine Publishing House, 2002. – 208 p.
- 5. Zintsov, A.N. Razdelnaja uborka lna-dolguntsa i mashiny dlia ee realizatsii Terebilka-pliushchilka TPL-4K. [Separate harvesting of fiber flax and machinery for its implementation. Pulling and breaking machine TPL-4K] / A. N. Zintsov, N. A. Smirnov, V. N. Sokolov // Achievements of science and technology of the agro-industrial complex. – 2006. – No. 11. – Pp. 45-46.
- 6. Zintsov, A. N. Mashiny dlia razdelnoi uborki lna-dolguntsa. Podborshchik-ochesyvatel lna POL-1 5K (ustroistvo). [Machines for separate harvesting of fiber flax. Flax pick-hackler POL-1.5K (device)] / A. N. Zintsov, N. A. Smirnov, V. N. Sokolov // Achievements of science and technology of the agro-industrial complex. - 2007. - No. 7. - Pp. 46-47.
- 7. Kolchina, L. M., Kovalev, M. M. Opyt osvoeniia progressivnykh tekhnologii i tekhnicheskikh sredstv dlia uborki i pervichnoi pererabotki lna-dolguntsa. [Experience of mastering advanced technologies and technical means for harvesting and primary processing of fiber flax: Scientific and Analytical Overview]. - Moscow: FGNU «Rosinformagrotech», 2008. - 152 p.
- 8. Zintsov, A. N. Obosnovanie i razrabotka protsessov i mashin dlia razdelnoi uborki lna-dolguntsa. Diss dokt, tekhn, nauk, [Substantiation and development of processes and machines for separate harvesting of fiber flax]: dis.... doct. tech. sciences: 05.20.01: approved. 06.06.08 / Zintsov Alexander Nikolaevich. – Moscow, 2008. – 347 p. – Bibliographer: p. 265–266.
- 9. Modelirovanie selskokhoziaistvennykh agregatov i ih sistem upravleniia [Modeling of agricultural units and their control systems] / A. B. Lurie, I. S. Nagorsky, V. G. Ozerov, E. A. Abelev, G. V. Litnovsky; Ed. A. B. Lurie. – Leningrad: «Kolos»; Leningrad. department, 1979. – 312 p.: ill.

УДК 621.315

DOI 10.52025/2712-8679\_2021\_03\_32

## ВЛИЯНИЕ ТОЧНОСТИ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ НА КРИТЕРИИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕСТА ПОВРЕЖДЕНИЯ В СЕТЯХ 10 КВ С ТРЕХОБМОТОЧНЫМ ПИТАЮШИМ ТРАНСФОРМАТОРОМ ПРИ МЕТАЛЛИЧЕСКОМ ЗАМЫКАНИИ

Климов Николай Александрович, доцент na-klimov@yandex.ru **Третьякова Анастасия Николаевна,** магистрант 18harmless@mail.ru

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Костромская государственная сельскохозяйственная академия»; 156530, Костромская область, Костромской район, пос. Караваево, ул. Учебный городок, д. 34

© Климов Н. А., Третьякова А. Н., 2021

Аннотация. Статья посвящена выявлению влияния точности измерительных приборов на определение места повреждения в сетях 10 кВ с трехобмоточным питающим трансформатором при металлическом замыкании. Расчеты проводились в фазных координатах, полученные значения переводились в координаты трех симметричных составляющих. Ранее при исследованиях погрешность измерительных приборов бралась 0,5%, в данной работе проводились расчеты при погрешности 0,2%. В статье показано, что повышение точности измерения приводит к повышению точности определения места повреждения. Точность определения места повреждения была повышена с 0,2-6,6 до 0,08-2,6%, что позволит быстрее отыскать и ликвидировать аварию, тем самым повысив надежность работы электрической сети.

Ключевые слова: сеть 10 кВ, место повреждения, координаты трех симметричных составляющих, критерии, точность приборов, точность измерения, аварийный режим.

## THE INFLUENCE OF THE MEASURING INSTRUMENTES ACCURACY ON THE CRITERIA FOR DETECTING THE LOCATION OF FAILURE IN 10 KV LINES WITH A THREE-WRINDED FEEDING TRANSFORMER IN A METAL SHORT CIRCUIT

Klimov Nikolai Aleksandrovich, Associate Professor na-klimov@yandex.ru Tretyakova Anastasiya Nikolaevna, Postgraduate Student 18harmless@mail.ru

Federal State Budgetary Educational Institution «Kostroma State Agricultural Academy»; 156530, Kostroma region, Kostroma district, Karavaevo, Training Campus, 34 © Klimov N. A., Tretyakova A. N., 2021

**Abstract**. The article is devoted to revealing the influence of the accuracy of measuring instruments on the detection of the fault location in 10 kV lines with a three-winding supply transformer in case of a metal short circuit. The calculations were carried out in phase coordinates, the obtained values were converted into the coordinates of three symmetric components. Earlier in researching, the error of measuring devices was considered to be 0.5%; in this work, calculations were carried out with measurement tolerance of 0.2%. The article shows that an increase in the measurement accuracy leads to an increase in the accuracy of determining the location of failure. The accuracy of detecting the location of the failure was increased from 0.2-6.6 to 0.08-2.6%, which will make it possible to quickly find and eliminate the fault, thereby increasing the reliability of the electrical line. **Keywords**: 10 kV line, failure location, coordinates of three symmetrical components, criteria,

instrumental accuracy, measurement accuracy, emergency mode.



#### Введение

Чтобы иметь возможность обеспечивать потребителей электроэнергией необходимого качества, необходимо уметь определять вид и место повреждения, что позволит в кратчайшие сроки устранять возникшую аварию. В Костромской государственной сельскохозяйственной академии под руководством доктора технических наук, профессора Солдатова В. А. для решения этой проблемы ранее разработаны критерии определения места аварии [1, 2, 3]. Результаты, представленные в данной статье, являются частью работы, ведущейся в Костромской ГСХА по обозначенной проблеме.

#### Материал и методы исследования

Расчеты проводились по модели, представленной на рисунке 1.

При расчетах были исследованы всевозможные виды режимов, которые обозначены ниже.

#### Результаты исследования

Чтобы получить критерии определения места повреждения, прежде всего нужно рассчитать в фазных координатах напряжения и токи в начале линии 10 кВ. В данной работе исследования основаны на методе трех симметричных составляющих, поэтому полученные значения в фазных координатах переводятся в прямую, обратную и нулевую последовательность по известным формулам.

В качестве примера рассмотрим режим обрыв фазы А (табл. 1).



Рисунок 1 — Модель сети, используемая при расчетах

Таблица 1 — Значения параметров сети 10 кВ в пяти точках линии в координатах трех симметричных составляющих при обрыве фазы А

Место АНР в линии 10 кВ, км	<i>U</i> 1	<i>U</i> 2	U0	I1	<i>I</i> 2	<i>I</i> 0
0	6,24	0,12	3,13	0,06	0,06	0,00
5	6,24	0,12	2,32	0,06	0,06	0,00
10	6,24	0,12	1,51	0,06	0,06	0,00
15	6,24	0,12	0,72	0,06	0,06	0,00
20	6,24	0,12	0,31	0,06	0,06	0,00

В используемых критериях числитель содержит увеличивающиеся напряжения и токи прямой, обратной и нулевой последовательностей, а знаменатель — уменьшающиеся напряжения и токи прямой, обратной и нулевой последовательностей. Если параметры остаются неизменными, то они не учитываются.

Из таблицы 1 видно, что напряжение нулевой (U0) последовательности убывает. При этом напряжение обратной (*U*2) и прямой (U0) последовательностей, а также токи прямой (I1), обратной (I2) и нулевой (I0) последовательностей не изменяются. Таким образом, для данного режима получен следующий критерий:

$$K_{o\delta pA} = \frac{1}{U0}$$

Аналогичные расчеты были проведены для всех остальных рассматриваемых режимов. Индивидуальные для каждого режима критерии определения места аварии представлены в таблице 2.

В таблице 2 сделаны следующие обозначения: ОЗЗ - однофазное замыкание на землю; Д33 – двойное замыкание на землю; 33 – замыкание на землю.

Для последних представленных в таблице режимов невозможно получить критерий, так как значения токов и напряжений в координатах трех симметричных составляющих практически не изменяются.

По полученным формулам были рассчитаны значения критериев для всех возможных аварийных режимов в зависимости от

	м	м		
		ы		ш
•	100	м	ь	н
-			r	

Вид АР	Для поврежденной фазы А	Для поврежденной фазы В	Для поврежденной фазы С
O33	$K_{A-3emn} = \frac{1}{U0}$	$K_{B-3emin} = \frac{1}{U0}$	$K_{C-3emin} = \frac{1}{U0}$
Двухфазные короткие замыкания	$K_{AB} = \frac{U1 \cdot U0}{U2 \cdot I1 \cdot I2}$	$K_{AC} = \frac{U1}{U2 \cdot I1 \cdot I2}$	$K_{BC} = \frac{U1 \cdot U0}{U2 \cdot I1 \cdot I2}$
Трехфазное короткое замыкание	$K_{ABC} = \frac{U1 \cdot U0}{I1}$	$K_{ABC} = \frac{U1 \cdot U0}{I1}$	$K_{ABC} = \frac{U1 \cdot U0}{I1}$
Д33	$K_{A-3eMNH+B-3eMNH} = \frac{U1}{U2 \cdot U0 \cdot I1 \cdot I2}$	$K_{A-\text{3eman}+C-\text{3eman}} = \frac{U1}{U2 \cdot U0 \cdot I1 \cdot I2}$	$K_{B-\text{JEMM}+C-\text{JEMM}} = \frac{U1}{U2 \cdot U0 \cdot I1 \cdot I2}$
Обрывы фаз	$K_{o\delta pA} = \frac{1}{U0}$	$K_{o\delta pB} = \frac{1}{U0}$	$K_{o\delta\rho C} = \frac{1}{U0}$
33+обрыв	_	_	_
Обрыв+ОЗЗ			_

Таблица 2 — Критерии определения места повреждения для различных режимов

места повреждения. Для нахождения значений критериев в промежуточных точках (а не только в точках 0, 5, 10, 15, 20 км от начала линии 10 кВ) была использована интерполирующая функция, полученная на основе матрицы Вандермонда.

Ранее проведены исследования по определению места аварии при точности измерительных приборов 0,5% и металлическом замыкании. Предложенные критерии позволяют определять место AP с высокой точно-

стью, которая составляет 0,2-6,6% от длины линии (за исключением режима замыкания фазы A на землю – 13,94%).

В данной статье была поставлена задача выявить, каким образом скажется на критериях определения места аварии повышение точности измерения напряжений и токов – погрешность измерительных приборов была взята 0,2% вместо 0,5%.

Результаты представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Точность определения места аварии при погрешности измерения 0,2%

Вид АНР	<b>z</b> 1	<i>z</i> 2	<i>z</i> 3	<i>z</i> 4	<i>z</i> 5	<i>х</i> 1, км	<i>х</i> 2, км	<i>DL</i> , км	DL, %
А-земля	3,344*10-9	$-3,72*10^{-9}$	1,093*10-5	1,346*10-3	0,162	10,223	9,776	0,447	2,235
В-земля	-5,924*10-9	2,896*10-7	5,873*10-6	1,235*10-3	0,162	10,246	9,753	0,494	2,47
С-земля	-1,984*10 <sup>-9</sup>	1,139*10-7	6,662*10-6	1,164*10-3	0,162	10,263	9,736	0,527	2,635
A-B	4,294*10-5	1,971*10-3	0,02	0,036	0,061	10,008	9,992	0,016	0,08
A-C	1,625*10-4	9,515*10-3	0,104	0,321	0,452	10,009	9,991	0,017	0,085
В-С	5,755*10-5	1,073*10-3	0,013	0,038	0,066	10,008	9,992	0,016	0,08
A-B-C	7,519*10-6	-3,755*10-4	7,966*10-3	0,021	1,504*10-4	10,014	9,986	0,029	0,145
А-земля В-земля	1,099*10-4	2,135*10-3	0,034	0,088	0,148	10,008	9,992	0,017	0,085
А-земля С-земля	1,23*10-4	2,341*10-3	0,043	0,087	0,148	10,008	9,992	0,017	0,085
В-земля С-земля	7,046*10-5	2,44*10-3	0,031	0,094	0,148	10,008	9,992	0,017	0,085
Обрыв А	1,577*10-5	3,409*10-5	-8,728*10-4	0,024	0,319	10,017	9,983	0,033	0,165
Обрыв В	9,997*10-5	$-2,784*10^{-3}$	0,026	-0,053	0,317	10,043	9,957	0,085	0,425
Обрыв С	4,682*10-5	-8,788*10-4	7,358*10-3	1,428*10-3	0,314	10,018	9,982	0,036	0,18



В таблице 3 обозначены: z1-z5 - коэффициенты интерполирующего полинома; x1, x2 – начало и конец интервала, где произошла авария; DL – длина этого интервала; DL,% – длина интервала по отношению к длине линии 10 кВ в процентах.

При погрешности приборов в 0,2% точность определения места аварии составляет от 0,08 до 2,6% от длины линии (за исключением замыкания фазы А на землю **-4.4%**).

#### Заключение

Таким образом, влияние погрешности измерительных приборов оказывает большое значение на точность определения места аварийных режимов. Чем выше класс точности приборов, тем точнее определяется место повреждения. Повышение точности определения места аварии позволит быстрее устранить аварию, что позволит уменьшить народнохозяйственный ущерб от недоотпуска электрической энергии. Также повысится надежность работы электрических сетей и улучшится качество электрической энергии.

#### Список литературы

- 1. Климов, Н. А. Совершенствование методов расчета и обнаружения аварийных несимметричных режимов электрических сетей 35 кВ: диссертация / Канд. тех. наук: 05.20.02 Н. А. Климов. – 2013. – 209 с. – С. 105–150.
- 2. Солдатов, В. А. Определение места повреждения в сети 35 кВ при переходном сопротивлении в месте замыкания / В. А. Солдатов, В. С. Захаров // Вестник Башкирского ГАУ. – №1(57). - 2021. - C. 40-43.
- 3. Солдатов, В. А. Метод определения вида повреждения в распределительных электрических сетях напряжением 6 кВ / В. А. Солдатов, А. Е. Мозохин // Электроэнергия. Передача и распределение. – №1(64). – М., 2021. – С. 44–47.

#### References

- 1. Klimov, N. A. Sovershenstvovanie metodov rascheta i obnaruzheniia avariinykh nesimmetrichnykh rezhimov elektricheskikh setei 35 kV. [Improvement of methods of calculating and detecting emergency asymmetric modes in 35 kV power networks] : dissertation / N. A. Klimov // Cand. Tech. Sciences: 05.20.02 – 2013. – Pp. 105–150.
- 2. Soldatov, V. A. Opredelenie mesta povrezhdeniia v seti 35 kV pri perekhodnom soprotivlenii v meste zamykaniia / V. A. Soldatov, V. S. Zakharov // Vestnik Bashkirskogo GAU. [Determination of the fault location in a 35 kV power network with transition resistance at the short circuit] / V.A. Soldatov, V.S. Zakharov // Bulletin of the Bashkir State Agrarian University. – 2021. No 1 (57). – Pp. 40-43.
- 3. Soldatov, V. A. Metod opredeleniia vida povrezhdeniia v raspredelitelnykh elektricheskikh setiakh napriazheniem 6 kV / V. A. Soldatov, A. E. Mozokhin // Elektroenergiia Peredacha i raspredelenie. [Method for determining the type of failure in power distribution 6 kV networks] / V. A. Soldatov, A. E. Mozokhin // Electricity. Transmission and distribution]. – M., 2021. – No 1 (64). – Pp. 44-47.

УДК 677.14/017.002.56 DOI 10.52025/2712-8679 2021 03 36

#### МОДЕРНИЗАЦИЯ РАЗРЫВНОЙ МАШИНЫ РМП-1 ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАЗРЫВНОЙ НАГРУЗКИ ЛУБЯНЫХ ВОЛОКОН

Пашин Евгений Львович<sup>1</sup>, доктор технических наук, профессор evgpashin@yandex.ru Соколов Валерий Николаевич<sup>1</sup>, техник socol-v-a-l@yandex.ru Орлов Александр Валерьевич<sup>2</sup>, кандидат технических наук, доцент orlov@list.ru

<sup>1</sup> Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Костромская государственная сельскохозяйственная академия»; 156530, Костромская область, Костромской район, пос. Караваево, ул. Учебный городок, д. 34

<sup>2</sup> Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Костромской государственный университет»; 156005, Костромская область, г. Кострома, ул. Дзержинского, д. 17

© Пашин Е. Л., Соколов В. Н., Орлов А. В., 2021

Аннотация. Применяемые на льно- и пенькозаводах для определения разрывного усилия лубяных волокон машины ДКВ-60, РТ-250М, РМП-1 имеют повышенную динамическую погрешность, не обеспечивают расчет необходимых статистических характеристик и промышленностью не выпускаются. В настоящее время возможно приобретение разрывных машин без маятникового силоизмерителя, имеющих силозадающий модуль, пульт управления, тензодатчик или иную систему для контроля усилия. Однако такие машины имеют повышенную стоимость. Это затрудняет их приобретение предприятиями. С целью снижения затрат на приобретение современных средств контроля разрывного усилия волокна предложен вариант модернизации существующей машины РМП-1 с оригинальным методом подготовки пробы перед разрывом. В ее конструкции исключен маятниковый силоизмеритель. Вместо него установлен электронный безинерционный тензометрический датчик. Процесс съема показаний испытания, их статистическую обработку и визуализацию процесса нагружения волокон реализуют с применением ЭВМ. Проверка модернизированной РМП-1 позволила рекомендовать её для практического использования при стоимости съемных узлов и ЭВМ с программным обеспечением до 80,0 тыс. руб.

Ключевые слова: лубяные волокна, разрыв, машина, модернизация, тензодатчик, ЭВМ, стоимость.

### MODERNIZATION OF RIPPING MACHINE RMP-1 FOR DETERMINING THE BREAKING LOAD OF BAST FIBERS

Pashin Yevgeniy Lvovich, Doctor of Sciences in Technology, Professor evgpashin@yandex.ru
Sokolov Valerij Nikolaevich¹, Technician socol-v-a-l@yandex.ru
Orlov Alexandr Valerievich², Candidate of Sciencesin Technology, Associate, Professor orlov@list.ru

Federal State Budgetary Educational Institution «Kostroma State Agricultural Academy»; 156530, Kostroma region, Kostroma district, Karavaevo, Training Campus, 34 © Pashin E. L., Sokolov V.N., Orlov A.V. 2021

**Abstract.** The DKV-60, RT-250M, RMP-1 machines used at flax and hemp factories to determine the breaking strength of bast fibers have a higher dynamic error. They do not provide the calculation of the necessary statistical characteristics and are not produced by the industry. At present, it is possible to purchase tensile testing machines without a pendulum force measuring device. These have a force-setting module, a control panel, a strain gauge or some other system for controlling the force. However, such machines have an increased cost. This makes it difficult for enterprises to acquire them. In order to reduce the cost of purchasing modern means for controlling the breaking force of the fiber, it is proposed to modernize the existing RMP-1 machine with an original method of sample preparation before breaking happens. A pendulum force measuring device is excluded in its design. Instead, an electronic inertia-free strain gauge sensor is installed. The process of taking test readings, their statistical processing and visualization of the process of loading the fibers are carried out using a computer. Testing the modernized RMP-1 made it possible to recommend it for practical use at the cost of removable assemblies and computers with software up to 80.0 thousand rubles.

Keywords: bast fibers, rupture, machine, modernization, strain gauge, computer, cost.



#### Введение

Важнейшим параметром качества льняного волокна и пеньки является их разрывное усилие [1, 2, 3]. Для этих целей в действующих стандартах на этот вид продукции используют созданные более 40 лет тому назад разрывные машины ДКВ-60, РМП-1 и РТ-250-М. Недостатками этих машин, снабженных маятниковым силоизмерителем, является его инерционность (установление равенства моментов во времени), наличие динамической погрешности и пониженный коэффициент использования разрывной нагрузки совокупности волокон, составляющих навеску для испытаний. В настоящее время прекращен выпуск этой испытательной техники. Поэтому обновление приборной базы и обеспечение требований стандарта на предприятиях по производству и переработке лубяных волокон является актуальной задачей.

Анализ тенденций с учетом требований ГОСТ 28840-90 развития испытательных машин для определения разрывных характеристик текстильных волокон и нитей выявил в качестве доминирующих направлений автоматизацию процесса испытаний на основе использования электрических датчиков, например, тензометрических. В этом направлении работают ряд отечественных и зарубежных фирм и организаций [4].

В настоящее время имеется возможность приобретения разрывных машин с микропроцессорным управлением разных технических характеристик, в том числе пригодных для испытания лубяных волокон. Такие машины производят, например, отечественные фирмы «Точприбор-КБ», «Метротекс», «ГОСТ», НПЦ «SŪBRAMAX». «Приборы24», ООО «Техмаш» и др. Недостатком выпускаемых машин является их значительная цена), явно не приемлемая для предприятий отраслей производства и переработки лубяных волокон (ПОЛВ). На рисунке 1 представлены наиболее дешевые из них, но по цене не ниже 350,0 тыс. рублей<sup>1</sup>.

#### Результаты исследования

Такое положение дел требует разработки более доступной для предприятий ПОЛВ измерительной техники. В этом направлении проводятся НИОКР. Так, сходным с упомянутой измерительной техникой по конструкции и принципу работы является образец разрывной машины МРВ-1И для



Рисунок 1 – Выпускаемые промышленностью автоматизированные разрывные машины для испытания волокон и нитей



Рисунок 2 – Автоматизированные разрывные машины для лубяных волокон МРВ-1И

лубяных волокон, созданный в ФНЦ лубяные культуры (рис. 2) [5]. В Костромском государственном университете создан программно-аппаратный комплекс на базе разрывной машины копрового типа К-1 (рис. 3) [6]. Отличием её конструкции является отсутствие электропривода, а также соответствие скоростных параметров нагружения волокна характеру нагрузок, которые возникают при его переработке и эксплуа-

¹ Цена на 15.10.2021 г. 37





Рисунок 3 – Программно-аппаратный комплекс на базе разрывной машины копрового muna K-1

Однако и указанные образцы разрывных машин, исходя из конструкции и комплектующих узлов, вероятно, будут иметь цену не менее 100-150 тыс. рублей.

С учетом этого направление работ по созданию менее дорогостоящих средств контроля разрывной нагрузки для целей стандартизации и исследования свойств лубяных волокон является актуальным.

В Костромской государственной сельскохозяйственной академии решение задачи по обновлению приборной базы для определения прочности лубяного волокна на разрыв предложили на основе модернизации существующей разрывной машины РМП-1.

Целью работ явилась необходимость повышения точности результатов анализа, автоматизация процессов фиксации максимального разрывного усилия и обработки данных для определения среднего арифметического и коэффициента вариации. При необходимости детального изучения процесса одноосного растяжения волокон оператору должна быть дана возможность графического представления зависимость изменения нагрузки в процессе испытания.

Для достижения поставленной цели конструкция машины РМП-1 была дополнена съемными узлами, тензосистемой и ЭВМ (рис. 4).

Привод активного зажима и пусковые кнопки остались без изменения. Основой модернизации явилось исключение маятникого силоизмерителя путем установки электронного безинерционного тензометрического датчика. Важными явились решения по увеличению коэффициента использования прочности волокон при разрыве навески. Для этого был предложен оригинальный метод подготовки волокон для разрыва. Съем показаний испытания и их обработка



Рисунок 4 - Внешний вид модернизированной разрывной машины РМП-1

проводятся ЭВМ со специальным программным обеспечением.

Порядок работы на модернизированной разрывной машине аналогичен варианту её исполнения без модернизации. Отличием является исключение из функционирования круговой шкалы и маятникого силоизмерителя. При этом съём итогов испытания осуществляется с монитора ЭВМ в виде значений текущего измерения, а по завершению анализа всех навесок – в виде среднего арифметического (в даН) и коэффициента вариации (в %). Одновременно на мониторе представляется график изменения усилия при растяжении и разрыве каждой навески волокна (рис. 5).

Проведенные испытания модернизированной разрывной машины РМП-1 выявили надежность ее работы и высокую взаимосвязь с результатами, полученными на этой же машине до модернизации. Коэффициент корреляции между сравниваемыми вариантами оказался более 0,9. Установлено существенное (на 15-20%) сокращение времени испытаний, включая операции расчета среднего значения и коэффициента вариации, требуемых, например, по ГОСТ 10330-76 «Лен трепаный. Технические условия». При этом стоимость дополнительных узлов, ЭВМ и программного обеспечения с учетом накладных расходов составила примерно 80,0 тыс. рублей<sup>2</sup>.

Важным обстоятельством исключение необходимости метрологической аттестации разрывной машины после ее модернизации. Взамен этого органами Госстандарта периодически поверяется только съёмная тензосистема.

#### Результаты исследования

С учетом изложенного и полученных результатов проверки, разработанная модернизированная разрывная машина рекомен-



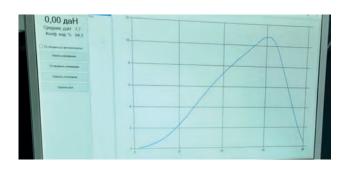


Рисунок 5 – Диалоговое окно программы на ЭВМ для управления и расчетов результатов испытаний на модернизированной машине РМП-1

дована для практического использования на предприятиях отрасли.

По результатам исследований можно сделать следующие выводы:

1. Машины ДКВ-60, РТ-250М, РМП-1, используемые для определения разрывного усилия лубяных волокон по действующим стандартам, имеют значительную динамическую погрешность, не обеспечивают расчет необходимых статистических характеристик и промышленностью не выпускаются.

- 2. В настоящее время возможно приобретение автоматизированных разрывных машин с первичной метрологической поверкой без маятникового силоизмерителя, имеющих силозадающий модуль, пульт управления, тензодатчик или иную систему для контроля усилия. Однако приобретение предприятиями ПОЛВ таких машин затруднено из-за их повышенной стоимости.
- 3. Для снижения затрат на приобретение современных средств контроля разрывного усилия волокна предложена модернизация существующей машины РМП-1 с оригинальным методом подготовки волокнистой навески перед разрывом. Из ее конструкции исключен маятниковый силоизмеритель, вместо которого установлен электронный безинерционный тензометрический датчик. Процесс съема результатов испытания, их статистическую обработку и визуализацию процесса нагружения волокна реализуют с применением ЭВМ. Итоги апробации и проверки модернизированной РМП-1 позволили рекомендовать её для практического использования.

#### Список литературы

- 1. Городов, В. В. Испытание лубоволокнистых материалов / В.В. Городов, С.Е. Лазарева, И.Я. Лунев [и др.]. – М.: Легкая индустрия, 1969. – 208 с.
- 2. Комаров, В. Г. Прядение лубяных и химических волокон и производство крученых изделий / В.Г. Комаров, Л.Н. Гинзбург, В.А. Забелин [и др.]. – М. : Легкая индустрия, 1980. – 494 с.
- 3. Смельская, И. Ф. Прядение льна / И.Ф. Смельская, Л.С. Ильин, В.Й. Жуков [и др.]. Кострома: КГТУ, 2007. - 544 с.
- 4. ГОСТ 28840-90. Машины для испытания материалов на растяжение, сжатие и изгиб. Общие технические требования. – М.: ИПК «Изд-во стандартов», 2003. – 6 с.
- 5. ФНЦ на выставке Золотая осень-2021. Режим доступа: https://fnclk.ru/novosti/fnts-lk-navystavke-zolotaya-osen-2021 (Дата просмотра: 15.10.2021).
- 6. Пашин, Е. Л. Орлов, А. В. Программно-аппаратный комплекс контроля разрывных характеристик волокон льна и конопли в целях их стандартизации // Материалы междун. симпозиума «Прогресс технологии и оборуд: текстиль, одежда, обувь». – Витебск : ВГТУ, 2020 - C. 97-99.

- 1. Gorodov, V. V. Testing of bast-fiber materials / V. V. Gorodov, S. E. Lazareva, I. Ya. Lunev, etc. M.: Light industry, 1969. – 208 p.
- 2. Komarov, V. G. Spinning of bast and chemical fibers and production of twisted products / V. G. Komarov, L. N. Ginzburg, V. A. Zabelin, etc. – M.: Light industry, 1980. – 494 p.
- 3. Smelskaya, I. F. Flax spinning / I.F. Smelskaya, L.S. Ilyin, V.I. Zhukov, etc. Kostroma: KSTU, 2007. - 544 p.
- 4. GOST 28840-90. Machines for testing materials for tension, compression and bending. General technical requirements. – M.: IPK «Publishing house of standards», 2003. – 6 p.
- 5. FNC at the Golden Autumn 2021 exhibition: https://fnclk.ru/novosti/fnts-lk-na-vystavkezolotaya-osen-2021. (Viewing date: 15.10.2021).
- 6. Pashin, E. L., Orloy A. V. Software and hardware complex for monitoring the breaking characteristics of flax and hemp fibers in order to standardize them // Materials of the International symposium «Progress of technology and equipment: textiles, clothing, shoes». – Vitebsk: VSTU, 2020. – Pp. 97–99.

УДК 677.021.1

DOI 10.52025/2712-8679 2021 03 40

## ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ ЗАЖИМНОГО УСТРОЙСТВА НА СИЛУ ЗАЖИМА СЛОЯ ЛЬНА

**Разин Сергей Николаевич**<sup>1</sup>, доктор технических наук, профессор razin1954@list.ru

**Турыгин Александр Борисович**<sup>1</sup>, кандидат технических наук

ab.turygin@yandex.ru

Коваленко Наталья Ивановна<sup>2</sup>, кандидат технических наук, доцент nika.sneg.k@gmail.com

<sup>1</sup> Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Костромская государственная сельскохозяйственная академия»; 156530, Костромская область, Костромской район, пос. Караваево, ул. Учебный городок, д. 34

Костромской район, пос. Караваево, ул. Учебный городок, д. 34
<sup>2</sup> Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Костромской государственный университет»; 156005, Костромская область, г. Кострома, ул. Дзержин-

ского, д. 17

© Разин С. Н., Турыгин А. Б., Коваленко Н. И., 2021

Аннотация. Надежность удержания слоя в транспортирующих ремнях трепальной машины для обработки льна в основном определяется силами его зажима между ремнями. Необходимая сила зажима слоя в транспортирующих ремнях обеспечивается за счет прижима верхнего ремня к нижнему нажимным роликом прижимного устройства. Недостаточность силы прижима приводит к снижению эффективности процесса трепания и увеличению потерь качественного длинного волокна. Исследование факторов, влияющих на величину силы прижима, является актуальной задачей.

Ключевые слова: сила зажима, волокно, трепание, силы давления, силы инерции, прижимной ролик.

## INFLUENCE OF CLAMPING DEVICE PARAMETERS ON THE CLAMPING FORCE OF A FLAX LAYER

Razin Sergey Nikolaevich<sup>1</sup>, Doctor of Sciences in Technology, Professor razin1954@list.ru

**Turygin Alexander Borisovich,** Candidate of Sciences in Technology, Associate Professor ab.turygin@yandex.ru

Kovalenko Natalia Ivanovna, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor nika.sneg.k@gmail.com

<sup>1</sup> Federal State Budgetary Educational Institution «Kostroma State Agricultural Academy»; 156530, Kostroma region, Kostroma district, Karavaevo, Training Campus, 34

<sup>2</sup> Federal State Budgetary Educational Institution «Kostroma State University»; 156005, Kostroma region,

Kostroma, Dzerzhinskogo, str., 17 © Razin S. N., Turygin A. B., Kovalenko N. I., 2021

**Abstract.** The reliability of the layer retention in the conveyor belts of the flax scutching machine is mainly determined by the forces of its clamping between the belts. The necessary clamping force of the layer in the transporting belts is provided by pressing the upper belt against the lower one with the help of a pressure roller in the pressure arrangement (pressure device). Insufficient clamping force leads to a decrease in the efficiency of the scutching process and an increase in the loss of high-quality long fiber. The study of the factors affecting the value of the clamping force is an urgent task.

**Keywords:** clamping force, fiber, scutching, pressure forces, inertial forces, pressure roller.

#### Введение

Надежность удержания слоя в транспортирующих ремнях трепальной машины для обработки льна в основном определяется силами его зажима между ремнями. Сила зажима, в свою очередь, зависит от формы линии сопряжения ремней, коэффициента

трения слоя о поверхности ремней и распределения сил зажима между ремнями [1, 2].

Необходимая сила зажима слоя в транспортирующих ремнях обеспечивается за счет прижима верхнего ремня к нижнему нажимным роликом прижимного устройства. Недостаточность усилия зажима является след-



ствием множества причин, одним из которых является неравномерность слоя сырца по толщине. При этом чем больше усилие прижима, тем надежнее фиксация слоя в ремнях. С другой стороны, увеличение сил прижима приводит к обрыву волокон, увеличению энергозатрат на перемещение ремней транспортирующего механизма и износу поверхности ремней. В настоящее время в литературе отсутствуют какие-либо научно обоснованные сведения, связанные с выбором геометрических и конструктивных параметров нажимного устройства. Поэтому их определение является актуальной задачей.

#### Постановка задачи и экспериментальные исследования

Научные исследования и многолетний опыт работы промышленности первичной обработки лубяных волокон показали, что колебания слоя по толщине неблагоприятно сказываются на технико-экономических показателях переработки льнотресты, а именно – приводят к увеличению потерь длинного волокна. В связи с тем, что сила давления ролика прижимного устройства влияет на силу зажима слоя между ремнями, представляет интерес задача по определению изменения усилия прижима роликом ремня, возникающего вследствие неравномерности толщины обрабатываемого слоя. Толщина слоя представляет собой волны с различной длиной и амплитудой, которые формируются при подготовке слоя к трепанию в процессе слоеформирования и мятья и носит случайный характер. В связи с этим необходимо изучить влияние этих параметров на силу давления ролика на ремни (рис. 1). В процессе движения ролика по ремню на него действуют следующие силы: сила упругости пружины, вес ролика и сила инерции, возникающая вследствие колебаний транспортерной балки зажимного механизма.

Дифференциальное уравнение движения центра масс ролика в проекции на вертикальную ось у, связанную с балкой транспортирующего механизма имеет вид:

$$m\ddot{y}_c = N_y - F_{ynp} - G + F^u, \tag{1}$$

где m — масса ролика;

 $\ddot{y}_{c}$  — ускорение центра масс ролика;

 $\ddot{G} = \mathbf{m} \cdot \mathbf{g} - \mathbf{B}$ ес ролика;

 $F_{
m ynp}$  — сила упругости пружины; N — сила реакции ремня на ролик;

 $N_{_{\mathrm{V}}}$  — вертикальная составляющая силы давления ролика на ремень;

$$F'' = m\ddot{\xi} = ma \cdot k^2 \sin(kt)$$
 — сила инерции

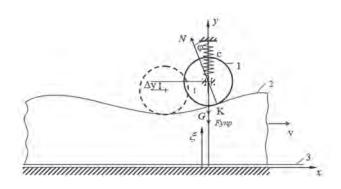


Рисунок 1 – Схема нажимного устройства

ролика, возникающая вследствие колебаний балки зажимного транспортирующего механизма.

Исследования проводились при амплитуде колебаний толщины слоя от 0,001 до 0,005 м и длине волны неровностей от 0,05 до 0,3 м, массе ролика 0,3 и 6 кг, радиусе ролика 0,04 и 0,08 м.

В работах [3, 4] получены математические модели, позволяющие анализировать значения силы давления ролика на ремни в зависимости от различных факторов: массы ролика, радиуса ролика, длины волны колебаний толщины слоя, амплитуды колебаний толщины слоя, скорости движения ремня, жесткости упругого элемента.

Зависимость силы давления ролика прижимного устройства на ремень со слоем от времени при различной массе ролика на интервале времени от 0 до 0,5 с при скорости транспортера V = 1 м/c, длине волны неровности L = 0.25 м, амплитуде колебаний толщины ремня со слоем  $\Delta h = 0,001$  м, радиусе ролика R = 0.08 м представлена на графике (рис. 2).

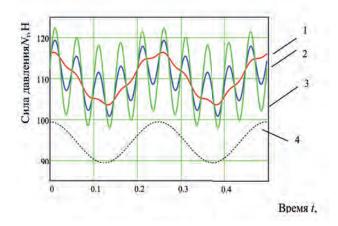


Рисунок 2 – Зависимость силы давления ролика на ремень от времени при различной массе ролика: 1 - m = 0 кг; 2 - m = 3 кг; 3 - m = 6 кг; 4 — профиль ремня со слоем



Здесь же для наглядности показан профиль ремня в увеличенном масштабе, который отмечен цифрой 4. Данные зависимости получены в результате решения уравнения (1). На данном интервале времени ролик проходит две неровности слоя (две впадины). Анализ графика позволяет сделать заключение о том, что закон изменения силы давления, описывается функцией, состоящей из двух гармоник. Одна низкочастотная, определяется законом изменения толщины ремня со слоем, а другая — высокочастотная, определяется колебаниями балки зажимного транспортирующего механизма. Из графика видно, что на рассматриваемом интервале времени с увеличением массы ролика увеличивается влияние высокочастотной составляющей колебаний балки зажимного механизма на величину вертикальной составляющей силы давления ролика на ремень. При указанных параметрах при массе ролика, равной нулю, разность между максимальным и минимальным значением силы давления составляет 13 Н, при массе, равной 3 кг, эта разность увеличивается приблизительно на 7%, а при массе 6 кг — на 15%.

Анализируя эти данные, можно сделать вывод о том, что вибрации балки зажимного механизма оказывают значительное влияние на силу давления ролика. Составляющая силы давления ролика на ремень, возникающая из-за вибраций балки зажимного механизма, зависит только от амплитуды колебаний и частоты колебаний балки, а также массы ролика и не зависит от параметров слоя и геометрических параметров ролика. Следовательно, массу ролика следует уменьшать, но не снижая при этом прочностной надежности конструкции прижимного устройства.

Результаты расчета показывают, что при увеличении амплитуды колебаний толщины слоя резко возрастает сила давления ролика на ремни со слоем при прохождении впадины. Так, например, при массе 6 кг сила давления увеличивается со 180 до 310 Н при изменении амплитуды колебаний толщины слоя от 0,002 до 0,003 м соответственно. Кроме того, с увеличением амплитуды колебаний толщины слоя возрастает вклад сил инерции в общую силу давления. Например, при массе ролика 6 кг сила инерции изменяется от 86 Н до 250 Н при изменении амплитуды от 0,002 м до 0,003 м соответственно.

Рассматривая влияние длины волны неровностей на силу давления ролика, можно заключить, что с ее увеличением количество пиков возрастает. Это объясняется тем, что время прохождения роликом одной волны изменения толщины слоя  $T_1$  значительно больше периода колебаний балки транспортирующего механизма ( $T_2$  = 0,05 с при  $k_1$  = 40  $\pi$  с $^{-1}$ , что соответствует частоте вращения барабанов 200 об/мин), а минимальное —  $T_1 = 0.1$ с при L = 0,1 м и V = 1 м/с, а при L = 0,3 м и V = 1 м/с,  $T_1 = 0.3$  с. Анализируя полученные зависимости, можно сделать заключение, что с увеличением длины волны неровностей роль сил инерции в создании общей силы давления в этом случае снижается.

Для исследования влияния радиуса ролика на изменение силы давления его на ремень необходимо учитывать, что радиус ролика должен быть меньше минимального радиуса кривизны кривой, описывающей профиль ремня со слоем. В противном случае ролик не будет касаться ремня в некоторых его сечениях. Эти сечения совпадают с впадинами ремня, поскольку в этих сечениях кривизна траектории центра масс ролика в системе отсчета, связанной с ремнем, максимальна, а радиус кривизны минимален.

Сравнительный анализ результатов расчетов позволил установить, что при радиусе ролика R = 0.08 м и его массе 6 кг максимальная сила давления на ремень (217 Н) больше аналогичного значения силы давления (158 Н), вычисленного при радиусе ролика R = 0.04 м на 59 H. При массе ролика, равной 3 кг, максимальные значения сил давления при R = 0.08 м (158) H), а при R = 0.04 м (129 H) разница между максимальными силами давления составляет 29 Н.

#### Заключение

Во избежание ухудшения условий зажима волокна в условиях колебания основания и при наличии неровностей слоя целесообразно уменьшить как массу прижимного ролика, так и его радиус и найти технические решения изменения конструкции прижимного устройства, направленные на выравнивание силы давления ролика на ремни со слоем, имеющего переменную толщину.



#### Список литературы

- 1. Разин, С. Н. Моделирование некоторых параметров нажимного устройства трепальной машины / С. Н. Разин, Н. И. Коваленко, А. В. Соколов // Вестник Костромского государственного технологического университета. — 2010. — № 1(23). — С. 38-40.
- 2. Коваленко, Н.И. Основы моделирования зажимного транспортирующего механизма трепальной машины для переработки льна: монография / Н. И. Коваленко, С. Н. Разин, Е. Л. Пашин. — Кострома: КГТУ, 2013. — 119 с.
- 3. Коваленко, Н. И. Влияние расстояния между нажимными роликами на силу зажима слоя в ремнях трепальной машины / Н. И. Коваленко, С. Н. Разин, А. В. Соколов // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. — 2013. — № 2. — С. 40-43.
- 4. Коваленко, Н. И. Исследование влияния диаметра нажимных роликов на силу зажима в ремнях трепальной машины / Н. И. Коваленко, С. Н. Разин, А. В. Соколов // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. — 2013. — № 5. — С. 26–28.

- 1. Razin, S. N. Modelirovanie nekotorykh parametrov nazhimnogo ustroistva trepalnoi mashiny / S. N. Razin, N. I. Kovalenko, A. V. Sokolov // Vestnik Kostromskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta. Modelling of some parameters of scutching machine / [Bulletin of the Kostroma State Technological University]. – 2010. – No 1(23). – Pp. 38–40.
- 2. Kovalenko, N. I. Osnovy modelirovaniia zazhimnogo transportiruiushchego mekhanizma trepalnoi mashiny dlia pererabotki lna. Monografiia. [Fundamentals of modeling the clamping conveyor mechanism of a scutching machine for flax processing: monograph] / N. I. Kovalenko, S. N. Razin, E. L. Pashin. – Kostroma: KGTU, 2013. – 119 p.
- 3. Kovalenko, N. I. Vlijanje rasstojanija mezhdu nazhimnymi rolikami na silu zazhima sloja v remniakh trepalnoi mashiny. [Influence of the distance between the pressure rollers on the clamping force of the layer in the belts of the scutching machine] / N. I. Kovalenko, S. N. Razin, A. V. Sokolov // News of universities. Textile industry technology. – 2013. – No 2. – Pp. 40–43.
- 4. Kovalenko, N. I. Issledovanie vlijanija diametra nazhimnykh rolikov na silu zazhima v remniakh trepalnoi mashiny / N. I. Kovalenko, S. N. Razin, A. V. Sokolov // [Izvestiia vuzov. Tekhnologiia tekstilnoi promyshlennosti. Investigation of the influence of the diameter of pressure rollers on the clamping force in the belts of a scutching machine] // News of universities. Textile industry technology. – 2013. – No 5. – Pp. 26–28.

УДК 677.021: 568.56

DOI 10.52025/2712-8679\_2021\_03\_44

# ОСОБЕННОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ СТЕБЛЕЙ СОВРЕМЕННЫХ СОРТОВ БЕЗНАРКОТИЧЕСКОЙ КОНОПЛИ ДЛЯ ОБОСНОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ИЗ НИХ ВОЛОКНА

Смирнов Алексей Николаевич, кандидат технических наук, доцент Smirnovxxx84@mail.ru Жукова Светлана Владимировна, кандидат технических наук, доцент Svetlana.zhukova.67@mai.ru Пашин Евгений Львович, доктор технических наук, профессор evgpashin@yandex.ru

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Костромская государственная сельскохозяйственная академия»; 156530, Костромская область, Костромской район, пос. Караваево, ул. Учебный городок, д. 34

© Смирнов А. Н., Жукова С. В., Пашин Е. Л., 2021

**Аннотация.** В статье представлены результаты исследования особенностей изменения геометрических параметров, такие как длина и диаметр стебля у современных сортов безнаркотической конопли. Результаты полученных данных будут направлены на обоснование технологии переработки стеблей конопли для получения волокна.

Ключевые слова: конопля, пенька, распределение, длина, диаметр.

#### FEATURES OF CHANGES IN GEOMETRIC PARAMETERS OF STEMS OF MODERN VARIETIES OF NON-DRUG CANNABIS FOR SUBSTANTIATION OF TECHNOLOGY FOR PRODUCING FROM THEM FIBER

**Smirnov Alexey Nikolaevich,** candidate of Sciences in Technology, Associate Professor Smirnovxxx84@mail.ru

**Zhukova Svetlana Vladimirovna,** candidate of Sciences in Technology, Associate Professor Svetlana.zhukova.67@mai.ru

**Pashin Evgeny Lvovich,** Doctor of Sciences in Technology, Professor evgpashin@yandex.ru

Federal State Budgetary Educational Institution «Kostroma State Agricultural Academy»; 156530, Kostroma region, Kostroma district, Karavaevo, Training Campus, 34 © Smirnov A. N., Zhukova S. V., Pashin E. L., 2021

**Abstact.** The article presents the results of a study of the features of changes in geometric parameters, such as the length and diameter of the stem in modern varieties of drug-free cannabis. The results of the data obtained will be aimed at substantiating the technology for processing hemp stalks to obtain fiber. **Keywords**: cannabis, hemp, distribution, length, diameter.

#### Введение

В последнее время усилился интерес к использованию пеньки (волокна из стеблей конопли) для производства биоразлагаемых композитов, способствующих решению экологических проблем [1, 2, 3]. Свойства таких материалов во многом зависят от армирующих элементов, как правило, волокон, среди которых пенька считается перспективной. Поэтому актуальным направлением являет-

ся разработка малозатратных процессов её получения с учетом современных технологий уборки её с поля. Особенностью такой уборки является получение в качестве конечного продукта (для получения волокна) спутанных отрезков или поломанных частично мацерированных стеблей в виде однотипной массы.

Механическая обработка такой массы базируется на существующих общепризнан-



ных представлениях, в основе которых лежит изгиб-излом (И-И) стеблевой массы по схеме, представленной на рисунке 1, с последующим удалением из полученного сырца костры (участков древесины стебля). Результат воздействия от И-И во многом определяется свойствами обрабатываемых стеблей. Важнейшими из них является изгибная жесткость и угол излома с учетом влажности стеблевой массы. Многочисленными исследованиями установлена зависимость, связанная с увеличением изгибной жесткости стебля при снижении его влажности. Поэтому в процессах обескостривания стеблей их влажности уделяют должное внимание.

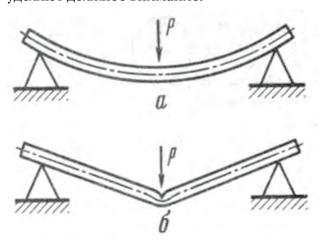


Рисунок 1 — Изгиб-излом стебля (a - uзгиб; б - uзгиб с uзломом)

Установлено, что изгибная жесткость *EI*  $(кг\cdot cm^2)$  связана с диаметром d (мм) стеблей посредством выражения:  $EI = k0,05d^4$ . Критический радиус излома стебля R (мм) также зависит от диаметра. Эта зависимость следующая: R = 85,9d. Важной для понимания силовой картины, имеющей место при

И-И, является зависимость работы излома A (кг·см) от диаметра:  $A = 2.83 \cdot d$ . С учетом очевидной зависимости величины А от расстояния между опорами (см. рис. 1) [4], указанные закономерности влияния диаметра были учтены при создании механизма для получения волокнистой составляющей стебля посредством скользящего изгиба-излома [5]. Таким образом, влияние геометрических параметров стеблей, а именно диаметра, при обработке либо отрезков, либо поломанных или спутанных стеблей является важнейшим фактором при обосновании процесса переработки такой стеблевой массы.

Однако представленные данные относятся к сортам конопли, которые возделывались в СССР, а значит, отличающимся от современной безнаркотической конопли. Поэтому знание особенностей распределения длины и диаметра стеблей, в том числе и по их длине, является важной практической задачей.

#### Материал и методы исследования

Цель исследований: получение данных об особенностях распределения длины и диаметра стеблей, в том числе и по их длинебезнаркотических сортов конопли.

С этой целью исследовали два современных сорта конопли — Юлиана и Ингреда, выращенных в Республике Чувашия и убранных с поля в биологической фазе спелости. После уборки стебли обмолачивали и сушили. Из общей массы формировали путем отбора репрезентативную выборку в объеме 700-800 стеблей. Каждый из стеблей анализировали посредством определения общей длины (суммарная длина соцветия и технической длины), диаметра в средине технической части *TC* и в соцветии *CC* (рис. 2) [6].



Рисунок 2 — Схема замеров стебля конопли



#### Результаты исследования

Полученные массивы данных подвергали статистической обработке с применением пакета «Анализ данных» EXCEL. В итоге строили гистограммы распределений указанных характеристик с указанием основных статистических параметров. Обобщенные результаты представлены на рисунках 3-8.

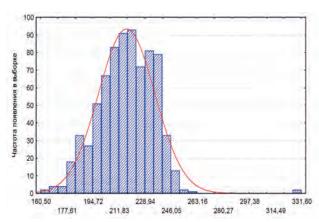


Рисунок 3 — Общая длина конопли сорта Юлиана, см (среднее значение -216,7; величина выборки — 756; минимальное значение -160,5; максимальное значение — 331,6; медиана — 217,4; скос — 0,3; стандартное отклонение — 18,4; эксцесс — 3,1092; абсолютная ошибка — 1,4734; относительная ошибка — 0,6798)

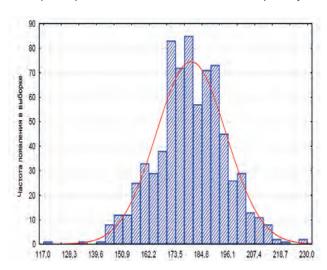


Рисунок 4 — Общая длина конопли сорта Ингреда, см (среднее значение — 179,8; величина выборки — 738; минимальное значение -117,0; максимальное -230,0; медиана -180,0; cкос - 0,1; cmandapmnoe omkлонение - 14,9;эксцесс — 0,31066; абсолютная ошибка -1,07403; относительная ошибка -0.59726)

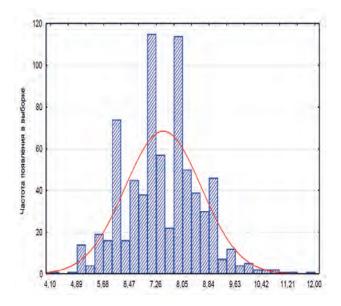


Рисунок 5 — Диаметр середины технической части стебля конопли сорта Ингреда, мм (среднее значение — 7,5; величина выборки — 738; минимальное значение -4,1; максимальное значение -12,0; медиана -7,5; cкос -0,2; cтандартное oтклонение -1,1; эксцесс -0,1945; абсолютная ошибка -0,0818; относительная ошибка — 1,0972)

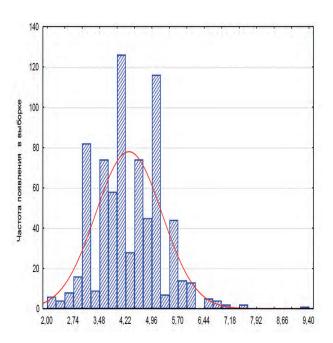
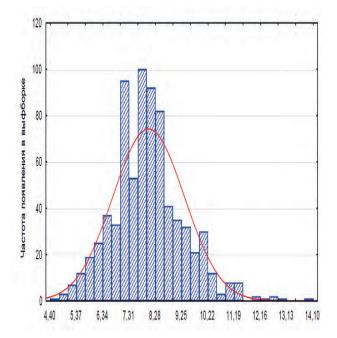


Рисунок 6 — Диаметр середины соцветия стебля конопли сорта Ингреда, мм (среднее значение — 4,3; величина выборки — 738; минимальное значение — 2,0; максимальное значение -9,4; медиана -4,2; ckoc - 0,4; cmandapmnoe omkлonenue - 0,9; эксцесс -1,0227; абсолютная ошибка -0,0672; относительная ошибка — 1,5655)





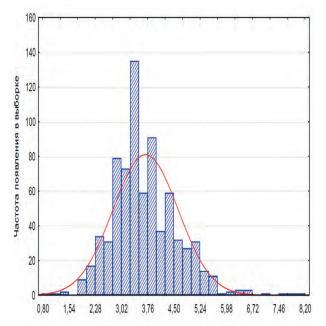


Рисунок 7 — Диаметр середины технической части стебля конопли сорта Юлиана, мм (среднее значение — 8,0; величина выборки — 756; минимальное значение -4,4; максимальное значение -14,1; медиана -7,9; cкос — 0,5; cтандартное oтклонение — 1,3; эксцесс — 1,0715; абсолютная ошибка — 0,1051; относительная ошибка — 1,3126)

Рисунок 8 — Диаметр середины соцветия стебля конопли сорта Юлиана, мм (среднее значение — 3,6; величина выборки — 756; минимальное значение -0.8; максимальное значение -8,2; медиана -3,5; cкос -0.7; cтандартное oтклонение -0.9; эксцесс — 1,7387; абсолютная ошибка — 0,0734; относительная ошибка — 1,9929)

#### Заключение

Из анализа полученных данных следует значительная вариация длины стеблей. Общий разброс этого показателя составляет примерно 100 см. Минимальная длина стеблей - 100-160 см, а максимальная превышает 200 см и более. Особый интерес представляют данные по диаметру стеблей. В средине технической длины у обоих изучаемых сортов диаметр может достигать 12 и более миллиметра. Минимальные значения диаметра имеют место в зоне соцветий. Там величина этого показателя может достигать 1-2 миллиметра. Такой разброс значений диаметра по длине стебля будет предопределять особенности условий обескостривания всех участков стеблей, которые в общей обезличенной массе будут подвержены обработке при получении волокна. Вероятнее всего, это будет требовать дифференцированных по интенсивности воздействий со стороны рабочих органов машин и обоснованной подготовки стеблевой массы, например, по влажности.

#### Список литературы

- 1. Ahmad, F., Choi, H.S., Natural fiber composites selection in view of mechanical, light weight, and economic properties review // Macromolecular Materials and Engineering. -2015. - Vol. 300.- No 1. - P. 10–24.
- 2. Natural Fiber Composites Market Trend and Forecast 2011-2016: Trend, Forecast and Opportunity Analysis. Boca Raton, Florida: Taylor & Francis Group, 2016. — Vol. 341. — P. 30–36.
- 3. New International Conference on Cellulose Fibres 11-12 February 2020, Maternushaus, Cologne, Germany [Электронный ресурс]. — Режим доступа: http://news.bio-based.eu/newinternational-conference-on-cellulose-fibres/

- 4. Крагельский, И.В. Физические свойства лубяного сырья. М. ; Л. : Гизлегпром, 1932.  $470~\rm c.$
- 5. Пашин, Е.Л., Левитский, И.Н. К вопросу создания механизма для выделения луба из соломы конопли // Сборник трудов «Биология, возделывание и первичная обработка конопли и кенафа». Сумы, 1979. С. 44–48.
- 6. Жукова, С.В. Исследование новых сортов конопли и разработка технологии получения однотипной пеньки: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. Кострома, 2012.

- 1. Ahmad, F., Choi, H. S. Natural fiber composites selection in view of mechanical, light weight, and economic properties review // [Macromolecular Materials and Engineering]. 2015. Vol. 300. No. 1. Pp. 10–24.
- 2. Natural Fiber Composites Market Trend and Forecast 2011–2016: Trend, Forecast and Opportunity Analysis. Boca Raton, Florida: Taylor & Francis Group, 2016. Vol. 341. Pp. 30–36.
- 3. New International Conference on Cellulose Fibres 11-12 February 2020, Maternushaus, Cologne, Germany. URL: http://news.bio-based.eu/new-international-conference-on-cellulose-fibres. (Accessed: 03.10.2021).
- 4. Kragelskii, I. V. Fizicheskie svoistva lubianogo Syria. Physical properties of bast raw materials. Moscow ; Leningrad ; Gizlegprom, 1932. 470 p.
- 5. Pashin, E. L. Levitskii, I. N. K voprosu sozdaniia mekhanizma dlia vydeleniia luba iz solomy konopli. Sbornik trudov Biologiia vozdelyvanie i pervichnaia obrabotka konopli i kenafa. [On the issue of creating a mechanism for separating bast from hemp straw] // Proceedings «Biology, cultivation and primary processing of hemp and kenaf», Sumy, 1979. Pp. 44–48.
- 6. Zhukova, S. V. Issledovanie novykh sortov konopli i razrabotka tekhnologii polucheniia odnotipnoi penki. [Research of new varieties of cannabis and development of technology for obtaining hemp of the same type]: Dissertation for the degree of candidate of technical sciences. Kostroma, 2012.



УДК 621.315

DOI 10.52025/2712-8679\_2021\_03\_49

#### АНАЛИТИЧЕСКИЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕСТА ПОВРЕЖДЕНИЯ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ 10 КВ ПО УРАВНЕНИЯМ 4-Й СТЕПЕНИ ОТНОСИТЕЛЬНО ТОКОВ

Солдатов Валерий Александрович, доктор технических наук, профессор soldmel@rambler.ru Рыжов Марк Евгеньевич, аспирант mark9095@mail.ru

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Костромская государственная сельскохозяйственная академия»; 156530, Костромская область, Костромской район, пос. Караваево, ул. Учебный городок, д. 34

© Солдатов В. А., Рыжов М. Е., 2021

Аннотация. Актуальной и важной задачей является задача определения места повреждения в электрических сетях. Особенно это относится к сетям 6-10-35 кВ, так как они работают с изолированной нейтралью, в отличие от сетей 110 кВ и выше, которые работают с глухозаземлённой нейтралью. В сетях с изолированной нейтралью обозначенная задача наиболее сложна, чем в сетях с глухозаземлённой нейтралью. В данной статье исследуется метод определения места повреждения на основе уравнений 4-й степени относительно токов. Исследования проведены при различной длине линии, а также при металлических замыканиях и замыканиях через переходное сопротивление. Показано, что теоретическая погрешность составляет менее 1%, кроме режимов с обрывом фазы и однофазным замыканием на землю, когда погрешность достигает 1,7-5%. Погрешности при однофазных замыканиях на землю также менее 1%, что важно, так как эти режимы являются наиболее сложными для определения. Это теоретические погрешности. Реальные погрешности будут зависеть от классов точности приборов измерения и точности задания исходных данных. Разработанный метод является методом с двухсторонним замером и может быть применён в качестве математического аппарата для современных дистанционных микропроцессорных приборов.

Ключевые слова: электрическая сеть, аварийный режим, определение места повреждения, ана-

литический метод, погрешность, фидер 10 кВ, уравнение четвёртой степени.

#### ANALYTICAL METHOD FOR DETERMINATION OF FAULT LOCATION IN 10 SV ELECTRICAL NETWORKS BY EQUATIONS OF THE 4-TH DEGREE RELATIVE TO CURRENTS

Soldatov Valeriy Aleksandrovich, Doctor of Sciences in Technology, Professor soldmel@rambler.ru Ryzhov Mark Evgenievich, Postgraduate Student mark9095@mail.ru

Federal State Budgetary Educational Institution «Kostroma State Agricultural Academy»; 156530, Kostroma region, Kostroma district, Karavaevo, Training Campus, 34 © Soldatov V. A., Ryzhov M. E., 2021

**Abstract.** An urgent and important task is to determine the fault location in electrical networks. This is especially true for 6-10-35 kV networks, since they work with an isolated neutral, unlike 110 kV and higher networks, which work with a dead-grounded neutral. In networks with an isolated neutral, the designated task is more difficult than in networks with a dead-grounded neutral. This article explores the method of determining the location of damage based on 4th degree equations with respect to currents. Investigations were carried out at various lengths of the line, as well as at metal short circuits and short circuits through transition resistance. It is shown that the theoretical error is less than 1%, except for modes with phase break and single-phase ground fault, when the error reaches 1.7-5%. Errors for single-phase earth faults are also less than 1%, which is important since these modes are the most difficult to determine. These are theoretical errors. The actual errors will depend on the accuracy classes of the measuring instruments and the accuracy of setting the initial data. The developed method is a method with two-sided measurement and can be applied as a mathematical apparatus for modern remote microprocessor devices.

Keywords: electrical network, emergency mode, determination of the fault location, analytical method,

error, 10 kV feeder, fourth degree equation.



#### Введение

Аварийные режимы в электрических сетях 6-10-35 кВ отличаются от сетей 110 кВ и выше из-за режима нейтрали. Сети 6-10-35 кВ имеют изолированную нейтраль, а сети 110 кВ и выше работают с глухозаземлённой или эффективно-заземлённой нейтралью. Поэтому задача определения места повреждения (ОМП) [1, 2] в сетях 6-10-35 кВ наиболее сложная. При этом для этих сетей необходимо разрабатывать дистанционные методы и приборы ОМП [3], так как топографические методы требуют обхода линии и больших затрат времени.

При замыканиях к рабочему току фазы добавляется малый ёмкостной ток, то есть токи по фазам остаются как в нормальном режиме. Существующие дистанционные приборы не позволяют определять замыкания на землю и обрывы. Хотя эти режимы составляют порядка 70%. Также в этих сетях отключающие мощности и длины линий небольшие. Поэтому окупить дорогостоящие приборы трудно. Всё это требует разработки новых методов и приборов ОМП, чему посвящена данная работа.

#### Материал и методы исследования

Решению поставленной задачи посвящены исследования, проводимые на кафедре информационных технологий в электроэнергетике Костромской ГСХА [4, 5, 6, 7]. Одним из подходов является разработка эмпирических критериев, позволяющих осуществлять ОМП. Однако этот метод не так точен при замыканиях через переходное сопротивление.

Ранее рассматривался метод ОМП по эмпирическим критериям. Также был рассмотрен метод на основе уравнений 2-й степени относительно токов [5]. Но этот метод более точен при металлических замыканиях и даёт большие погрешности при замыканиях через переходное сопротивление. Также его точность не так высока при одновременных замыканиях и обрывах. Уравнения 2-й степени получены на основе метода фазных координат, применяющегося при расчёте АР электрических сетей.

#### Результаты исследования

Для повышения эффективности метода ОМП в данной статье исследован аналитический метод с двухсторонним замером на основе уравнений 4-й степени относительно токов [6, 7], полученных также при использовании метода фазных координат [8, 9, 10]. Уравнение 4-й степени имеет вид:

 $F(L) = A \cdot L^4 + B \cdot L^3 + C \cdot L^2 + D \cdot L + E,$ 

где L – расстояние до точки повреждения от начала линии;

A, B, C, D, E – коэффициенты, зависящие от параметров фидера, а также от напряжений в начале и токов в начале и конце линии.

Решением этого уравнения является расстояние до точки повреждения.

Исследования проведены для всех возможных аварийных режимов в сетях 6-10-35 кВ как при замыканиях, так и при обрывах. Рассматривались линии большой длины (20 км) и малой длины (5 км) при металлических замыканиях и при замыканиях через переходное сопротивление.

В таблицах 1-2 приставлены погрешности ОМП, а также коэффициенты уравнений 4-й степени. В таблице 1 приведены данные при металлических замыканиях, а в таблице 2 – при замыканиях через переходное сопротивление. Длина линии принята 20 км. Представлены режимы для повреждённой фазы А. Для повреждённых фаз В и С получены аналогичные результаты.

В таблице 3 представлены обобщённые данные для рассмотренных длин линии, а также при металлических замыканиях и замыканиях через переходное сопротивление. Также в этой таблице представлены средние теоретические погрешности для каждого из рассмотренных случаев.

В таблицах 1-3 представлены теоретические погрешности ОМП. Реальные погрешности будут зависеть от классов точности приборов измерения и точности задания исходных данных. Для разных режимов можно ожидать реальные погрешности в диапазоне 1-8%.

Из таблиц видно, что теоретические погрешности малы и составляют порядка 1%. При одновременных замыканиях и обрывах, а также при переходном сопротивлении погрешности составляют менее 2% (1,7% при длине линии 20 км и 1,68 % – при длине линии 5 км).

Аналогичные результаты получены и для длины линии 5 км.

Теоретические средние погрешности не превышают 1% как при металлических замыканиях, так и при замыканиях через переходное сопротивление. Это подтверждает эффективность рассмотренного аналитического метода ОМП.

Ещё раз отметим, что в таблицах 1-3 указаны расчётные теоретические погрешно-



Таблица 1 – Коэффициенты полиномов 4-й степени и теоретическая погрешность ОМП при металлическом замыкании и длине линии 20 км

Аварий-	Расстояние	Рассчитанное		Коэф	В	Теоретиче-		
ный	до точки АР,	расстояние,	$\boldsymbol{A}$	В	С	D	E	ская погреш-
режим	<b>KM</b> 0	<b>км</b> 0	0	0,001	-0,036	-368	0,002	<b>ность,</b> %
	5	5,000	0	0,001	-0,036	-368	1841	0
	10	10,000	0	0,001	-0,045	-368	3683	0
A-0	15	15,000	0	0,001	-0,049	-367	5527	0
	20	20,000	0	0,001	-0,054	-368	7374	0
	0	0	0	0,001	-1,212	19487	0	0
	5	5,000	0	0,017	-0,779	-8541	42724	0
	10	10,000	0	0,017	-0,577	-5107	51118	0
A-B	15	15,000	0	0,012	-0,471	-3576	53719	0
	20	20,000	0	0,007	-0,408	-2732	54751	0
	0	0	0	0,007	-0,375	19106	0	0
	5	5,000	0	0,009	-0,375	11195	55984	0
	10	10,000	0	0,007	-0,417	-7553	75562	0
A-C	15	15,000	0	0,005	-0,349	-5657	84908	0
	20	20,000	0	0,005	-0,302	-4511	90306	0
	0	0	0	0,042	-1,693	39679	0,000004	0
	5	5,000	0	0,028	-1,268	20103	0,00001	0
	10	10,000	0	0,02	-0,975	12816	0,000012	0
A-B-C	15	15,000	0	0,015	-0,812	-9315	0,000014	0
	20	20,000	0	0,012	-0,71	-7293	0,000011	0
	0	0	0	0,016	-0,628	-9888	0,001	0
	5	5,000	0	0,009	-0,409	-4481	22415	0
	10	10,000	0	0,006	-0,31	-2798	28006	0
A-0 + B-0	15	15,000	0	0,005	-0,261	-2046	30739	0
	20	20,000	0	0,004	-0,231	-1630	32681	0
	0	0	0	0,005	-0,203	-9589	0	0
	5	5,000	0	0,005	-0,214	-5523	27622	0
	10	10,000	0	0,004	-0,179	-3702	37043	0
A-0 + C-0	15	15,000	0	0,003	-0,155	-2757	41392	0
	20	20,000	0	0,002	-0,139	-2187	43778	0
	0	0,004	0	0	0,056	-1,124	0,005	0
	5	5,000	0	0	0,053	-1,335	5,35	0
	10	9,996	0	0	0,05	-1,52	10,17	0,04
ОбрА	15	14,993	0	0	0,048	-1,678	14,46	0,046
	20	20,073	0	0	0,045	-1,81	18,23	0,36
	0	0,006	0	0,033	110,74	-34000	816,84	0
	5	5,005	0	0,033	110,86	-33000	0,00007	0
0654   4 0	10	10,005	0	0,033	111,03	-32000	0,0000015	0,05
ОбрА + А-0	15	15,004	0	0,032	111,27	-32000	0,000002	0,026
	20	20,005	0	0,032	111,49	-31000	0,000003	0,025
	0	0,000	0	0	10,176	163	-0,042	0
	5	5,041	0	0	10,035	210	-807,91	0,82
A 0 + 05p A	10	10,103	0	0	-9,916	257	1591	1,03
А-0 + обрА	15	15,103	0	0	-9,794	303	2349	0,68
	20	19,998	0	0	-9,657	346	-3077	0,01

Таблица 2 – Коэффициенты полиномов 4-й степени и теоретическая погрешность ОМП при переходном сопротивлении и длине линии 20 км

	Расстояние	_	Коэффициенты полиномов					Теорети-
Аварийный режим	до точки повреждения,	Рассчитанное расстояние,	A	В	С	D	E	ческая погреш-
penani	км	KM	21			D	L	ность, %
	0	0,023	0	0	0	-0,077	0,002	0
	5	5,022	0	0	0	-0,077	0,381	0
	10	10,022	0	0	0	-0,076	0,753	0,22
A-0	15	15,022	0	0	0	-0,076	1,118	0,14
	20	20,022	0	0	0	-0,076	1,477	0,11
	0	0,018	0	0	0	-0,034	0,001	0
	5	5,018	0	0	0	-0,036	0,177	0,36
	10	10,017	0	0	0	-0,038	0,363	0,17
A–B	15	15,017	0	0	0	-0,039	0,556	0,11
	20	20,017	0	0	0	-0,04	0,754	0,08
	0	0,003	0	0	0	-0,204	0,001	0
	5	5,003	0	0	0	-0,203	0,178	0,06
	10	10,003	0	0	0	-0,201	2,000	0,03
A–C	15	15,003	0	0	0	-0,2	2,969	0,02
	20	20,003	0	0	0	-0,198	3,919	0,015
	0	0,002	0	0,024	0	-0,248	0,001	0
	5	5,002	0	0,019	0	-0,248	0,241	0,04
	10	10,002	0	0,016	0	-0,249	2,477	0,02
A-B-C	15	15,003	0	0,013	0	-0,249	3,706	0,02
	20	20,003	0	0,011	0	-0,248	4,925	0,015
	0	0,015	0	0	0	-0,075	0,001	0
	5	5,015	0	0	0	-0,075	0,373	0,3
	10	10,015	0	0	0	-0,075	0,741	0,15
A-0 + B-0	15	15,015	0	0	0	-0,076	1,106	0,1
	20	20,015	0	0	0	-0,076	1,468	0,075
	0	0,008	0	0,004	0	-0,084	0,001	0
	5	5,008	0	0,003	0	-0,083	0,413	0,16
	10	10,008	0	0,003	0	-0,083	0,815	0,08
A-0 + C-0	15	15,008	0	0,003	0	-0,083	1,208	0,05
	20	20,008	0	0,002	0	-0,082	1,568	0,04
	0	0,004	0	0,001	0,056	-1,124	0,005	0
	5	5,000	0	0,002	0,053	-1,335	5,354	0
-	10	9,996	0	0,002	0,05	-1,52	10,175	0,04
ОбрА	15	14,993	0	0,003	0,048	-1,678	14,469	0,04*
	20	20,073	0	0,003	0,045	-1,81	18,235	0,36
	0	0,006	0	0,008	0,077	-29,755	0,167	0
	5	5,005	0	0,008	0,077	-29,943	147,932	0,1
ОбрА + А-0	10	10,005	0	0,009	0,077	-30,133	293,705	0,05
110	15	15,004	0	0,009	0,078	-30,324	437,474	0,02
	20	20,003	0	0,009	0,078	-30,517	579,228	0,015
	0	0,085	0	0,004	0,021	-0,449	-0,038	0
	5	4,915	0	0,004	0,022	-0,561	2,234	1,7
А-0 + обрА	10	9,918	0	0,004	0,022	-0,674	4,544	0,82
- Copii	15	14,928	0	0,045	0,022	-0,79	6,893	0,48
	20	20,109	0	0,046	0,022	-0,908	9,279	0,545



Вид аварийного режима	Длина 5 км. Металлическое замыкание	Длина 5 км. Замыкание через переходное сопротивление	Длина 20 км. Металлическое замыкание	Длина 20 км. Замыкание через переходное сопротивление
A-O	0	0-1,68	0	0-0,22
A-B	0	0,02-3,77	0	0-0,36
A-C	0	0-0,24	0	0-0,06
A-B-C	0	0-0,16	0	0-0,04
A-O+B-O	0	0-0,56	0	0-0,3
A-O+C-O	0	0-0,56	0	0-0,16
ОбрА	0	0-0,08	0-0,04	0-0,046
ОбрА+А-О	0,02	0,2	0,05	0-0,1
А-О+обрА	0	0-5,04	0-1,03	0-1,7
Средняя погрешность	0,0087	0,65	0,11	0,14

Таблица 3 – Теоретические погрешности ОМП

сти. Реальные погрешности будут зависеть от классов точности измерительных приборов: 5,0; 2,0; 0,5; 0,2. Погрешности ОМП пропорциональны классом точности приборов. Также на реальную погрешность ОМП оказывает влияние точность задания исходных данных.

#### Заключение

Таким образом, в отличие от проведенных ранее исследований, исследован аналитический метод ОМП на основе уравнений 4-й степени относительно токов. Его эффективность достаточно высока. Теоретическая погрешность составляет 1-2% при всех длинах линии как при металлических замыканиях, так при замыканиях через переходное сопротивление. Исключение составляет режим с обрывом и замыканием фазы при длине линии 5 км и при замыкании через переходное сопротивление, когда погрешность достигает 5%.

Рассмотренный метод ОМП можно использовать в качестве математического аппарата в новых дистанционных микропроцессорных приборах.

#### Список литературы

- 1. Доклад Министра энергетики РФ А. В. Новака на совещании у Председателя Правительства РФ Д. А. Медведева «О модернизации российской электроэнергетики до 2020 года» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://minenergo.gov.ru/upload/iblock/
- 2. Аржанников, Е. А. Методы и приборы определения мест повреждения на линиях электропередачи / Е. А. Аржанников, А. М. Чухин. – М.: НТФ, 1975.
- 3. Устройство определения места повреждения на воздушных линиях электропередачи «Сириус-2-ОМП» // Руководство по эксплуатации. – М., 2012. – 64 с.
- 4. Солдатов, В. А. Эмпирические критерии определения места повреждения в электрических сетях 10 кВ / В. А. Солдатов, М. А. Кошкин // Актуальные проблемы науки в агропромышленном комплексе: сборник статей 69-й международной научно-практической конференции в 3-х т. Том 2. – Караваево : Костромская ГСХА, 2018. – С. 156–159.
- 5. Солдатов, В. А. Определение места повреждения в распределительных электрических сетях 6 кВ / В. А. Солдатов, С. К. Бессараб // Сборник статей заочной международной научнопрактической конференции молодых ученых «Актуальные вопросы развития науки и технологий». - 2017. - С. 217-221.
- 6. Солдатов, В. А. Определение места аварийных режимов по аналитическим критериям в электрических сетях 10 кВ / В. А. Солдатов, М. Е. Рыжов // Актуальные проблемы науки в агропромышленном комплексе: сборник статей 69-й международной научно-практической конференции: в 3-х т. Т. 2. – Караваево: Костромская ГСХА, 2018. – С. 164–168.

- 7. Солдатов, В. А. Влияние параметров фидеров 10 кВ на погрешность определения места повреждения по аналитическим критериям / В. А. Солдатов, М. Е. Рыжов // Сборник статей международной заочной научно-практической конференции молодых ученых «Актуальные вопросы развития науки и технологий». Караваево : Костромская ГСХА. 2018. С. 498–500.
- 8. Мельников, Н. А. Матричный метод анализа электрических сетей / Н. А. Мельников. М. : Энергия, 1972. 232 с.
- 9. Лосев, С. Б. Вычисление электрических величин в несимметричных режимах электрических систем: научное издание / С. Б. Лосев, А. Б. Чернин. М.: Энергоатомиздат, 1983. 527 с.
- 10. Солдатов, В. А. Моделирование сложных видов несимметрии в распределительных сетях 10 кВ методом фазных координат / В. А. Солдатов, Н. М. Попов // Электротехника. М., 2003. № 10. С. 35–39.

- 1. Doklad Ministra energetiki RF A. V. Novaka na soveshchanii u Predsedatelya Pravitel'stva RF D. A. Medvedeva «O modernizacii rossijskoj elektroenergetiki do 2020 goda». [The report of the Minister of Energy of the Russian Federation A. V. Novak at a meeting with the Chairman of the Government of the Russian Federation D. A. Medvedev «On the modernization of the Russian electric power industry until 2020»]. URL: http://minenergo.gov.ru/upload/iblock/ (accessed: 01.10.2021).
- 2. Arzhannikov, E. A. Metody i pribory opredeleniya mest povrezhdeniya na liniyah elektroperedachi. [Methods and devices for determining the locations of damage on power lines] / E. A. Arzhannikov, A. M. Chuhin. Moscow: NTF «Energopress», 1975.
- 3. Ustrojstvo opredeleniya mesta povrezhdeniya na vozdushnyh liniyah elektroperedachi «Sirius-2-OMP» // Rukovodstvo po ekspluatacii. [Device for determining the location of damage in overhead power lines «Sirius-2-OMP» // Operation manual]. Moscow, 2012. 64 p.
- 4. Soldatov, V. A. Empiricheskie kriterii opredeleniya mesta povrezhdeniya v elektricheskih setyah 10 kV / Aktual'nye problemy nauki v agropromyshlennom komplekse: Sbornik statej 69-j mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii v 3-h t. T. 2. [Empirical criteria for determining the location of failure in 10 kV electrical networks / V. A. Soldatov, M. A. Koshkin // Actual problems of science in the agro-industrial complex: Collection of articles of the 69<sup>th</sup> international scientific-practical conference in 3 volumes. V. 2]. Karavaevo: Kostroma State Agricultural Academy, 2018. Pp. 156–159.
- 5. Soldatov, V. A. Opredelenie mesta povrezhdeniya v raspredelitel'nyh elektricheskih setyah 6 kV / V. A. Soldatov, C. K. Bessarab // Sbornik statej zaochnoj mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii molodyh uchenyh «Aktual'nye voprosy razvitiya nauki i tekhnologij». [Determination of the fault location in 6 kV electrical distribution networks]. 2017. Pp. 217–221.
- 6. Soldatov, V. A Opredelenie mesta avarijnyh rezhimov po analiticheskim kriteriyam v elektricheskih setyah 10 kV / V. A. Soldatov, M. E. Ryzhov // Aktual'nye problemy nauki v agropromyshlennom komplekse : sbornik statej 69-j mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii : v 3 t. T. 2. Karavaevo : Kostromskaya GSKHA, 2018. Pp. 164–168.
- 7. Soldatov, V.A. Vliyanie parametrov fiderov 10 kV na pogreshnost' opredeleniya mesta povrezhdeniya po analiticheskim kriteriyam / V. A. Soldatov, M.E. Ryzhov // Sbornik statej mezhdunarodnoj zaochnoj nauchno-prakticheskoj konferencii molodyh uchenyh «Aktual'nye voprosy razvitiya nauki i tekhnologij». [Influence of the parameters of feeders 10 kV on the error of the location of the damage by analytical criteria]. Karavaevo: Kostromskaya GSKHA, 2018. Pp. 498–500.
- 8. Mel'nikov, N. A. Matrichnyj metod analiza elektricheskih setej. [Matrix method for analyzing electrical networks] / N. A. Mel'nikov. Moscow : Energiya, 1972. 232 p.
- 9. Losev, S. B. Vychislenie elektricheskih velichin v nesimmetrichnyh rezhimah elektricheskih system. [Calculation of electrical quantities in asymmetric modes of electrical systems] / S. B. Losev, A. B. Chernin. Moscow: Energoatomizdat, 1983. 528 p.
- 10. Soldatov, V. A. Modelirovanie slozhnyh vidov nesimmetrii v raspredelitel'nyh setyah 10 kV metodom faznyh koordinat [Modeling of complex asymmetry in power distribution systems 10 kV using phase coordinates method] / V. A. Soldatov, N. M. Popov // Elektrotekhnika. Moscow, 2003. No 10. Pp. 35–39.



УДК 621.315

DOI 10.52025/2712-8679\_2021\_03\_55

#### ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕСТА ПОВРЕЖДЕНИЯ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ 35 КВ ПРИ ПЕРЕХОДНОМ СОПРОТИВЛЕНИИ

Солдатов Валерий Александрович, доктор технических наук, профессор soldmel@rambler.ru **Фокин Йван Вадимович,** магистрант ivan vuo@mail.ru

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Костромская государственная сельскохозяйственная академия»; 156530, Костромская область, Костромской район, пос. Караваево, ул. Учебный городок, д. 34

© Солдатов В. А., Фокин И. В., 2021

**Аннотация.** В распределительных электрических сетях 6-10-35 кВ актуальной задачей является задача определения места повреждения. В данной статье для сетей 35 кВ исследован метод, основанный на использовании напряжений и токов в координатах трех симметричных составляющих. По их значениям были получены эмпирические критерии для каждого вида аварийных режимов. Напряжения и токи первой, обратной и нулевой последовательности рассчитывались в начале линии, в конце линии и одновременно в начале и в конце линии. То есть рассмотрен односторонний и двухсторонний замер. При двухстороннем замере в начале и в конце теоретическая погрешность не превышает 1% для всех аварийных режимов за исключением одновременных замыканий с обрывами. Тем самым рассмотренный метод по критериям в координатах трех симметричных составляющих показал высокую эффективность для определения места повреждения сетях 35 кВ.

**Ключевые слова:** определение места повреждения, критерии, электрическая сеть 35 кВ, погрешность, координаты трех симметричных составляющих, односторонний замер, двухсторонний замер.

#### DETERMINATION OF FAULT LOCATION IN 35 SV ELECTRICAL NETWORKS AT TRANSIENT RESISTANCE

Soldatov Valeriy Aleksandrovich, Doctor of Sciences in Technology, Professor soldmel@rambler.ru Fokin Ivan Vadimovich, Postgraduate Student ivan vuo@mail.ru

Federal State Budgetary Educational Institution «Kostroma State Agricultural Academy»; 156530, Kostroma region, Kostroma district, Karavaevo, Training Campus, 34 © Soldatov V. A., Fokin I. V., 2021

**Abstract.** In electrical distribution networks 6-10-35 kV, an urgent task is to determine the location of the damage. In this article, for 35 kV networks, a method based on the use of voltages and currents in the coordinates of three symmetrical components is investigated. Based on their values, empirical criteria were obtained for each type of emergency mode. Voltages and currents of the first, reverse and zero sequence were calculated at the beginning of the line, at the end of the line and simultaneously at the beginning and at the end of the line. That is, one-sided and two-sided measurements are considered. With two-sided measurement at the beginning and at the end, the error does not exceed 1% for all emergency modes, with the exception of simultaneous short circuits with breaks. Thus, the considered method, according to the criteria in the coordinates of three symmetric components, showed high efficiency for determining the location of damage in 35 kV networks. **Keywords:** determination of the location of the damage, criteria, electrical network 35 kV, error,

coordinates of three symmetrical components, one-sided measurement, two-sided measurement.

#### Введение

Распределительные электрические сети 6-10-35 кВ являются многочисленными и расположенными на большой территории. Кроме того, они эксплуатируются с изолированной нейтралью. Это делает трудной задачу определения места повреждения (ОМП) в этих сетях [1, 2].

Высоковольтные сети класса 110 кВ и выше эксплуатируются с глухозаземленной нейтралью и задача ОМП в этих сетях практически решена. Для этих сетей разработа-



ны эффективные методы и приборы ОМП [3]. Для распределительных сетей необходимо разрабатывать новые методы.

#### Материал и методы исследования

Методы ОМП делятся на топографические и дистанционные. Топографические методы требуют обхода линии, что увеличивает время обнаружения и устранения аварии. Поэтому необходимо разрабатывать дистанционные методы, как с односторонним замером, так и с двухсторонним замером.

Одним из таких методов является метод ОМП, основанный на применении эмпирических критериев, зависящих от напряжений и токов в начале линии (односторонний замер), в конце линии (односторонний замер), а также в начале и в конце линии одновременно (двухсторонний замер).

Ранее для сетей 35 кВ рассмотрены методы ОМП по критериям в фазных координатах [4]. В [5] рассмотрен метод ОМП в координатах трех симметричных составляющих при металлических замыканиях и при замере в начале линии. В [6] также рассмотрен метод ОМП в координатах трех симметричных составляющих, но при замере не только в начале, но и в начале и конце линии при металлических замыканиях. Представляет интерес исследование возможности ОМП в сетях 35 кВ при использовании координат трех симметричных составляющих и при переходном сопротивлении в месте замыкания. Сами критерии в координатах трех симметричных составляющих представлены в [6] и они используют напряжения и токи прямой, обратной и нулевой последовательности.

#### Результаты исследования

Результаты расчетов теоретических погрешностей ОМП при замыканиях через переходное сопротивление и при длине линии 40 км представлены в таблице. Реальные погрешности будут зависеть от конкретных классов точности измерительных приборов и точности задания исходных данных.

Таблица – Теоретические погрешности ОМП при замыканиях через переходное сопротивление

Точка АР	Замер в начале. Теоретические Точка АР погрешности		Теорет	в конце. гические шности	Замер в начале и в конце. Теоретические погрешности	
	интервал <i>DL</i> , км	интервал <i>DL</i> /40, %	интервал <i>DL</i> , км	интервал <i>DL</i> /40, %	интервал <i>DL</i> , км	интервал <i>DL</i> /40, %
Ao	12,764	31,91	0,229	0,5725	0,225	0,5625
Во	11,821	29,5525	0,113	0,2825	0,112	0,28
Со	12,761	31,9025	0,273	0,6825	0,268	0,67
A_B	0,906	2,265	0,211	0,5275	0,171	0,4275
A_C	0,897	2,2425	-0,219	-0,5475	-0,289	-0,7225
B_C	1,141	2,8525	0,204	0,51	0,173	0,4325
A_B_C	0,15	0,375	2,676	6,69	0,142	0,355
Ao_Bo	1,334	3,335	0,199	0,4975	0,173	0,4325
Ao_Co	1,369	3,4225	-0,212	-0,53	-0,25	-0,625
Bo_Co	1,329	3,3225	0,192	0,48	0,168	0,42
ОбрА	-0,02	-0,0575	0,08	0,2	-0,01	-0,0275
ОбрВ	-0,03	-0,0775	0,08	0,1975	-0,02	-0,0375
ОбрС	-0,04	-0,095	0,08	0,2	-0,02	-0,045
Ао_обрА	3,27	8,1625	6,13	15,3225	5,94	14,8475
Во_обрВ	28,14	70,34	10,73	26,82	7,18	17,955
Со_обрС	24,668	61,67	7,038	17,595	5,392	13,48
ОбрА_Ао	10,413	26,0325	0,08	0,2	0,08	0,2
ОбрВ_Во	4,514	11,285	0,08	0,2	0,078	0,195
ОбрС_Со	7,984	19,96	0,08	0,2	0,08	0,2



Проведем анализ таблицы.

При однофазных замыканиях погрешность составляет (%):

начало – не определяется, конец – 0,3-0,66, начало и конец – 0,3-0,65.

При двухфазных коротких замыканиях погрешность составляет (%):

начало – 0,11-0,135, конец – 0,775-2,05, начало и конец – 0,095-0,125.

При трехфазном коротком замыкании погрешность составляет (%):

начало – 0,157, конец – 0,1, начало и конец -0.0625.

При двойных замыканиях на землю погрешность составляет (%):

начало – 0,137-0,14, конец – 12,26-20,1, начало и конец – 0,132-0,137.

При обрывах погрешность составляет (%): начало -0.0575-0.095, конец -0.1975-0.2, начало и конец – 0,0275-0,045.

При одновременных замыканиях и обрывах погрешность составляет (%):

начало – не определяется, конец – 8,16-10,27, начало и конец – 4,24-9,3.

При одновременных обрывах и замыканиях погрешность составляет (%):

начало – 5,66-7,68, конец – 0,195-0,2, начало и конец – 0,1875-0,195.

Если обобщить данные, то получим следующие диапазоны погрешностей:

- при замере в начале погрешности составляют 0,075-3,335%. Не определяются режимы однофазных замыканий на землю и одновременных замыканий с последующим обрывом;

- при замере в конце погрешности составляют 0,1975-6,69%. Не определяются режимы одновременных замыканий с последующим обрывом;
- при замере одновременно в начале и в конце погрешности составляют 0,195-0,625%. Режимы одновременных замыканий с последующим обрывом определяются с большой погрешностью 13,48-17,95%.

Видно, что достигается достаточная для практического применения погрешность ОМП. При двухстороннем замере в начале и в конце теоретическая погрешность не превышает 1% для всех аварийных режимов за исключением одновременных замыканий с обрывами.

#### Заключение

Таким образом, проведенные исследования показали, что разработанные критерии ОМП в координатах трех симметричных составляющих позволяют определять практически все аварийные режимы сетей 35 кВ с достаточной для практического применения точностью. Критерии эффективны как при металлических замыканиях, так и при замыканиях через переходное сопротивление. Исследования необходимо продолжить при изменении всех параметров фидеров 35 кВ.

#### Список литературы

- 1. Аржанников, Е. А. Методы и приборы определения мест повреждения на линиях электропередачи / Е. А. Аржанников, А. М. Чухин. – М.: НТФ «Энергопресс», 1998. – 87 с.
- 2. Шалыт, Г. М. Определение мест повреждения в электрических сетях / Г. М. Шалыт. М.: Энергоиздат, 1982. – 312 с.
- 3. Устройство определения места повреждения на воздушных линиях электропередачи «Сириус-2-ОМП» // Руководство по эксплуатации. – М., 2012. – 64 с.
- 4. Солдатов, В. А. Разработка критериев определения места повреждения в сети 35 кВ / В. А. Солдатов, В. С. Захаров // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. –  $2001. - N^{\circ}2(54). - C. 126-130.$
- 5. Солдатов, В. А. Эмпирические критерии в координатах трех симметричных составляющих для определения места повреждения в электрических сетях 35 кВ / В. А. Солдатов, И. В. Фокин // Сборник статей. – Состояние и перспектива инженерно-технологического обеспечения АПК в области энергетики и механизации. – Караваево : Костромская ГСХА, 2021. – C. 97-99.

- 1. Arzhannikov, Ye. A., Chukhin, A. M. Metody i pribory opredeleniya mest povrezhdeniya na liniyah elektroperedachi. [Methods and devices for determining the locations of damage in power lines]. Moscow: NTF «Energopress», 1998. 87 p.
- 2. Shalyt, G.M. Opredelenie mest povrezhdeniya v elektricheskih setyah. [Determination of places of damage in electrical networks], Moscow: Energoizdat, 1982. 312 p.
- 3. Ustrojstvo opredeleniya mesta povrezhdeniya na vozdushnyh liniyah elektroperedachi «Sirius-2-OMP» // Rukovodstvo po ekspluatacii. [Device for determining the location of damage in overhead power lines «Sirius-2-OMP» // Operation manual]. Moscow, 2012. 64 p.
- 4. Soldatov, V. A. Razrabotka kriteriev opredeleniya mesta povrezhdeniya v seti 35 kV / V. A. Soldatov, V. S. Zakharov // Vestnik Bashkirskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. [Development of criteria for determining the location of failure in a 35 kV network / V. A. Soldatov, V. S. Zakharov // Bulletin of the Bashkir State Agrarian University.] No 2 (54). Pp. 126–130.
- 5. Soldatov, V. A. Empiricheskie kriterii v koordinatah trekh simmetrichnyh sostavlyayushchih dlya opredeleniya mesta povrezhdeniya v elektricheskih setyah 35 kV / V. A. Soldatov, I. V. Fokin // Collection of articles. The state and prospects of engineering and technological support of the agro–industrial complex in the field of energy and mechanization.] Karavaevo: Kostroma State Agricultural Academy, 2021. Pp. 97–99.



УДК 621.315 DOI 10.52025/2712-8679 2021 03 59

#### КРИТЕРИИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕСТА АВАРИЙНОГО РЕЖИМА В СЕТЯХ 6 КВ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ КООРДИНАТ ТРЕХ СИММЕТРИЧНЫХ СОСТАВЛЯЮЩИХ ПРИ ОДНОСТОРОННЕМ И ДВУХСТОРОННЕМ ЗАМЕРЕ

Солдатов Валерий Александрович, доктор технических наук, профессор soldmel@rambler.ru Широбоков Денис Александрович, магистрант den 1998. den @mail.ru

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Костромская государственная сельскохозяйственная академия»; 156530, Костромская область, Костромской район, пос. Караваево, ул. Учебный городок, д. 34 © Солдатов В. А., Широбоков Д. А., 2021

Аннотация. В статье для определения места повреждения в сетях 6 кВ предложены эмпирические критерии в координатах трех симметричных составляющих. Рассмотрены случаи: при измерениях в начале (односторонний замер), в конце (односторонний замер), а также одновременно в начале и в конце (двухсторонний замер). То есть осуществлялся односторонний и двухсторонний замер. В критериях используются напряжения и токи прямой, обратной и нулевой последовательности. Показано, что рассмотренный метод эффективен как при одностороннем, так и при двухстороннем замере. Рассчитаны все виды аварийных режимов. Так, при измерениях в начале и в конце получены погрешности, не превышающие 1 % (кроме однофазных замыканий на землю, когда погрешности достигают 3 %). То есть эффективность метода высока. При одностороннем замере погрешности также невелики.

Ключевые слова: определение места повреждения, критерии, координаты трех симметричных составляющих, электрическая сеть 6 кВ, погрешность, односторонний замер, двухсторонний замер.

#### CRITERIA FOR DETERMINING THE LOCATION OF EMERGENCY MODE IN 6 KV NETWORKS WHEN USING THE COORDINATES OF THREE SYMMETRIC COMPONENTS IN ONE- AND TWO-SIDED MEASUREMENT

Soldatov Valeriy Aleksandrovich, Doctor of Sciences in Technology, Professor soldmel@rambler.ru Shirobokov Denis Aleksandrovich, Postgraduate Student den1998.den@mail.ru

Federal State Budgetary Educational Institution «Kostroma State Agricultural Academy» Kostroma region, Kostroma district, Karavaevo, Training Campus, 34, 156530 © Soldatov V. A., Shirobokov D. A., 2021

**Abstract.** The article proposes and describes empirical criteria in the coordinates of three symmetric components to determine the location of failure in 6 kV networks. Three cases are considered: when measuring at the beginning of the line (one-sided measurement), at the end of the line (one-sided measurement), as well as simultaneously at the beginning and at the end of the line (two-sided measurement). That is, one-sided and two-sided measurements were carried out. The criteria use voltages and currents of direct, negative and zero sequence. It is shown that the method considered is effective for both one-sided and two-sided measurements. All types of emergency modes are calculated. Thus, during measurements at the beginning and at the end of the line, errors do not exceed 1% (except for single-phase to-ground faults, when the errors reach 3%). That is, the effectiveness of the method is high. With one-sided measurements at the errors reach 3%. sided measurement, the errors are also small.

**Keywords**: determination of the failure location, criteria, coordinates of three symmetrical components, 6 kV electrical network, error, one-sided measurement, two-sided measurement.



#### Введение

Отличительной особенностью сетей 6-10-35 кВ является их многочисленность, а также расположенность на большой территории.

Определение места повреждения (ОМП) в сетях 6-10-35 кВ является более сложной задачей, чем в сетях 110 кВ и выше [1, 2]. Это обусловлено различием изолированной нейтрали (6-10-35 кВ) и глухозаземленной нейтрали (110 кВ и выше).

Промышленностью выпускаются современные микропроцессорные приборы ОМП [3]. Они хорошо себя зарекомендовали для сетей 110 кВ и выше. Для сетей 6-10-35 кВ они определяют только аварийные режимы с короткими замыканиями. Потому для этих сетей необходимо разрабатывать свои методы ОМП.

#### Материал и методы исследования

Ранее в работах [4, 5] была исследована возможность определения места повреждения (ОМП) в сетях 10-35 кВ по эмпирическим критериям, использующим фазные координаты. Представляет интерес исследование эффективности критериев при использовании координат трех симметричных составляющих в сетях 6 кВ, то есть использование напряжений и токов прямой, обратной и нулевой последовательностей.

В [6] исследована эффективность ОМП при использовании критериев в координатах трех симметричных составляющих и при осуществлении измерений в начале линии.

Критерии представляют собой формулы отношений увеличивающихся токов и напряжений к уменьшающимся при изменении точки повреждения вдоль длины линии.

#### Результаты исследования

Проделанные расчеты охватывают все возможные виды повреждений: замыкания А0, В0, С0; короткие замыкания АВ, АС, ВС, короткое замыкание АВС; двойные замыкания А0+В0, А0+С0, В0+С0; обрывы обрА, обрВ, обрС; замыкания с обрывами А0+обрА, В0+обрВ, С0+обрС; обрывы с замыканиями обрА+А0, обрВ+В0, обрС+С0.

Полученные критерии при измерениях в начале линии представлены в таблице 1. Полученные критерии при измерениях в конце линии представлены в таблице 2. В них обозначено: *U*1, *U*2, *U*0, *I*1, *I*2, *I*0 – напряжения и токи прямой, обратной, нулевой последовательности.

Таблица 1 – Эмпирические критерии в координатах трех симметричных составляющих при измерениях в начале линии

Аварийный режим	Аварийный режим фазы А	Аварийный режим фазы В	Аварийный режим фазы С
AO, BO, CO	$KAO = \frac{1}{u_0}$	$KBO = \frac{1}{v_0}$	$KCO = \frac{1}{U0}$
AB, AC, BC	$KAB = \frac{U1 \cdot U0}{U2 \cdot I1 \cdot I2}$	$KAC = \frac{U1}{U2 \cdot I1 \cdot I2}$	$KBC = \frac{U1 \cdot U0}{U2 \cdot I1 \cdot I2}$
ABC	$KABC = \frac{U1 \cdot U0}{I1}$	$KABC = \frac{U1 \cdot U0}{I1}$	$KABC = \frac{U1 \cdot U0}{I1}$
AO+BO, AO+CO, BO+CO	$KAO + BO = \frac{U1}{U2 \cdot U0 \cdot I1 \cdot I2}$	$KAO+CO = \frac{U1}{U2 \cdot U0 \cdot I1 \cdot I2}$	$KBO+CO = \frac{U1}{U2 \cdot U0 \cdot I1 \cdot I2}$
ОбрА, обрВ, обрС	KобрA = $\frac{1}{v_0}$	KобрВ = $\frac{1}{U0}$	КобрС = $\frac{1}{v_0}$
АО+обрА, ВО+обрВ, СО+обрС	$KAO + o6pA = \frac{1}{U0}$	KBO+обрВ = U0	КСО+обрС = <b>U0</b>
ОбрА+АО, обрВ+ВО, обрС+СО	КобрА+АО = <i>U0</i>	КобрВ+ВО = <i>U0</i>	KобрC+CO = $\frac{1}{v_0}$



Таблица 2 – Эмпирические критерии в координатах трех симметричных составляющих при измерениях в конце линии

Аварийный режим	Аварийный режим фазы А	Аварийный режим фазы В	Аварийный режим фазы С
AO, BO, CO	$KAO = \frac{1}{v_0}$	$KBO = \frac{1}{v_0}$	$KCO = \frac{1}{U0}$
AB, AC, BC	$KAB = \frac{U1 \cdot U2}{U0}$	$KAC = \frac{1}{U1}$	$KBC = \frac{U0}{U1 \cdot U2}$
ABC	$KABC = \frac{u_0}{u_1}$	$KABC = \frac{u_0}{u_1}$	$KABC = \frac{U0}{U1}$
AO+BO, AO+CO, BO+CO	$KAO + BO = \frac{1}{U0}$	$KAO + CO = \frac{U2}{U1 \cdot U0}$	$KBO+CO = \frac{1}{U1 \cdot U2 \cdot U0}$
ОбрА, обрВ, обрС	КобрА = <b>U0</b>	КобрВ = <b>U0</b>	КобрС = <b>U0</b>
АО+обрА, ВО+обрВ, СО+обрС	не определяются	не определяются	не определяются
ОбрА+АО, обрВ+ВО, ОбрС+СО	KобрA+AO = $\frac{1}{u_0}$	КобрВ+ВО = U0	KобрC+CO = $\frac{1}{u_0}$

Таблица 3 – Погрешности ОМП при одностороннем и двухстороннем замерах

Аварийный режим	Погрешность при одностороннем замере в начале		Погрешность при одностороннем замере в конце		Погрешность при двухстороннем замере в начале и в конце	
	DL, км	<i>DL</i> /15, %	<i>DL</i> , км	<i>DL</i> /15, %	<i>DL</i> , км	<i>DL</i> /15, %
Замыкание А0	0,829	5,53	0,825	5,5	0,413	2,75
Замыкание В0	0,919	6,13	0,912	6,08	0,458	3,05
Замыкание СО	0,984	6,56	0,975	6,5	0,49	3,27
Короткое замыкание АВ	0,011	0,07	0,162	1,08	0,01	0,07
Короткое замыкание АС	0,011	0,07	0,185	1,23	0,011	0,07
Короткое замыкание ВС	0,011	0,07	0,139	0,93	0,00997	0,07
Короткое замыкание АВС	0,024	0,16	0,0045	0,03	0,00274	0,02
Двойное замыкание A0+B0	0,011	0,07	1,098	7,32	0,011	0,07
Двойное замыкание А0+С0	0,011	0,07	0,549	3,66	0,011	0,07
Двойное замыкание В0+С0	0,012	0,08	0,544	3,63	0,011	0,07
Обрыв обрА	0,03	0,17	0,03	0,2	0,01	0,09
Обрыв обрВ	0,06	0,43	0,03	0,2	0,03	0,19
Обрыв обрС	0,03	0,18	0,03	0,2	0,02	0,1
Замыкание с обрывом А0+обрА	_	_	-	_	_	_
Замыкание с обрывом В0+обрВ	_	-	-	_	-	_
Замыкание с обрывом С0+обрС	-	-	-	_	-	_
Обрыв с замыканием обрА+А0	-	-	0,024	0,16	0,024	0,16
Обрыв с замыканием обрВ+В0	-	-	-0,061	-0,41	-0,061	-0,41
Обрыв с замыканием обрС+С0	_	-	0,068	0,46	0,068	0,45



Анализ таблиц 1, 2 показал, что при измерениях в начале и в конце критерии в основном не совпадают.

При расчетах длина линии принималась равной 15 км. В таблице 3 представлены погрешности ОМП (в километрах и в процентах) при всех аварийных режимах, как при одностороннем, так и при двухстороннем замерах.

При замере одновременно в начале и в конце обобщенный критерий равен произведению критерия в начале на критерий в

Анализ таблицы 3 показал, что погрешности в метрах составляют:

- 1. При замыканиях АО, ВО, СО:
- в начале 829-984, в конце 825-975, в начале и в конце – 413-490 м.
  - 2. При коротких замыканиях АВ, АС, ВС:
- в начале 11, в конце 139-185, в начале и в конце – 9-11 м.
  - 3. При коротком замыкании АВС:
- в начале 24, в конце 5, в начале и в конце – 30 м.
- 4. При двойных замыканиях А0 + В0, A0 + C0, B0 + C0:
- в начале 1-12, в конце 544-1098, в начале и в конце – 11-12 м.
  - 5. При обрывах обрА, обрВ, обрС:
- в начале 30-60, в конце 30-31, в начале и в конце - 10-30 м.
- 6. При замыканиях и обрывах А0 + обрА, В0 + обрВ, С0 + обрС:

режим не определяется.

- 7. При обрывах и замыканиях обрА + АО, обрВ + ВО, обрС + СО:
- в начале не определяется, в конце -24-68, в начале и в конце – 24-68 м.

Также анализ таблицы 3 показал, что погрешности в процентах составляют:

- 1. При замыканиях А0, В0, С0:
- в начале 5,53-6,56, в конце 5,5-6,5, в начале и в конце – 2,75-3,27 м.
  - 2. При коротких замыканиях АВ, АС, ВС:

в начале – 0,07, в конце – 0,9-1,2, в начале и в конце – 0,07 м.

- 3. При коротком замыкании АВС:
- в начале 0,16, в конце 0,03, в начале и в конце - 0,02 м.
- 4. При двойных замыканиях А0 + В0, A0 + C0, B0 + C0:
- в начале 0,07-0,08, в конце 3,63-7,32, в начале и в конце – 0,07 м.
  - 5. При обрывах обрА, обрВ, обрС:
- в начале 0,17-0,43, в конце 0,2, в начале и в конце – 0,09-0,2 м.
- 6. При замыканиях и обрывах А0 + обрА, В0 + обрВ, С0 + обрС:

режим не определяется.

- 7. При обрывах и замыканиях обрА + АО, обрВ + ВО, обрС + СО:
- в начале нет, в конце 0,16-0,45, в начале и в конце – 0,16-045 м.

Видно, что погрешность в километрах в начале не превышает 984 м, в конце – 1100 м, в начале и в конце – 490 м. При этом погрешности в процентах в начале не превышают 6,56%, в конце – 6,5%, в начале и в конце – 3,27%.

При замере одновременно и в начале, и в конце погрешности составляют менее 1%, кроме режимов однофазных замыканий на землю, когда погрешность достигает 3,3%. Это достаточно эффективно, потому что существующие дистанционные приборы [3] вообще не определяют однофазные замыкания на землю.

#### Заключение

Таким образом, разработанные критерии являются эффективными для сетей 6 кВ. Полученные критерии позволяют определять все виды аварийных режимов, кроме режимов одновременных замыканий и обрывов. Кроме того, не определяются режимы одновременных обрывов с последующим замыканием при измерениях в начале линии.

#### Список литературы

- 1. Аржанников, Е. А. Методы и приборы определения мест повреждения на линиях электропередачи / Е. А. Аржанников, А. М. Чухин. – М. : НТФ «Энергопресс», 1998. – 87 с.
- 2. Шалыт, Г. М. Определение мест повреждения в электрических сетях / Г. М. Шалыт. М. : Энергоиздат, 1982. – 312 с.
- 3. Устройство определения места повреждения на воздушных линиях электропередачи «Сириус-2-ОМП» // Руководство по эксплуатации. – М., 2012. – 64 с.



- 4. Солдатов, В. А. Эмпирические критерии определения места повреждения в электрических сетях 10 кВ / В. А. Солдатов, М. А. Кошкин // Актуальные проблемы науки в агропромышленном комплексе: Сборник статей 69-й международной научно-практической конференции в 3-х т. Т. 2. – Караваево : Костромская ГСХА, 2018. – С. 156–159.
- 5. Солдатов, В. А. Определение места повреждения в электрических сетях 35 кВ по эмпирическим критериям / В. А. Солдатов, А. Агафонов // Актуальные проблемы науки в агропромышленном комплексе: сборник статей 69-й международной научно-практической конференции: в 3-х т. Т. 2. – Караваево: Костромская ГСХА, 2018. – С. 149–152.
- 6. Солдатов, В. А. Критерии определения места аварийного режима в сетях 6 кВ при использовании координат трех симметричных составляющих / В. А. Солдатов, Д. А. Широбоков // Актуальные проблемы науки в агропромышленном комплексе : сборник статей 69-й международной научно-практической конференции: в 3-х т. Т. 2. - Караваево: Костромская ΓCXA, 2018. – C. 149–152.

- 1. Arzhannikov, Ye. A., Chukhin, A. M. Metody i pribory opredeleniya mest povrezhdeniya na liniyah elektroperedachi. [Methods and devices for determining the locations of damage in power lines]. – Moscow: NTF «Energopress», 1998. – 87 p.
- 2. Shalyt, G. M. Opredelenie mest povrezhdeniya v elektricheskih setyah. [Determination of places of damage in electrical networks]. – Moscow : Energoizdat, 1982. – 312 p.
- 3. Ustrojstvo opredeleniya mesta povrezhdeniya na vozdushnyh liniyah elektroperedachi «Sirius-2-OMP» // Rukovodstvo po ekspluatacii. [Device for determining the location of damage in overhead power lines «Sirius-2-OMP» // Operation manual]. – Moscow, 2012. – 64 p.
- 4. Soldatov, V. A. Empiricheskie kriterii opredeleniya mesta povrezhdeniya v elektricheskih setyah 10 kV / Aktual'nye problemy nauki v agropromyshlennom komplekse: Sbornik statej 69-j mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii v 3-h t. T. 2. [Empirical criteria for determining the location of failure in 10 kV electrical networks / V. A. Soldatov, M. A. Koshkin // Actual problems of science in the agro-industrial complex: Collection of articles of the 69th international scientific-practical conference in 3 volumes. V. 2]. - Karavaevo : Kostroma State Agricultural Academy, 2018. – Pp. 156–159.
- 5. Soldatov, V. A. Opredelenie mesta povrezhdeniya v elektricheskih setyah 35 kV po empiricheskim kriteriyam / V. A. Soldatov, A. Agafonov // Aktual'nye problemy nauki v agropromyshlennom komplekse : sbornik statej 69-j mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii : v 3-h t. T. 2. [Determination of the location of failure in 35 kV electrical networks with empirical criteria] / V.A. Soldatov, A. Agafonov // Actual problems of science in the agro-industrial complex: collection of articles of the 69th international scientific-practical conference: in 3 volumes. V. 2]. – Karavaevo: Kostroma State Agricultural Academy, 2018. – Pp. 149–152.
- 6. Soldatov, V. A. Kriterii opredeleniya mesta avarijnogo rezhima v setyah 6 kV pri ispol'zovanii koordinat trekh simmetrichnyh sostavlyayushchih / V. A. Soldatov, D. A. Shirobokov // Aktual'nye problemy nauki v agropromyshlennom komplekse : sbornik statej 69-j mezhdunarodnoj nauchnoprakticheskoj konferencii: v 3-h t. T. 2. [Criteria for determining the location of an emergency mode in 6 kV networks using the coordinates of three symmetric components] / V.A. Soldatov, D.A. Shirobokov // Actual problems of science in the agro-industrial complex: collection of articles of the 69th international scientific and practical conference: in 3 volumes. V. 2]. – Karavaevo: Kostroma State Agricultural Academy, 2018. – Pp. 149–152.

УДК 621.315

DOI 10.52025/2712-8679\_2021\_03\_64

#### ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕСТА ПОВРЕЖДЕНИЯ В СЕТЯХ 6 КВ В КООРДИНАТАХ ТРЕХ СИММЕТРИЧНЫХ СОСТАВЛЯЮЩИХ ПРИ ПЕРЕХОДНОМ СОПРОТИВЛЕНИИ

Солдатов Валерий Александрович, доктор технических наук, профессор soldmel@rambler.ru

**Широбоков Денис Александрович,** магистрант den1998.den@mail.ru

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Костромская государственная сельскохозяйственная академия»; 156530, Костромская область, Костромской район, пос. Караваево, ул. Учебный городок, д. 34

© Солдатов В. А., Широбоков Д. А., 2021

Аннотация. В статье для сетей 6 кВ представлены исследования теоретических погрешностей определения места повреждения в случае замыканий через переходное сопротивление. Рассмотрены варианты, когда измерения проводились в начале линии (односторонний замер), в конце линии (односторонний замер), а также в начале и в конце линии одновременно (двухсторонний замер). Использованы критерии в координатах трех симметричных составляющих. Показано, что рассмотренный метод эффективен как при одностороннем, так и при двухстороннем замере. При этом при двухстороннем замере теоретические погрешности определения места повреждения для всех аварийных режимов не превышают 1-7%, кроме режима трехфазного короткого замыкания.

Ключевые слова: определение места повреждения; критерии; электрическая сеть 6 кВ; погреш-

ность; односторонний замер; двухсторонний замер; переходное сопротивление.

## DETERMINATION OF FAILURE LOCATION IN 6 KV NETWORKS IN THE COORDINATES OF THREE SYMMETRICAL COMPONENTS AT TRANSITIONAL RESISTANCE

**Soldatov Valeriy Aleksandrovich,** Doctor of Sciences in Technology, Professor soldmel@rambler.ru **Shirobokov Denis Aleksandrovich,** Postgraduate Student den1998.den@mail.ru

Federal State Budgetary Educational Institution «Kostroma State Agricultural Academy»; 156530, Kostroma region, Kostroma district, Karavaevo, Training Campus, 34 © Soldatov V. A., Shirobokov D. A., 2021

**Abstract.** The article presents studies of theoretical errors in determining the location of damage in the case of circuits through a transient resistance for 6 kV networks. Options are considered when measurements were taken at the beginning of the line (one-sided measurement), at the end of the line (one-sided measurement), as well as at the beginning and at the end of the line simultaneously (two-sided measurement). Criteria in coordinates of three symmetric components are used. It is shown that the considered method is effective in both one-sided and two-sided measurement. At the same time, with two-sided measurement theoretical errors of fault location determination for all emergency modes do not exceed 1-7%, except for the three-phase short circuit mode.

**Keywords:** determination of the damage location; criteria; 6 kV electrical network; error; one-sided

measurement; two-sided measurement.

#### Введение

Так же как сети 10-35 кВ, сети 6 кВ выполнены с изолированной нейтралью. Поэтому однофазные и двухфазные замыкания на землю не являются короткими замыканиями как в сетях 110 кВ и выше, которые выполнены с эффективно заземленной нейтралью.

Выпускающиеся приборы ОМП [1, 2, 3] хорошо работают в этих сетях и не определяют режимы с замыканиями на землю и обрывами в распределительных сетях 6-10-35 кВ, хотя эти режимы составляют до 70% от всех возможных режимов. Это обуславливает необходимость разработки новых методов ОМП для распределительных сетей.



#### Материал и методы исследования

Проведенные ранее исследования [4, 5] показали эффективность ОМП в электрических сетях 10-35 кВ при использовании эмпирических критериев в фазных координатах, то есть фазных напряжений и токов.

В [6] исследована эффективность ОМП по эмпирическим критериям, использующим координаты трех симметричных составляющих, то есть при использовании напряжений и токов прямой, обратной и нулевой последовательности. При этом рассмотрены варианты измерений в начале линии (односторонний замер), в конце линии (односторонний замер), а также одновременно в начале и в конце линии (двухсторонний замер). Исследования проведены при металлических замыканиях в месте повреждения.

#### Результаты исследования

Представляет интерес исследование эффективности рассмотренного метода ОПМ в случае, если замыкание происходит через переходное сопротивление. Величина переходного сопротивления для сети 6 кВ обусловлена ранее и может быть принята 300 Ом.

Полученные ранее формулы критериев для случая металлических замыканий использованы и для случая замыканий через переходное сопротивление. То есть критерии состоят из отношений фазных напряжений и токов, которые изменяются при перемещении повреждения вдоль длины линии [6].

Для исследований были рассчитаны все возможные аварийные режимы фидера 6 кВ, представленные в таблице 1:

Одн.А0, Одн.В0, Одн.С0 – однофазные; Двух.АВ, Двух.АС, Двух.ВС – двухфазные короткие;

Трех.АВС – трёхфазное короткое;

Двойное. А0+В0, Двойное. А0+С0, Двойное С0+В0 – двойные;

Одн.обрА, Одн.обрВ, Одн.обрС – однофазные обрывы;

Одн.А0+обрА, Одн.В0+обрВ, Одн.С0+обрС - однофазные замыкания с обрывами;

Одн.обрА+А0, Одн.обрВ+В0, Одн.обрС+С0 - однофазные обрывы с замыканиями.

Были проведены расчеты погрешностей ОМП при длине линии 15 км. Результаты расчетов представлены в таблице 1. В этой таблице погрешность DL выражена в километрах и в процентах.

При замере одновременно в начале и в конце обобщенный критерий равен произведению критерия в начале на критерий в конце.

В таблицах 1 и 2 указаны теоретически возможные погрешности ОМП. Реальные погрешности будут зависеть от классов точности измерительных приборов и точности задания исходных данных.

Таблица 1 – Теоретические погрешности О МП при измерениях в начале, в конце, а также в начале и в конце линии при переходном сопротивлении

Вид АР	Замер в начале		Замер і	з конце	Замер в начале и в конце	
	KM	%	KM	%	KM	%
Одн.А0	0,828	5,52	0,824	5,49	0,413	2,75
Одн.ВО	0,919	6,13	0,912	6,08	0,458	3,05
Одн.СО	0,985	6,57	0,975	6,5	0,49	3,27
Двух.АВ	0,165	1,1	0,037	0,25	0,031	0,21
Двух.АС	0,164	1,09	0,051	0,34	0,039	0,26
Двух.ВС	0,186	1,24	-0,028	-0,19	-0,034	-0,23
Tpex.ABC	1,113	7,42	2,682	17,88	0,783	5,22
Двойное.А0+В0	0,15	1	0,888	5,92	0,128	0,85
Двойное.А0+С0	0,157	1,05	0,06	0,4	0,043	0,29
Двойное.В0+С0	0,171	1,14	-0,059	-0,39	-0,09	-0,6
Одн.обрА	0,03	0,17	0,03	0,2	0,01	0,09
Одн.обрВ	0,06	0,43	0,03	0,2	0,03	0,19
Одн.обрС	0,03	0,18	0,03	0,2	0,02	0,1
Одн.А0+обрА	_	ı	_	ı	ı	_
Одн.В0+обрВ	_	ı	_	ı	ı	-
Одн.С0+обрС	_	-	_	-	-	_
Одн.обрА+А0	_	-	-0,031	-0,21	-0,031	-0,21
Одн.обрВ+ВО	-	_	0,018	0,12	0,018	0,12
Одн.обрС+С0	-	-	-0,055	-0,37	-0,056	-0,37

Замер Замер Замер в начале и в конце в начале в конце Вид АР KM KM KM Одн.А0 0,828-0,985 0,824-0,975 5,49-6,5 0,413-0,49 Одн.ВО 5,52-6,57 2,75-3,27 Одн.СО Двух.АВ 0,028-0,051 0,19-0,34 0,031-0,039 Двух.АС 0,164-0,186 1,09-1,24 0,21-0,23Двух.ВС Tpex.ABC 1,113 7,42 2,682 17,88 0,783 5,22 Двойное.А0+В0 **Двойное.** A0+C0 0,15-0,171 1-1,140,059-0,888 0,39-5,92 0,043-0,128 0,29-0,85 Двойное.С0+В0 Одн.обрА Одн.обрВ 0,03-0,06 0,17-0,43 0,03 0,2 0,01-0,03 0,09-0,19 Одн.обрС Одн. А0+обрА Одн.В0+обрВ Одн.С0+обрС Одн.обрА+А0 Одн. обрВ+ВО 0,018-0,055 0,012-0,37 0,018-0,056 0,12-0,37Одн.обрС+С0

Таблица 2 – Диапазоны теоретических погрешностей ОМП при измерениях в начале, в конце, а также в начале и в конце линии при переходном сопротивлении

Из таблицы 2 следует, что:

- возможные теоретические погрешности, выраженные в километрах для всех режимов, будут составлять менее 1 км. Исключение составляет режим трехфазного короткого замыкания, когда погрешность достигает 2,7 км;
- теоретические погрешности в процентах для режимов обрывов фаз, а также одновременных обрывов и замыканий составляют менее 1%;
- теоретические погрешности в процентах для режимов двухфазных коротких замыканий составляют менее 2%;
- теоретические погрешности в процентах для режимов однофазных замыканий на землю, а также для двойных замыканий на землю составляют менее 7%;
- теоретическая погрешность в процентах для режима трехфазного короткого замыкания составляет менее 18%.

Реальные погрешности, как показали

измерения, будут находиться в диапазоне 1-8%.

При замыканиях и последующих обрывах не удается определить аварийный режим. То же самое относится к режимам обрывов с последующими замыканиями.

#### Заключение

Таким образом, разработанные ранее эмпирические критерии [6] являются эффективными для сетей 6 кВ как при металлических замыканиях, так и при замыканиях через переходное сопротивление.

Наилучшим является двухсторонний замер, когда измерения проводятся в начале и в конце линии одновременно.

В дальнейшем необходимо обосновать эффективность рассмотренного метода ОМП по эмпирическим критериям в координатах трех симметричных составляющих при всех возможных параметрах фидеров 6 кВ.



#### Список литературы

- 1. Аржанников, Е. А. Методы и приборы определения мест повреждения на линиях электропередачи / Е. А. Аржанников, А. М. Чухин. – М.: НТФ «Энергопресс», 1998. – 87 с.
- 2. Шалыт, Г. М. Определение мест повреждения в электрических сетях / Г. М. Шалыт. М. : Энергоиздат, 1982. – 312 с.
- 3. Устройство определения места повреждения на воздушных линиях электропередачи «Сириус-2-ОМП» // Руководство по эксплуатации. – Москва, 2012. – 64 с.
- 4. Солдатов, В. А. Эмпирические критерии определения места повреждения в электрических сетях 10 кВ [Текст] / В. А. Солдатов, М. А. Кошкин // Актуальные проблемы науки в агропромышленном комплексе: Сборник статей 69-й международной научно-практической конференции в 3-х т. Т. 2. – Караваево : Костромская ГСХА, 2018. – С. 156–159.
- 5. Солдатов, В. А. Определение места повреждения в электрических сетях 35 кВ по эмпирическим критериям / В. А. Солдатов, А. Агафонов // Актуальные проблемы науки в агропромышленном комплексе: сборник статей 69-й международной научно-практической конференции: в 3-х т. Т. 2. – Караваево: Костромская ГСХА, 2018. – С. 149–152.
- 6. Солдатов, В. А. Критерии определения места аварийного режима в сетях 6 кВ при использовании координат трех симметричных составляющих / В. А. Солдатов, Д. А. Широбоков // Актуальные проблемы науки в агропромышленном комплексе : сборник статей 69-й международной научно-практической конференции: в 3-х т. Т. 2. – Караваево: Костромская ΓCXA, 2018. – C. 149–152.

- 1. Arzhannikov, Ye. A., Chukhin, A. M. Metody i pribory opredeleniya mest povrezhdeniya na liniyah elektroperedachi. [Methods and devices for determining the locations of damage in power lines]. – Moscow: NTF «Energopress», 1998. – 87 p.
- 2. Shalyt, G. M. Opredelenie mest povrezhdeniya v elektricheskih setyah. [Determination of places of damage in electrical networks]. – Moscow: Energoizdat, 1982. – 312 p.
- 3. Ustrojstvo opredeleniya mesta povrezhdeniya na vozdushnyh liniyah elektroperedachi «Sirius-2-OMP» // Rukovodstvo po ekspluatacii. [Device for determining the location of damage in overhead power lines «Sirius-2-OMP» // Operation manual]. – Moscow, 2012. – 64 p.
- 4. Soldatov, V. A. Empiricheskie kriterii opredeleniya mesta povrezhdeniya v elektricheskih setyah 10 kV / Aktual'nye problemy nauki v agropromyshlennom komplekse: Sbornik statej 69-j mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii v 3-h t. T. 2 [Empirical criteria for determining the location of failure in 10 kV electrical networks] / V. A. Soldatov, M. A. Koshkin // Actual problems of science in the agro-industrial complex: Collection of articles of the 69th international scientificpractical conference in 3 volumes. V. 2]. – Karavaevo: Kostroma State Agricultural Academy, 2018. – Pp. 156-159.
- 5. Soldatov, V. A. Opredelenie mesta povrezhdeniya v elektricheskih setyah 35 kV po empiricheskim kriteriyam / V. A. Soldatov, A. Agafonov // Aktual'nye problemy nauki v agropromyshlennom komplekse: sbornik statej 69-j mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii: v 3-h t. T. 2. – Karavaevo: Kostroma State Agricultural Academy, 2018. – Pp. 149–152.
- 6. Soldatov, V. A. Kriterii opredeleniva mesta avarijnogo rezhima v setvah 6 kV pri ispol'zovanij koordinat trekh simmetrichnyh sostavlyayushchih / V. A. Soldatov, D. A. Shirobokov // Aktual'nye problemy nauki v agropromyshlennom komplekse : sbornik statej 69-j mezhdunarodnoj nauchnoprakticheskoj konferencii: v 3-h t. T. 2. – Karavaevo: Kostroma State Agricultural Academy, 2018. – Pp. 149–152.

#### ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 332.2:338.431

DOI 10.52025/2712-8679\_2021\_03\_68

## СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЗЕМЕЛЬНЫХ ОТНОШЕНИЙ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Зорин Алексей Викторович**, кандидат экономических наук, доцент zav104@yandex.ru

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Костромская государственная сельскохозяйственная академия»; 156530, Костромская область, Костромской район, пос. Караваево, ул. Учебный городок, д. 34 © Зорин А. В., 2021

Аннотация. В статье приводятся результаты исследования состояния земельных отношений, количественного и качественного состояния земель сельскохозяйственного назначения Российской Федерации. Проведена группировка субъектов Российской Федерации по уровню эффективности использования сельскохозяйственных угодий. Для каждой группы регионов представлены инструменты нивелирования угроз экономической безопасности в сфере земельных отношений.

**Ключевые слова:** земли сельскохозяйственного назначения, почвенное плодородие, экономическая безопасность, земельные отношения.

### THE CURRENT STATE AND PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF LAND RELATIONS IN THE RUSSIAN FEDERATION

**Zorin Aleksei Viktorovich,** Candidate of Sciences in Economics, Associate Professor zav104@yandex.ru

Federal State Budgetary Educational Institution «Kostroma State Agricultural Academy»; 156530, Kostroma region, Kostroma district, Karavaevo, Training Campus, 34 © Zorin A. V., 2021

**Abstract.** The article presents the results of a study of the state of land relations, the quantitative and qualitative state of agricultural lands in the Russian Federation. The constituent entities of the Russian Federation are grouped according to the level of efficiency of agricultural land use. For each group of regions, tools are presented for reducing threats to economic security in the sphere of land relations. **Keywords:** agricultural-use rural lands, soil fertility, economic security, land relations.

#### Введение

Земельные отношения, являясь важнейшей частью производственных отношений, по своей сущности относятся к экономическому базису общества, и представляют собой общественные отношения людей, связанные с владением и пользованием землей. Земельные отношения охватывают исключительно важные вопросы, связанные с формами земельной собственности и землепользования, хозяйственного оборота и рынка земельных участков, кадастровой и рыночной цены, арендной платы и прочих платежей за пользование земельными участками, а также с государственным управлением земельными ресурсами.

#### Материал и методы исследования

Земли сельскохозяйственного назначения, являясь одной из важнейших категорий земель, благодаря их естественному и искусственному плодородию, выполняют функции предмета труда и основного средства труда в аграрной сфере АПК. Вследствие этого они имеют закрепленный законодательством РФ особо строгий правовой режим и должны находиться под контролем и охраной со стороны государства. В числе основных задач охраны земель следует выделить: сохранение их площади и недопущение вывода сельскохозяйственных угодий из хозяйственного оборота, предотвращение развития негативных почвенных процессов (водной и ветровой эрозии, переувлажнение и засоление



почв, повышение их кислотности), а также сохранение естественного и повышение искусственного плодородия почв.

Выступая в качестве базиса для жизни и деятельности общества, являясь наиболее важным ресурсом производительных сил общества, земля, непосредственно участвуя в процессе производства в качестве средства и предмета труда, и косвенно, через систему земельных отношений, а также их институциональную основу, выступает в роли важнейшего фактора, обеспечивающего стратегическую экономическую безопасность государства.

Отличительной особенностью России является большая площадь земельного фонда, которая насчитывает 1712,5 млн га. По состоянию на 1 января 2020 года площадь сельскохозяйственных угодий составила 381,7 млн га, или 22,3% от площади земель всех категорий [1, с. 7]. Использование земель сельскохозяйственного назначения для ведения аграрного производства в Российской Федерации осуществляется сельскохозяйственными предприятиями различных форм собственности и организационно-правовых форм хозяйствования. По состоянию на 1 января 2020 года сельскохозяйственные организации использовали земельные участки, находившиеся в частной собственности, – 74,9 млн га, в том числе в общей долевой собственности – 57,5 млн га, в государственной и муниципальной собственности – 328,5

Земельные участки, находящиеся в общей долевой собственности, состояли на 92,2% из земельных долей граждан. Общая площадь земельных участков, на которые за юридическими лицами зарегистрированы доли в праве общей собственности, составила 1601,7 тыс. га, доли в праве государства и муниципальных образований составили 2482,8 тыс. га.

#### Результаты исследования

Анализ динамики площади земель сельскохозяйственного назначения свидетельствует, что в Российской Федерации за период с 2010 по 2018 гг. общая площадь земель сельскохозяйственного назначения сократилась на 17,5 млн га. Таким образом, сокращение площади земель, относящихся к данной категории, превысило 4% [2, с. 18]. Анализ факторов, обуславливающих сокращение площади сельскохозяйственных угодий, позволяет разделить их на две большие группы. В первую группу следует включить социально-экономические факторы: раздел земельно-имущественного комплекса сельскохозяйственных предприятий на земельные и имущественные доли; значительное количество не востребованных собственниками и не включенных в хозяйственный оборот земельных долей; нецелевое использование земельных участков (например, под жилищное строительство); отсутствие или нехватка трудовых, материально-технических и финансовых ресурсов для эффективного использования земель; концентрация сельскохозяйственного производства в регионах с наиболее благоприятными природно-экономическими условиями за счёт интенсификации технологий производства продукции животноводства и растениеводства, а также миграции сельского населения. Ко второй группе относятся природно-антропогенные факторы деградации земель: водная и ветровая эрозия почв; первичное вторичное засоление почв; повышение кислотности почв; их переувлажнение. Таким образом, количественное сокращение обрабатываемых земель усугубляется ухудшением их качественного состояния.

В Российской Федерации на землях, относящихся к категории сельскохозяйственных угодий, наиболее распространенными негативными процессами являются: водная эрозия, которой подвержены 14,8% территории, ветровая эрозия, проявляющаяся на 9,1% территории. Прочие виды негативных процессов проявляются на значительно меньших площадях: переувлажнение почв охватывает 5,2% территории, засоление почв – 1,7% [2, c. 85].

Анализ количественного и качественного состояния сельскохозяйственных угодий Российской Федерации позволяет сделать вывод о необходимости скорейшей разработки и принятия на федеральном уровне целенаправленных мер, направленных на недопущение выбытия из хозяйственного оборота земель сельскохозяйственного назначения, а также на восстановление их почвенного плодородия.

Отток квалифицированных кадров из села, дефицит трудовых ресурсов, большой удельный вес устаревшей техники, высокий износ основных фондов сельскохозяйственных предприятий, низкий уровень материально-технической базы аграрной отрасли, отсутствие инноваций препятствуют введению сельскохозяйственных земель в хозяйственный оборот.



Дотационность и хроническое недофинансирование отрасли, экономические кризисы, высокие темпы инфляции, дефицит оборотных средств, недоступность для большинства сельскохозяйственных товаропроизводителей кредитных ресурсов вследствие низких показателей ликвидности, платежеспособности и финансовой устойчивости, а также желание получить максимальную сиюминутную прибыль без учета долгосрочных стратегических целей товаропроизводителей и общества порождают многочисленные проблемы. В частности, не осуществляются мероприятия, направленные на сохранение естественного и повышение искусственного плодородия сельскохозяйственных угодий, происходит деградация почвенного покрова, экосистема теряет способность к самостоятельному восстановлению.

Современный этап развития земельных отношений в России отличается острой необходимостью в разработке и осуществлении государственной земельной политики, направленной на вовлечение неиспользуемых сельскохозяйственных земель в хозяйственный оборот, а также сохранение и повышение плодородия земель как главного национального богатства, базиса для жизни и социально-экономической деятельности народов России и главного ресурса для обеспечения продовольственной безопасности государства.

Проведённый анализ качественного состояния земель сельскохозяйственного назначения, эффективности их использования собственниками и арендаторами, а также основных направлений и тенденций в трансформации земельных отношений в России, позволил сформулировать следующий комплекс мероприятий, направленных на повышение эффективности управления земельными ресурсами и земельными отношениями, сохранение благоприятного экологического состояния окружающей среды, эффективной производственно-коммерческой деятельности субъектов земельных отношений, соблюдение и гармонизацию интересов государства и общества.

Одно из главных направлений совершенствования земельных отношений связано с повышением эффективности информационного обеспечения системы управления земельными ресурсами и земельными отношениями на основе процессов цифровизации экономики, внедрения новейших компьютерных технологий, геоинформационных систем. Крайне актуальной задачей является охват системой кадастрового учета всех без исключения земельных участков. Решение этой задачи способствует недопущению бесхозности земель, вовлечению земельных участков в гражданский оборот, увеличению доходной части местных бюджетов. Полный, оперативный и достоверный кадастровый учет имеет исключительно важную роль в информационном обеспечении органов государственной власти и субъектов предпринимательской деятельности при землеустройстве планировании использования земли как главного средства производства в сельском хозяйстве и других отраслях экономики.

Оперативный и достоверный кадастровый учет является информационной базой для другой важнейшей задачи совершенствования земельных отношений - вовлечения в хозяйственный оборот в настоящее время неиспользуемых, но плодородных и пригодных к обработке сельскохозяйственных угодий. Такие земли подвержены зарастанию сорняками и кустарниками, испытывают процессы деградации и эрозии почв, теряют свое естественное и искусственное плодородие. Следствием таких негативных процессов являются значительный недобор потенциально возможной сельскохозяйственной продукции, обострение продовольственной проблемы и снижение уровня продовольственной безопасности, сокращение занятости и повышение уровня безработицы в сельской местности, отток экономически активного населения в другие регионы, сжатие пространственной локализации аграрного производства.

Вовлечение неиспользуемых сельскохозяйственных земель в хозяйственный оборот тесно связано с таким направлением совершенствования земельных отношений, как развитие системы государственного и муниципального контроля за качеством и сохранплодородия сельскохозяйственностью ных угодий. Отсутствие массовых агрохимических обследований почв, достоверной информации и комплексной методики качественной оценки сельскохозяйственных угодий существенно снижает точность результатов кадастровой оценки земель сельскохозяйственного назначения и экономическую справедливость их налогообложения, а также объективность и достоверность прогнозов и социально-экономических программ развития аграрных отраслей экономики.

Решение перечисленных выше задач совершенствования земельных отноше-



ний невозможно без создания оптимальной системы управления земельными ресурсами за счет исключения дублирования функций управления, оптимизации распределения полномочий и алгоритмов взаимодействия между различными департаментами, а также между федеральными, региональными и муниципальными органами управления.

Несмотря на рыночный характер экономики современной России, именно государство должно оставаться ключевым субъектом системы управления земельными ресурсами, обеспечивая защиту прав собственности на землю, прозрачность рынка земли, стимулируя воспроизводство продуктивных земель и их потребительских свойств, повышение экологической устойчивости агроландшафтов, создавая условия роста эффективности аграрного производства и сельских территорий.

В таблице представлен набор социальноэкономических инструментов, предназначенных для устранения угроз экономической безопасности в сфере земельных отношений на основе группировки 85 субъектов РФ по эффективности использования сельскохозяйственных угодий в аграрной сфере регионального АПК.

Таблица – Инструментарий обеспечения экономической безопасности в сфере земельных отношений

Тип землепользования административного района	административного Высокоэффективные		Низкоэффективные
Тип политики	Стимулирующая	Поддерживающая	Протекционистская
Количество субъектов РФ	16	10	69
Основные задачи	Повышение инновационной деятельности в целях обеспечения устойчивого и стабильного социально-экономического развития товаропроизводителей и региона	Рациональное и эффективное использование уже имеющегося потенциала для достижения экономической безопасности	Разработка путей и направлений повышения рациональности и эффективности использования имеющихся земельных ресурсов
Инструменты повышения экономической безопасности и эффективности использования земель сельскохозяйственного назначения	Разработка и применение инновационных технологий и техники для снижения себестоимости аграрной продукции и повышения эффективности использования земель, штрафы за снижение плодородия почв, нецелевое использование и вывод земли из оборота	Разработка инвестиционных программ, рациональная эксплуатация угодий, вовлечение новых и ранее заброшенных земельных участков в хозяйственный оборот	Совершенствование методов государственной поддержки и распределения дотаций, субвенций и субсидий между предприятиями, мероприятия по повышению плодородия почв, идентификация невостребованных и не обрабатывающихся земель

#### Заключение

В целях дальнейшего совершенствования системы государственного управления земельными отношениями целесообразным является устранение дублирования функций, информационных потоков и баз данных, более конкретное перераспределение и разграничений функций между федеральными органами управления.

Действующая в настоящее время в Российской Федерации модель государственного управления земельными отношениями включает в свой состав множество субъектов управления, имеющих зачастую дублирующие друг друга контрольно-надзорные полномочия. Взаимодействие между органами управления не всегда эффективно с точки зрения недопущения неправомерного поведения землевладельцев-собственников земельных участков, арендаторов, землепользователей. Область осуществления управленческой деятельности у Росреестра и Россельхознадзора имеет большую специализацию именно в сфере регулирования земельных отношений. Росреестр является создателем, хранителем и администратором государственного реестра недвижимости. В этом учреждении работает самый большой коллектив специалистов по оценке и мониторингу качественного состояния и использованию земель. Таким образом, вполне логичным является предложение о передаче ему полномочий мониторинга и земельного контроля от Россельхознадзора и Росприроднадзора. Предлагаемые мероприятия позволят:

- во-первых, сократить количество контрольно-надзорных органов государственного земельного надзора и управления земельными ресурсами, перераспределить полномочия между оставшимися. Это позволит сократить численность аппарата чиновников и расходы государственного бюджета на содержание их и материально-технической базы и инфраструктуры;
  - во-вторых, оптимизировать иерархи-

ческие связи между отдельными органами управления в целях повышения эффективности системы управления земельными ресурсами в целом;

- в-третьих, усовершенствовать механизм и процедуры информационного взаимодействия органов, осуществляющих государственный земельный надзор и управление земельными ресурсами;
- в-четвертых, оптимизировать алгоритм централизованного планирования технологических процедур государственного земельного надзора и управления земельными ресурсами.

# Список литературы

- 1. Государственный (национальный) доклад о состоянии и использовании земель в Российской Федерации в 2019 году. М., 2020. 206 с.
- 2. Доклад о состоянии и использовании земель сельскохозяйственного назначения Российской Федерации в 2018 году. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2020. 340 с.

- 1. Gosudarstvennyi natsionalnyi doklad o sostoianii i ispolzovanii zemel v Rossiiskoi Federatsii v 2019 godu. [State (national) report on the state and use of land in the Russian Federation in 2019]. Moscow, 2020. 206 p.
- 2. Doklad o sostoianii i ispolzovanii zemel selskokhoziaistvennogo naznacheniia Rossiiskoi Federatsii v 2018 godu. [Report on the state and use of agricultural land in the Russian Federation in 2018]. M.: FGBNU «Rosinfor-magrotech», 2020. 340 p.



УДК 338.22.021.4 DOI 10.52025/2712-8679 2021 03 73

# ИНДУСТРИЯ 4.0 — ИТОГИ РАБОТЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Иванова Оксана Евгеньевна, кандидат экономических наук, доцент oksivanova44@mail.ru

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Костромская государственная сельскохозяйственная академия»; 156530, Костромская область, Костромской район, пос. Караваево, ул. Учебный городок, д. 34 © Иванова О. Е., 2021

Аннотация. В статье раскрыты две основные задачи. Первая показывает идеологические позиции Индустрии 4.0, в которых отражены основные препятствия и предполагаемые возможные варианты решений. Вторая раскрывает вопросы применения современных цифровых технологий и факторы успеха цифровых преобразований.

**Ключевые слова:** Индустрия 4.0, цифровые технологии, респондент, CRM-система.

# INDUSTRY 4.0 – RESULTS OF WORK AND PROSPECTS

Ivanova Oksana Yevgenyevna, Candidate of Sciences in Economics, Associate Professor oksivanova@mail.ru

Federal State Budgetary Educational Institution «Kostroma State Agricultural Academy»; 156530, Kostroma region, Kostroma district, Karavaevo, Training Campus, 34 © Ivanova O. Ye., 2021

Abstract. The article solves two main tasks. The first reflects the ideological positions of Industry 4.0, which cover the main obstacles and possible solutions. The second reveals the issues of applying modern digital technologies and the success factors of digital transformations.

**Keywords:** Industry 4.0, digital technologies, respondent, CRM system.

## Введение

Современное преобразование человечества происходит под воздействием цифровых изменений, которые проявляются на отраслевом уровне, в социальной жизни граждан, на уровне правительственных и государственных учреждений, а также в системе образования, здравоохранения и деятельности прочих участников глобального сообщества [1]. Новое понимание модификации развития бизнес-моделей, систем производства, потребления, транспортировки и поставки потребовало существенных имений существующих подходов и форм организации стратегического управления экономикой страны. Вместе с тем приходится осознавать, что несмотря на значительный вклад ведущих ученых-экономистов в изучение определяемой проблематики [2, 3, 4, 5], многие вопросы требуют уточнения и дополнения. Потому главной целью исследования выступало подведение итогов работы и выявление перспектив развития в период Индустрии 4.0.

## Материал и методы исследования

Теоретическо-методологической базой исследования послужили разработки специалистов в сфере цифровой трансформации. Работа основана на трудах отечественных ученых. Решение поставленных в исследовании задач осуществлялось с применением методов анализа и синтеза информации, а также логистического анализа и графической интерпретации результатов. Для проведения исследования использовалась информация аналитических порталов, сведения и отчеты разработчиков.

#### Результаты исследования

Характер происходящих изменений в экономической, социальной, культурной и гуманитарной среде общественной жизни настолько глубок, что мировая история ещё не знала подобной альтернативы применения технологий. С точки зрения размеров, темпов развития и масштаба охвата эти изменения носят историческую форму (рис. 1). Переход от собирательства к зем-



леделию в жизни человека стал причиной ряда промышленных революций, которые взяли свое начало с конца XVIII века. Уже начиная с 1960-х годов, возникла третья промышленная революция, которую называю ещё цифровой. Четвертая промышленная революция захватывает широкий спектр действий научного мира. Термин «Индустрия 4.0» появился в 2011 году по результатам работы Ганноверской ярмарки в Германии для позиционирования коренных совершенствований цепочек создания стоимости. В ходе этой революции отводится весомое место цифровой трансформации экономики страны, цели которой варьируют от внедрения отдельных цифровых решений до культурного перерождения и создания экосистем [6, 7].

# Индустрия 1.0 (XVIII век)

Механизация производства, благодаря воде и пару

# Индустрия 2.0 (XIX век)

Массовое производство, использование электричества, разделение труда

# Индустрия 3.0 (XX век)

Начало автоматизации производства, внедрение IT-систем и электроники

# Индустрия 4.0 (сегодня)

Киберфизические производственные системы

Рисунок 1 — Этапы промышленной революции

Использование возможностей для развития: содействие инвестициям, направленным на обеспечение устойчивости; создание региональных производственно-сбытовых цепочек; выход на новые рынки с помощью цифровых платформ требует изменения стратегии развития, трансформации экономики страны [8]. В 2018 году Правительство РФ запустило ряд национальных проектов, одним из которых стал проект «Цифровая экономика». С момента реализации указанного проекта аналитики компании КМDA в своём отчете «Цифровая трансформация в России-2020. Обзор и рецепты успеха», в котором отражено мнение 700 респондентов различных сфер бизнеса, выделяют качественные изменения отношения российских организаций к процессу цифровизации по сравнению с уровнем 2018 года [9].

Отметим, что цель в цифровой трансформации в значительной степени определяется ее содержанием и стратегией. Более подробный спектр целевых установок цифровой трансформации представлен на рисунке 2.

Ключевыми направлениями развития цифровой трансформации являются — цифровизация бизнес-процессов и управление на основе данных, а также управление клиентским опытом [10]. Для обеспечения реализации стратегии цифровой трансформации необходимо преодолеть ключевые препятствия для обеспечения основных факторов успеха. Ключевые препятствия реализации стратегии цифровой трансформации: нехватка компетенций (53%) и сопротивление изменениям (45%). В половине компаний отсутствует единый орган управления трансформацией и нет стратегии цифровой трансформации (42%). С одной стороны, компании ставят в приоритет цифровизацию бизнес-процессов, но при этом испытывают сложности в реализации из-за недо-



## Повышение операционной эффективности

снижение себестоимости, повышение надежности, обеспечение уровня охраны труда и промышленной безопасности и решение других операционных задач за счет внедрения цифровых решений

#### Повышение конкурентоспособности продуктов и услуг компании

• выход новых продуктов с использованием цифровых технологий, переход на новые бизнес-модели с использованием цифровых технологий для сохранения конкурентных позиций компаний и(или) для повышения уровня сервиса для потребителей

## Повышение качества бизнес-решений и прозрачности бизнеса

• сбор новых данных и перевод существующих данных в цифровой формат и внедрение инструментов аналитики данных для целей: контроль за деятельностью компании; повышение качества принимаемых бизнесрешений и исключение человеческих ошибок

#### Реализация инновационных проектов на основе цифровых технологий

• разработка и внедрение инновационных решений на основе цифровых данных компании, реализация решений потребителям

#### Повышение уровня «жизнеспособности» компании

• цифровая, культурная, организационная, операционная трансформация для качественного изменения компании: скорость и гибкость бизнес-процессов и использования ресурсов; быстрая реакция на изменение внешних условий; клиентоориентированность

#### Модернизация бизнеса компании до экосистемы

существующей клиентской базы технологической платформы через создание цифровой экосистемы, выход компании за рамки традиционной отрасли

Рисунок 2 — Типовые цели цифровых трансформаций

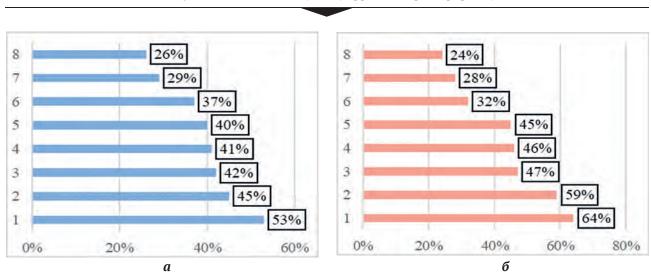


Рисунок 3 — Ключевые препятствия и факторы успеха цифровой трансформации:

а) препятствия цифровой трансформации: 1 — нехватка компетенций и знаний; 2 — внутреннее сопротивление в компании, страх изменений; 3 — отсутствие стратегии; 4 — нехватка квалифицированных кадров; 5- риски получить низкий возврат инвестиций; 6- недостаток финансирования; 7нехватка поддержки руководства; 8 — отсутствие необходимой инфраструктуры; б) факторы успеха **цифровой трансформации:** 1 — компетенции и знания людей; 2 — поддержка руководства; 3 — наличие стратегии; 4 — культура в компании; 5 — наличие инвестиций; 6 — цифровое партнерство; 7 — данные и аналитика; 8 — развитая инфраструктура



статка компетенций у сотрудников (41%) (рис. 3, a).

Так, по данным Европейского комитета, Россия отстает от многих стран в развитии цифровых кадров:

- выпускников BV30B ИКТдоля специальностей — 28-е место (7% от выпускников), опережая только Мексику и Португа-
- число выпускников BV30B ИКТспециальностей — 23-е место (250 чел. на 1 млн населения), обходя только Венгрию, Португалию, Италию, Латвию, Грецию и Турцию;
- доля специалистов ИКТ среди занятых 26-е место (2,2%), находясь перед Грецией, Латвией и Турцией;
- доля занятых в отрасли ИКТ 26-е место (1,6% от занятых), расположившись впереди Португалии, Литвы, Мексики, Греции.

Успех развития цифровой трансформации, по мнению опрошенных респондентов, заложен в компетентности менеджера и команды, которые действуют по разработанному стратегическому плану (64%) (рис. 3, б). Отдельно стоит отметить все более частое упоминание респондентами необходимости внедрения в компании принципов цифровой культуры, которая сводится к определенному набору принципов и ценностей и отражает применение цифровых технологий для решения профессиональных задач.

Основная идея реализации цифровых трансформаций в рамках Индустрии 4.0 базируется на управлении клиентским опытом, т.е. совокупность всех действий и впечатлений, которые получает клиент, сотрудничая с организацией. Причем цифровые технологии создают дополнительные инструменты оперативного анализа клиентского поведения, позволяют синхронизировать и структурировать большой объем данных для последующей корректировки в программные продукты и сервисы. Клиент сегодня там, где ему выгодно, комфортно и удобно.

Для поддержки бизнес-процессов работы с клиентами и интеграции информацион-



Рисунок 4 — Рейтинг CRM-систем



ной среды в единую базу данных предлагается рядом исследователей применять электронную систему CRM (в переводе с анг. — «управление взаимоотношениями с клиентами»). Решая, какую CRM-систему выбрать, необходимо определить потребности компании, ее приоритеты. CRM-система — это не только комплексный продукт, который предназначен для работы со сделками по клиентам, фиксации заявок клиентов с сайта и их обработки, но и работа с клиентской базой, воронка продаж, КРІ-менеджеров по продажам, телефония и почта, коммуникации, бизнес-процессы, которые могут быть сквозными и идти через все подразделения компании, складная и маркетинговая аналитика [11, 12]. В рамках предмета исследования наибольший интерес представляют проил-

люстрированные на рисунке 4 рейтинговые CRM-системы.

Анализируя этапы развития Индустрии 4.0, следует раскрыть вопросы инвестиционных затрат на проведение цифровой трансформации. Ожидаемый срок окупаемости примерно составляет от 1 года до 5 лет, в зависимости от масштабов организации. Большую часть затрат планируется внедрить для финансирования технологических решений, повышающих операционную эффективность компании. Проведенный сравнительный анализ о величине затрат на внедрение и использование цифровых технологий позволяет констатировать их рост в целом по Российской Федерации на 1176 млрд руб. за пятилетний период с 2015-го по 2019 годы (табл.).

Таблица — Затраты на внедрение и использование цифровых технологий

Федеральный округ РФ	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	Спарклайны	2019 г. к
	Миллион рублей					за 2015-2019 гг.	2015 г., %
Российская Федерация	1140839	1249223	1487640	1676160	2316832		203,1
Центральный федеральный округ	555133	730328	961166	1124699	1717060		309,3
Северо-Западный федеральный округ	176485	118286	107319	111913	127356		72,2
Южный федеральный округ	42522	42381	57415	56322	46607		109,6
Северо-Кавказский федеральный округ	15369	9900	8833	10636	13802		89,8
Приволжский федеральный округ	123964	128016	125686	148067	176902		142,7
Уральский федеральный округ	105603	96577	98029	98292	106103		100,5
Сибирский федеральный округ	81553	84230	88480	80123	81956		100,5
Дальневосточный федеральный округ	40210	39505	40712	46108	47046		117,0

Об этом свидетельствуют данные, представленные в таблице, анализ которых позволил выявить наиболее «яркие» показатели, показать неравновесные процессы в разрезе федеральных округов. Наиболее быстрый рост затрат отмечено по Центральному федеральному округу — более трех раз, или на 1162 млрд руб. Сокращение затрат на внедрение и использование цифровых технологий наблюдается по Северо-Западному федеральному округу — на 49 млрд руб., или на 28%, а также Северо-Кавказскому федеральному округу — на 1,6 млрд руб., или на 10%. Данную нисходящую динамику следует признать как весьма негативную, поскольку снижение позиций свидетельствует о замедлении темпов роста цифровизации на представленных территориях. Вызывает тревогу тот факт, что на конец 2019 года в Южном и Сибирском федеральных округах по сравнению с уровнем 2017 года величина затрат на внедрение и использование цифровых технологий снизилась на 19 и 7 п.п. соответственно. Возвращаясь к экспертному мне-

нию специалистов компании KMDA, следует подчеркнуть полученный эффект от цифровой трансформации российских организаций — снижение трудовых затрат и повышение эффективности процессов.

#### Заключение

Успех цифровой трансформации обуславливается множеством факторов, и прежде всего — учетом особенностей каждой компании и ситуации, в которой она находится. При этом главные элементы успеха остаются неизменными — это согласованность стратегических процессов и люди, способные реализовывать системные изменения на постоянной основе. При этом цифровая трансформация в рамках Индустрии 4.0 расширит внедрение аддитивного производства, точного земледелия и животноводства, использование ИИ для селекции растений, применение биспилотных автомобилей и электронных диспетчеров, онлайн-взаимодействие с потребителями и другие технологические прорывы.

# Список литературы

- 1. Федореева, О. Е. Особенности оценки влияния факторов предпринимательской среды на процессы интеграции предпринимательских структур на мезоуровне / О. Е. Федореева, Д. В. Мухина, Т. В. Наумова, Ю. И. Шмидт, Л. И. Солдатова // Экономика и предпринимательство. 2021. № 2 (127). С. 706-710.
- 2. Вертакова, Ю. В., Крыжановская, О. А. Особенности развития организаций в условиях цифровой трансформации // Вестник университета. 2020. № 10. С. 33–39.
- 3. Иванов, И. Н. Цифровизация и проектное управление как факторы устойчивого развития организации / И. Н. Иванов, Л. В. Орлова, С. И. Иванов // Вестник университета. 2021. № 5. C. 12–18.
- 4. Иванова, О. Е., Козлома, М. А. Оценка эффективности промышленного сектора России на основе инновационной активности // Экономический анализ: теория и практика. 2014. № 35 (338). С. 48–56.
- 5. Фролов, Д. П., Лаврентьева, А. В. Цифровая экономика как объект регулирования: взгляд институциональной теории // Экономический анализ: теория и практика. 2019. Т. 18. Вып. 11. С. 2044–2058.
- 6. Захаров, М. Ю. Цифровая культура исторический этап развития информационной культуры общества / М. Ю. Захаров, И. Е. Старовойтова, А. В. Шишкова // Вестник университета. 2020. №5. С. 200–205.
- 7. Еременко, М. Ю. Цифровизация как драйвер экономической интеграции стран Евразийского экономического союза // Вестник университета. 2021. №3. С. 32–37.
- 8. Иванова, О. Е., Козлова, М. А. Оценка развития промышленного производства на основе кластерного подхода // Международный научно-исследовательский журнал. 2014. №4-3 (23). С. 19–22.
- 9. Цифровая трансформация в России-2020. Обзор и рецепты успеха: Аналитический отчет на базе опроса представителей российских компаний [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://drive.google.com/file/d/1xVK4lSanDZSCN6kGAHXikrGoKgpVlcwN/view (Дата обращения: 10.08.2021).
- 10. Митрович, С., Суйц, В. П. Методология применения современных информационных технологий в экономическом анализе рисков организации // Экономический анализ: теория и практика. 2020. Т. 19. Вып. 2. С. 268-285.



- 11. CRM-система в 1С для автоматизации отдела продаж. Почему 1С это лучшая платформа для CRM-системы? [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://infostart.ru/1c/ articles/1300732/ (Дата обращения: 15.08.2021).
- 12. CRM-системы [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://useria.ru/crm-cistemy/ (Дата обращения: 15.08.2021).

- 1. Fedoreeva, O. E. Osobennosti otsenki vliyaniya faktorov predprinimatelskoy sredyi na protsessyi integratsii predprinimatelskih struktur na mezourovne. [Features of assessing the influence of factors of the entrepreneurial environment on the integration processes of entrepreneurial structures at the meso-level] / O. E. Fedoreeva, D. V. Muhina, T. V. Naumova, Yu. I. Shmidt, L. I. Soldatova // Ekonomika i predprinimatelstvo. – 2021. – № 2 (127). – Pp. 706–710.
- 2. Vertakova, Yu. V., Kryizhanovskaya, O. A. Osobennosti razvitiya organizatsiy v usloviyah tsifrovoy transformatsii // Vestnik universiteta. [Features of the development of organizations in the context of digital transformation // Bulletin of the University].  $-2020. - N^{\circ} 10. - Pp. 33-39.$
- 3. Ivanov, I. N. Tsifrovizatsiya i proektnoe upravlenie kak faktoryi ustoychivogo razvitiya organizatsii / I. N. Ivanov, L. V. Orlova, S. I. Ivanov // Vestnik universiteta [Digitization and project management as factors of sustainable development of the organization | // Bulletin of the University. − 2021. − № 5. − Pp. 12-18.
- 4. Ivanova, O. E. Kozlova M. A. Otsenka effektivnosti promvishlennogo sektora Rossii na osnove innovatsionnoy aktivnosti // Ekonomicheskiy analiz: teoriya i praktika. [Evaluation of the efficiency of the industrial sector of Russia on the basis of innovative activity] // Economic analysis: theory and practice.  $-2014. - N^{\circ} 35 (338). - Pp. 48-56.$
- 5. Frolov, D. P., Lavrenteva, A. V. Tsifrovaya ekonomika kak ob'ekt regulirovaniya: vzglyad institutsionalnoy teorii Ekonomicheskiy analiz: teoriya i praktika. [Digital economy as an object of regulation: a view of institutional theory] // Economic analysis: theory and practice. – 2019. – V. 18. – Vyip. 11. – Pp. 2044–2058.
- 6. Zaharov, M. Yu. Tsifrovaya kultura istoricheskiy etap razvitiya informatsionnoy kulturyi obschestva // Vestnik universiteta. [Digital culture – a historical stage in the development of information culture of society] // Bulletin of the University. – 2020. – № 5. – Pp. 200–205.
- 7. Eremenko, M. Yu. Tsifrovizatsiya kak drayver ekonomicheskoy integratsii stran Evraziyskogo ekonomicheskogo soyuza // Vestnik universiteta. [Digitalization as a driver of economic integration of the countries of the Eurasian Economic Union] // University Bulletin − 2021. − № 3. − Pp. 32−37.
- 8. Ivanova, O. E., Kozlova, M. A. Otsenka razvitiya promyishlennogo proizvodstva na osnove klasternogo podhoda // Mezhdunarodnyiy nauchno –issledovatelskiy zhurnal. [Assessment of the development of industrial production based on the cluster approach // International scientific research journal]. -2014.  $-N^{\circ}4-3(23)$ . -Pp. 19-22.
- 9. Tsifrovaya transformatsiya v Rossii-2020. Obzor i retseptyi uspeha: Analiticheskiy otchet na baze oprosa predstaviteley rossiyskih kompaniy [Elektronnyiy resurs]. – Rezhim dostupa: https:// drive.google.com/file/d/1xVK4lSanDZSCN6kGAHXikrGoKgpVlcwN/view (data obrascheniya 10.08.2021). Digital transformation in Russia-2020. Overview and recipes for success: Analytical report based on a survey of representatives of Russian companies. – URL: https://drive.google.com/ file/d/1xVK4lSanDZSCN6kGAHXikrGoKgpVlcwN/view (date of access: 08/10/2021).
- 10. Mitrovich, S. Suyts, V. P. Metodologiya primeneniya sovremennyih informatsionnyih tehnologiy v ekonomicheskom analize riskov organizatsii // Ekonomicheskiy analiz: teoriya i praktika. [Methodology for the application of modern information technologies in the economic analysis of organization risks // Economic analysis: theory and practice]. – 2020. – V. 19. – Issue 2. – Pp. 268–285.
- 11. CRM-sistema v 1S dlya avtomatizatsii otdela prodazh. Pochemu 1S-eto luchshaya platforma dlya CRM-sistemyi? [CRM-system in 1C for the automation of the sales department. Why is 1C the best platform for a CRM system?] – URL: https://infostart.ru/1c/articles/1300732/ (date of access: 08/10/2021).
- 12. CRM-sistemyi [CRM systems]. URL: https://useria.ru/crm-cistemy/ (date of access: 15/10/2021).

УДК 338 (075.8) DOI 10.52025/2712-8679 2021 03 80

# ЭКОНОМИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ РЕГИОНА

**Королева Наталия Леонидовна,** кандидат экономических наук, доцент Nataly 302e@yandex.ru

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Костромская государственная сельскохозяйственная академия»; 156530, Костромская область, Костромской район, пос. Караваево, ул. Учебный городок, д. 34 © Королева Н. Л., 2021

Аннотация. В статье представлены результаты оценки состояния экономической безопасности Костромской области. Автор поднимает вопрос отсутствия единой методики оценки экономической безопасности государства и региона. Каждая методика использует свою систему показателей и пороговых значений. В статье рассмотрены пятнадцать макроэкономических показателей Костромской области и Российской Федерации в целом за 2019 год по методике, разработанной Институтом экономики РАН. Проведен мониторинг экономической безопасности Костромской области за 2017-2019 гг. на основании индикаторов региональной экономической безопасности, которые систематизированы по девяти сферам реальной экономики. Сферы представлены кадровой безопасностью, промышленной, продовольственной, энергетической, бюджетно-финансовой безопасностью, инновационным, социальным, макроэкономическим и экологическим развитием. В заключении сделан вывод о том, какие сферы экономики находятся в безопасной зоне, какие в зоне риска.

Ключевые слова: экономическая безопасность, регион, мониторинг, индикатор, зона риска.

# ECONOMIC SECURITY OF THE REGION

Koroleva Nataliya Leonidovna, Candidate of Sciences in Economics, Associate Professor Nataly 302e@yandex.ru

Federal State Budgetary Educational Institution «Kostroma State Agricultural Academy»; 156530, Kostroma region, Kostroma district, Karavaevo, Training Campus, 34, © Koroleva N. L., 2021

**Abstract.** The article presents the results of assessing the state of economic security of the Kostroma region. The author raises the question of the lack of a unified methodology for assessing the economic security of the state and the region. Each methodology uses its own system of indicators and thresholds. The article examines fifteen macroeconomic indicators of the Kostroma region and the Russian Federation as a whole for 2019 according to the methodology developed by the Institute of Economics of the Russian Academy of Sciences. The monitoring of the economic security of the Kostroma region for 2017-2019 was carried out based on indicators of regional economic security, which are systematized by nine areas of the real economy. The spheres are represented by personnel security, industrial, food, energy, budgetary and financial security, innovative, social, macroeconomic and environmental development. In conclusion, it is described which areas of the economy are in the safe zone, and which are at risk.

**Keywords:** economic security, region, monitoring, indicator, risk zone.

#### Введение

Экономическая безопасность — это составная часть национальной безопасности страны. Экономическую безопасность можно рассматривать на четырех уровнях: государства, региона, предприятия и личности. Экономическая безопасность — это, по мнению Карзаевой Н.Н., «состояние среды, при котором отсутствуют или предотвращаются посредством специальных механизмов угрозы состоянию и развитию экономических систем различного уровня: домашних хозяйств, предприятий и организаций,

экономик регионов и государства» [1, с. 15]. Поэтому необходимо уделять особое внимание изучению данного вопроса, так как от уровня экономической безопасности зависит качество и уровень жизни общества в целом.

По мнению Карзаевой Н.Н., «...безопасность региона — состояние внутренней и внешней среды региона, при котором отсутствуют или предотвращаются посредством специально созданных механизмов различные угрозы его жизненно важным интересам.



К жизненно важным интересам региона относятся стабильное воспроизводство и развитие его природно-ресурсного, экономического, демографического и социального потенциала» [1, с. 13].

В связи с этим необходимо изучать состояние экономической безопасности каждого субъекта РФ. Однако при этом следует обратить внимание на методику проведения мониторинга экономической безопасности.

В настоящее время нет единой методики, по которой можно оценивать уровень экономической безопасности государства и регионов. Каждая методика использует свои методы исследования, это является проблематичным при анализе экономической безопасности региона и государства.

В связи с этим тема исследования является актуальной.

Цель данного исследования — проведение мониторинга экономической безопасности региона и выявление зон, находящихся под угрозой.

В соответствии с поставленной целью были определены следующие задачи:

- изучить категории «экономическая безопасность» и «мониторинг экономической безопасности»;
- рассмотреть методы исследования экономической безопасности регионов;
- провести на основе полученных теоретических знаний мониторинг экономической безопасности Костромской области;
- выявить зоны безопасности и зоны риска экономической безопасности Костромской области.

#### Материал и методы исследования

Объектом исследования является регион - Костромская область. Предмет исследования — система макроэкономических показателей, используемых для проведения мониторинга субъекта РФ.

Информационной базой послужили теоретические источники по теме исследования, нормативно-правовые акты, регулирующие вопросы экономической безопасности, информация Федеральной службы государственной статистики.

В исследовании применялись общенаучные (метод дедукции, метод индукции, метод сравнительного анализа, метод научной абстракции) и специфические (статистико-экономический, монографический) методы исследования.

# Результаты исследования

В рамках данного исследования были рассмотрены пятнадцать макроэкономических показателей Костромской области и России в целом за 2019 год, а также рассмотрены тридцать два индикатора по видам экономической безопасности Костромской области за 2017-2019 гг. Основу информационной базы составила статистическая информация Российской Федерации (2019 г.), Костромской области (2017-2019 гг.) [2, 3, 4], а также расчеты, сделанные автором.

Сравнение фактических макроэкономических показателей Российской Федерации и Костромской области за 2019 год с их пороговыми значениями (по методике, разработанной Институтом экономики РАН) в сфере реальной экономики позволяет сделать следующие выводы. Среднегодовые темпы прироста ВВП России соответствуют пороговым значениям, а в Костромской области незначительно выше, чем по России и составили в 2019 году 5,79%.

Инвестиции в основной капитал как в целом по России, так и по Костромской области ниже порогового значения на 4,4 и 12,2 процентных пункта соответственно. Доля отгруженной инновационной продукции в России ниже порогового значения в пять раз, а в Костромской области — в девять раз (рис. 1).



Рисунок 1 — Сфера реальной экономики, 2019 г.



Таким образом, в сфере реальной экономики проблемной зоной остается инновационная продукция и инвестиции в основной капитал. Это характерно для России в целом и для Костромской области.

Анализируя состояние социальной сферы России и Костромской области, необходимо отметить, что пороговое значение по соотношению числа людей пенсионного и трудового возраста равно 0,4 раза. Как по России, так и по Костромской области этот показатель выше порогового значения. При этом в Костромской области этот показатель выше, чем в России на 17%. И это накладывает определенные обязанности на регион с точки зрения разработки программ поддержки пенсионеров.

Население с доходами ниже прожиточного минимума в России и в Костромской области составляет 12,3 и 12,6% соответственно. Эти значения значительно выше порогового показателя — 6%. Это отражается на показателе, характеризующем соотношение доходов десяти процентов высокодоходных и десяти процентов низкодоходных слоев населения, который по России выше порогового значения в 2,2 раза, а по Костромской области — на 31%.

Удельный вес среднего класса населения во всем населении значительно ниже пороговых значений показателя и составляет в России 14,2%, а в Костромской области — 8,7%.

Уровень безработицы, определяемый по методологии Международной организации труда, в России и в Костромской области несколько выше порогового значения (4%): по России — на 0,6 процентных пункта, по Костромской области — на 0,1 процентных пункта, то есть находится в допустимых пределах. Это говорит о том, что каждый человек, ищущий работу, может ее найти (рис. 2).



Рисунок 2 — Социальная сфера, 2019 г.

В Российской Федерации площадь жилья, приходящегося на одного жителя, ниже нормативного значения на 12%. А в Костромской области этот показатель выше российского на 8%, или 2,1 кв. м, но ниже нормативного на 5%. Это характеризует то, что социальная сфера как по Российской Федерации, так и по Костромской области в 2019 году находилась под угрозой. На социальную сферу необходимо обратить серьезное внимание.

Анализируя денежно-финансовую сферу, следует отметить, что в Российской Федерации и в Костромской области годовой уровень инфляции находится в пределах порогового значения (от 3 до 4%). Для России и для Костромской области характерен профицит консолидированного бюджета, что значительно выше порогового значения. Размер государственного внутреннего и внешнего долга в процентах к ВВП по обоим субъектам находится в диапазоне порогового значения (60%). По России размер долга составляет 5%, по Костромской области — 8,93%. Это подтверждает то, что в 2019 году денежно-финансовая сфера региона находилась в зоне отсутствия угроз.

На основании Указа Президента РФ от 13.05.2017 № 208 «О Стратегии экономической безопасности Российской Федерации на период до 2030 года» в целях своевременного выявления вызовов и угроз экономической безопасности, оперативного реагирования на них, выработки управленческих решений и рекомендаций формиру-



ется система управления рисками [5]. Для этого необходимо проведение мониторинга экономической безопасности. В Стратегии предложено 40 показателей, оценивающих состояние экономической безопасности.

По мнению Сенчагова В.К. и Иванова Е.А., [6] «...под мониторингом экономической безопасности понимают процесс непрерывного контроля состояния экономической системы, включающий сбор данных, отслеживающих динамику показателей экономической безопасности, выявления тенденций социально-экономического развития и прогнозирования угроз» [6].

Мониторинг и оценка состояния экономической безопасности осуществляются на основе данных официального статистического наблюдения, а также иной информации, предоставляемой органами государственной власти, иными государственными органами, органами местного самоуправления, Центральным банком Российской Федерации и другими организациями в соответствии со своей компетенцией, с учетом экспертной оценки вызовов и угроз экономической безопасности [5].

Оценка состояния экономической безопасности Костромской области за 2017-2019 гг. проведена по 32 показателям, которые систематизированы по девяти сферам региональной экономической безопасности.

Таким образом, индикаторы, характеризующие макроэкономическое развитие региона, свидетельствуют о том, что валовой региональный продукт на душу населения за 2017-2019 гг. возрос на 23,6%, годовой уровень инфляции возрос на 2,7 процентных пункта и составил в 2019 году 4,8%, уровень безработицы сократился и находится в допустимых пределах.

Индикаторы, определяющие промышленную безопасность региона, характеризуют ее как устойчивую, так как объем производства товаров и услуг на душу населения за 2017-2019 гг. возрастает на 22,1%, доля импорта промышленных товаров снижается с 72,3 до 62,9%. При этом наибольший удельный вес среди импортных товаров занимает продукция химической промышленности, каучук и изделия из резины, оборудование, транспортные средства и машины. Процент изношенности основных фондов промышленных предприятий возрос на один процентный пункт, и это говорит о достаточно высокой степени годности основных фондов (рис. 3).



Рисунок 3 — Промышленная безопасность Костромской области, 2017-2019 гг.

Продовольственная безопасность региона находится вне опасности, и это подтверждается ростом потребления на душу населения основных продуктов питания (например, картофеля на 4,4%, мяса и мясопродуктов – на 9,2%, молока — на 3%, фруктов и ягод — на 11,1% и др.). При этом доля импорта продовольственных товаров незначительна.

Энергетическая безопасность региона за 2017-2019 гг. характеризуется ростом добычи в 3,2 раза природных ископаемых в расчете на одного человека, а также ростом на 6,3% произведенных и распределяемых электроэнергии, газа и воды в расчете на человека. Соотношение выработанной и потребленной электроэнергии практически не меняется.

Бюджетно-финансовая безопасность региона за анализируемый период характеризуется увеличением профицита консолидированного бюджета на 4622,1 млн руб. и



незначительным снижением удельного веса налоговых поступлений (12,8%) в структуре доходов консолидированного бюджета. Это характеризует состояние бюджетно-финансовой безопасности региона как стабильное.

Анализ кадровой безопасности за 2017-2019 гг. характеризуется убылью населения, которая снижается за период на 19,7%. При этом сокращается число студентов высшего образования на 10 000 населения на 3,6%. В то же время за анализируемый период наблюдается увеличение числа лиц, занятых научно-исследовательской работой, на 10 000 занятого населения на 63,2%. Таким образом, кадровая безопасность региона находится в зоне риска и зависит от состояния социальной сферы.

К одним из показателей, характеризующих социальное развитие региона, относится соотношение размера средних значений пенсии и заработной платы. В Костромской области этот показатель изменяется от 51,4 до 45,1%, то есть снижается на 6,3 процентных пункта. Уровень дифференциации доходов населения за 2017-2019 гг. сократился на 9,8%. Это характеризует наличие невысокой социальной защиты граждан. Следовательно, в регионе кадровая и социальная безопасность находятся в зоне риска.

Инновационное развитие региона находится на низком уровне, несмотря на профицит консолидированного бюджета региона в 2018-м и в 2019 гг. Темп прироста затрат на технологические инновации в регионе является положительным только в 2018-м и 2019 годах. Кроме того, снизились затраты на разработки и исследования, а удельный вес отгруженной инновационной продукции за анализируемый период сократился на 69 процентных пункта.

Экологическое развитие региона характеризуется системой показателей, к которым относятся: лесовосстановление; сброс загрязненных сточных вод; выбросы загрязняющих веществ от стационарных источников. За 2017-2019 гг. происходит уменьшение выбросов загрязняющих веществ от стационарных источников на 7,7%. Сброс загрязненных сточных вод снизился на 7,3%. Процесс лесовосстановления в регионе имеет положительную тенденцию, что отразилось на его увеличении на 30,7% (рис. 4).

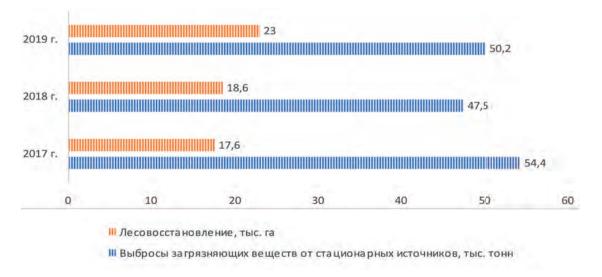


Рисунок 4 — Экологическое развитие Костромской области, 2017-2019 гг.

# Заключение

Таким образом, проведенный мониторинг экономической безопасности региона за 2017-2019 гг. показал, что в безопасной зоне находится сфера макроэкономического развития, промышленная, продовольственная, энергетическая, бюджетно-финансовая и экологическая сферы. В зоне риска и опасности находится сфера кадрового, социального и инновационного развития Костромской области.

Для предотвращения угрозы и риска в этих сферах необходим комплекс превентивных мер. Это нашло отражение в стратегии социально-экономического развития Костромской области на период до 2030 года.

Целью стратегии социально-экономического развития Костромской области являет-



ся «улучшение качества и уровня жизни населения на основе повышения конкурентоспособности региона и обеспечения устойчивого экономического роста» [7]. В стратегии «определена следующая система стратегических приоритетов Костромской области: развитие человеческого капитала Костромской области; создание стабильного экономического роста и повышение конкурентоспособности Костромской области; сбалансированное территориальное развитие Костромской области и создание комфортных условий для жизни; повышение уровня бюджетной обеспеченности Костромской области» [7].

# Список литературы

- 1. Карзаева Н.Н. Основы экономической безопасности : учебник / Н.Н. Карзаева. M.: ИНФРА-М, 2017. — 275 с.
- 2. Официальная статистика. Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Костромской области [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https:// kostroma.gks.ru/ofstatistics.
- 3. Российский статистический ежегодник 2020 [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/12994)?print=1.
- 4. Доклад об экологической ситуации в Костромской области в 2019 году // [Электронный pecypc]. — Режим доступа: http://dpr44.ru/filearhiv/pub/doklad OS 2019.pdf.
- 5. О стратегии экономической безопасности Российской Федерации на период до 2030 года: Указ Президента РФ от 13.05.2017 № 208 // Консультант Плюс [Электронный ресурс]. — Режим доступа: http://www.consultant.ru (Дата обращения: 21.07.2021).
- 6. Сенчагов, В.К., Иванов, Е.А. Структура механизма современного мониторинга экономической безопасности России: доклад д.э.н. В.К. Сенчагова и к.э.н. Е.А. Иванова на заседании секционного Ученого совета научного направления «Экономическая политика» ИЭ РАН. -M., 2015. -46 c.
- 7. Стратегия социально-экономического развития Костромской области на период до 2030 года [Электронный ресурс]. — Режим доступа: //https://zinref.ru/000 uchebniki/04600 raznie 13/984 strategia econom Kostromskoi obl do 2030/000.htm (Дата обращения: 21.07.2021).

- 1. Karzaeva, N. N. Osnovy ekonomicheskoj bezopasnosti: uchebnik. [Fundamentals of economic security: textbook] / N. N. Karzaeva. – M.: INFRA-M, 2017. – 275 p.
- 2. Oficial'nava statistika. Territorial'nyi organ Federal'noi sluzhby gosudarstyennoi statistiki po Kostromskoj oblasti. [Official statistics. Territorial body of the Federal State Statistics Service for the Kostroma region]. – URL: https://kostroma.gks.ru/ofstatistics (Accessed: 04.08.2021).
- 3. Rossijskij statisticheskij ezhegodnik 2020. [Russian Statistical Yearbook 2020]. URL: https:// rosstat.gov.ru/folder/210/document/12994)?print=1(Accessed: 04.10.2021).
- 4. Doklad ob ekologicheskoj situacii v Kostromskoj oblasti v 2019 godu. [Report on the ecological situation in the Kostroma region in 2019]. – URL: http://dpr44.ru/filearhiv/pub/doklad OS 2019.pdf (Accessed: 04.08.2021).
- 5. O Strategii ekonomicheskoj bezopasnosti Rossijskoj Federacii na period do 2030 goda : ukaz Prezidenta RF of 13.05.2017 No 208 / Konsul'tant Plyus. [On the Strategy of Economic Security of the Russian Federation for the Period up to 2030: Decree of the President of the Russian Federation of 13.05.2017 No 208] / Consultant Plus. – URL: http://www.consultant.ru (Accessed: 21.07.2021).
- 6. Senchagov, V. K., Ivanov, E. A. Struktura mekhanizma sovremennogo monitoringa ekonomicheskoj bezopasnosti Rossii: doklad d.e.n. Senchagova V.K., k.e.n. Ivanova E.A. na zasedanii sekcionnogo Uchenogo soveta nauchnogo napravleniya «Ekonomicheskaya politika». [The structure of the mechanism of modern monitoring of the economic security of Russia: report by Doctor of Economics. Senchagova V. K., Ph.D. Ivanova E. A. at the meeting of the sectional Academic Council of the scientific direction «Economic Policy»] / IE RAS. – M., 2015. – 46 p.
- 7. Strategiya social'no-ekonomicheskogo razvitiya Kostromskoj oblasti na period do 2030 goda. [Strategy of socio-economic development of the Kostroma region for the period up to 2030]. – URL: //https://zinref.ru/000 uchebniki/04600 raznie 13/984 strategia econom Kostromskoi obl do 2030/000.htm (Accessed: 21.07.2021).

УДК 332.146:631.15

DOI 10.52025/2712-8679\_2021\_03\_86

# РАЗВИТИЕ СЕЛЬСКИХ ТЕРРИТОРИЙ: РЕЗУЛЬТАТЫ, ПРОБЛЕМЫ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕХАНИЗМА РЕАЛИЗАЦИИ ГОСУДАРСТВЕННЫХ ПРОГРАММ

**Середа Надежда Александровна,** доктор экономических наук, профессор sereda n@mail.ru

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Костромская государственная сельскохозяйственная академия»; 156530, Костромская область, Костромской район, пос. Караваево, ул. Учебный городок, д. 34 © Середа Н. А., 2021

Аннотация. В демографической и пространственной структуре России сельские территории занимают значительный удельный вес. Одновременно с этим по уровню социально-экономического развития они существенно отстают от городских агломераций. Комплексное развитие сельских территорий отдельных регионов, в первую очередь регионов Нечерноземной зоны, должно и может стать основным драйвером устойчивого развития Российской Федерации. Одним из инструментов управления развитием сельских территорий является государственное программно-целевое планирование. В статье рассмотрены основные результаты реализации государственных программ по развитию сельских территорий в Костромской области, обозначены имеющиеся достижения и существующие проблемы. Выявлено, что одним из основных барьеров для участия сельских поселений региона в мероприятиях госпрограмм выступает отсутствие дифференцированного подхода выделения объемов государственной поддержки для регионов Нечерноземной зоны Российской Федерации. В статье сформированы предложения по корректировке механизмов практической реализации государственной программы «Комплексное развитие сельских территорий».

**Ключевые слова:** сельские территории, устойчивое развитие, комплексное развитие, государственная программа, стратегическое планирование, государственное и муниципальное

управление.

# DEVELOPMENT OF RURAL AREAS: RESULTS, PROBLEMS AND IMPROVEMENT OF THE MECHANISM FOR IMPLEMENTING STATE PROGRAMS

**Sereda Nadezhda Aleksandrovna**, Doctor of Sciences in Economics, Professor sereda\_n@mail.ru

Federal State Budgetary Educational Institution «Kostroma State Agricultural Academy»; 156530, Kostroma region, Kostroma district, Karavaevo, Training Campus, 34 © Sereda N. A., 2021

**Abstract**. In the demographic and spatial structure of Russia, rural areas constitute a significant proportion. At the same time, in terms of the level of socio-economic development, they considerably lag behind urban agglomerations. Integrated development of rural areas of particular regions, primarily regions of the Non-Black Earth Zone, should and can become the main driver of sustainable development of the Russian Federation. One of the tools for managing the development of rural areas is the state program-target planning. The article examines the main results of the implementation of state programs for the development of rural areas in the Kostroma region, identifies the existing achievements and existing problems. It was revealed that one of the main barriers to the participation of rural settlements in the region in the activities of state programs is the lack of a differentiated approach to allocating the amount of state support for the regions of the Non-Black Earth Zone of the Russian Federation. The article formulates proposals for adjusting the mechanisms for the practical implementation of the state program «Integrated development of rural areas».

**Keywords:** rural areas, sustainable development, integrated development, state program, strategic planning, state and municipal management.



#### Введение

В настоящее время имеет место большой разрыв в социально-экономических показателях развития сельских и городских территорий практически во всех регионах Российской Федерации. Это создает угрозу территориальной целостности и национальной безопасности страны, а также является препятствием для экономического роста и сбалансированного устойчивого развития. Добиться ускорения социально-экономического развития России невозможно без совершенствования системы государственного и муниципального управления устойчивым развитием сельских территорий [1].

Важнейшим инструментом управления развитием сельских территорий является государственное программно-целевое планирование. Несмотря на значительные результаты в реализации госпрограмм, негативные тренды в социально-экономических показателях развития сельских территорий по-прежнему не преодолены. Требуют корректировки организационные и экономические механизмы практической реализации действующей государственной программы «Комплексное развитие сельских территорий».

Лишь построение комплексной системы стратегического, бюджетного, территориального планирования, координации и согласования приоритетов деятельности власти, бизнеса и гражданского общества, применение механизмов и технологий проектного управления, межрегионального и межмуниципального сотрудничества позволит решить задачи перехода сельских территорий к устойчивому социально-экономическому развитию [1].

#### Материал и методы исследования

материалам Департамента Костромской области [2] проанализированы основные результаты реализации ранее действующей государственной программы «Устойчивое развитие сельских территорий на 2014-2020 годы», а также ныне реализуемой государственной программы «Комплексное развитие сельских территорий» (далее - «Госпрограмма КРСТ»). Указаны количественные параметры выполненных работ, конкретные осуществленные проекты. Обозначены имеющиеся достижения и существующие проблемы в реализации государственных программ.

По данным Костромастата проанализирована динамика изменения в Костромской области одного из основных социально-экономических показателей сельских территорий – численности сельского населения [3].

Сформированы предложения по корректировке механизмов практической реализации Госпрограммы КРСТ, которые были обсуждены 27-28 мая 2021 года на Костромском экономическом форуме в рамках Первой межрегиональной конференции «Социально-экономическое взаимодействие малого и среднего предпринимательства и общества» на дискуссионной площадке «Сохранение и развитие сельских территорий и предпринимательство».

# Результаты исследования

Для повышения качества жизни сельских жителей Костромская область активно участвовала в мероприятиях государственной программы «Устойчивое развитие сельских территорий на 2014-2020 годы».

О реализованных мероприятиях 28 мая 2021 года на Костромском экономическом форуме в рамках дискуссионной площадки «Сохранение и развитие сельских территорий и предпринимательство» доложил директор Департамента агропромышленного комплекса Костромской области Плотников Андрей Анатольевич.

За период реализации указанной программы в сельской местности Костромской

- построено 18,2 тысячи квадратных метров жилья для граждан, в том числе для молодых семей и молодых специалистов, 212 семей получили субсидии на улучшение жилищных условий;
- введено в эксплуатацию 79,3 км водопроводных сетей, 16,33 км сетей газоснабжения, 55,7 км автомобильных дорог с твердым покрытием;
- проведена реконструкция фельдшерскоакушерского пункта;
- реализовано 16 местных инициатив граждан.
- С 2020 года на территории страны реализуется Госпрограмма КРСТ. Целью данной программы является улучшение условий жизни и труда сельских жителей, формирование сельской местности как территории, привлекательной для проживания. Мероприятия программы направлены на обеспечение селян доступным и комфортным жильем, инженерной и социальной инфраструктурой. Объем финансирования на реализацию



данной программы в Костромской области в 2020 году (рис. 1) составил 334,5 млн рублей, в том числе средства федерального бюджета – 178,9 млн рублей (53,5%), средства областного бюджета – 122,0 млн рублей (36,4%), местных бюджетов -24,7 млн рублей (7,4%), внебюджетные источники – 8,9 млн рублей (2,7%).

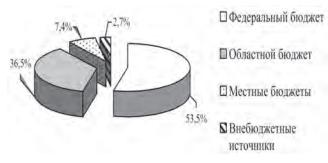


Рисунок 1 - Структура источников финансирования мероприятий государственной программы «Комплексное развитие сельских территорий» в Костромской области в 2020 году

Основную долю в структуре финансирования мероприятий государственной программы по объектам вложений составляют расходы на строительство и реконструкцию сельских дорог. Это направление в целом является верным, поскольку инженерная инфраструктура, в том числе дорожная сеть, является одним из наиболее важных и имеющих многофункциональное социальное и производственное значение элементов облика сельских территорий [4].

Результатами реализации мероприятий Госпрограммы КРСТ в 2020 году явились следующие показатели.

- социальные выплаты в сумме 12,1 млн рублей на строительство жилья общей площадью 500,2 кв. м получили семь семей (26 человек), проживающих на сельских терри-
- построено (реконструировано) шесть автомобильных дорог общей протяженностью 11,02 км; финансирование составило 287,1 млн рублей;
- реализовано 33 проекта по благоустройству сельских территорий в 30 населенных пунктах с общей численностью населения более 19,5 тыс. человек (относящимся к 19 сельским поселениям), объем финансирования этих мероприятий по благоустройству составил 31,3 млн рублей.

Приоритетными направлениями ДЛЯ муниципальных образований стали проекты, направленные на создание и обустройство зон отдыха, спортивных и детских игровых площадок, обустройство площадок для накопления твердых коммунальных отходов, а также проекты, связанные с организацией освещения улиц, сохранением и восстановлением природных ландшафтов и историко-культурных памятников, проекты по обустройству общественных колодцев и ремонту тротуаров.

Одним из социально ориентированных направлений государственной программы является льготное ипотечное кредитование сельских граждан, ставящее целью привлечь россиян на постоянное место жительства в сельскую местность, мотивировать коренных сельских жителей остаться в родных местах. Костромскими отделениями банков в 2020 году по сельской ипотеке в общей сложности одобрены 400 заявок на получение льготных ипотечных и потребительских кредитов, выданы льготные кредиты на общую сумму более 540 млн рублей.

В 2021 году на территории области продолжается реализация Госпрограммы КРСТ. Общий объем заявленных средств из федерального бюджета составил 436,2 млн рублей. В рамках проектов планируется реализация 16 объектов: строительство многофункциональной спортивной площадки, реконструкции зданий домов культуры, водопроводных сетей, капитальный ремонт стадиона, физкультурного комплекса, музыкальной школы, детского сада, школы, краеведческого музея, приобретение автобусов, строительство блочномодульной котельной.

Однако негативные тренды обезлюдивания сельских территорий, сокращения количества сельских населенных пунктов по-прежнему не преодолены. С 1970 года по 2020 год численность сельского населения Костромской области сократилась на 232,8 тыс. человек, или в 2,3 раза (рис. 2).

Темпы сокращения численности населения в малых сельских поселениях значительно выше, чем в крупных: происходит перемещение населения из периферийных территорий в административные центры. Наблюдается обезлюдение и исчезновение деревень, в удалении от центра сельского поселения практически нет деревень с постоянным населением, формируются так называемые «дачные деревни» В «мельчающих» сельских населенных пунктах происходит ликвидация объектов социальной инфраструктуры, что является одновременно и причиной, и следствием их депопуляции [5].



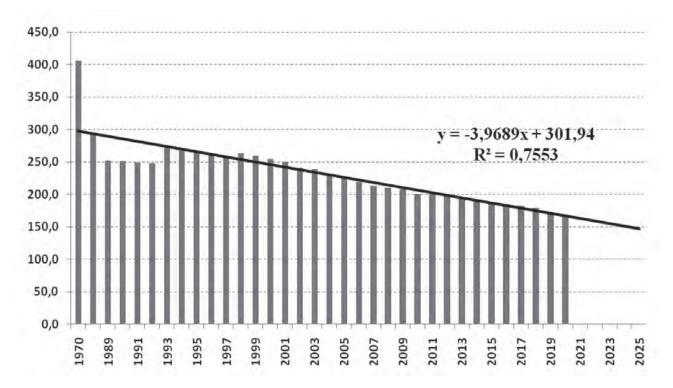


Рисунок 2 – Динамика численности сельского населения Костромской области, тыс. чел.

Основными проблемами, задачами, требующими корректировки, при реализации мероприятий Госпрограммы КРСТ в Костромской области являются следующие:

- на федеральном уровне
- недостаточный объем финансирования мероприятий, нерациональные механизмы распределения средств по регионам и конкурсной оценки представляемых регионами проектов. В рамках Госпрограммы КРСТ Центральный федеральный округ не включен в перечень приоритетных территорий по опережающему развитию. В правилах предоставления субсидий не предусмотрено дифференцирование объемов государственной поддержки для регионов Нечерноземной зоны Российской Федерации;
- ведомственная разобщенность госпрограмм. Несмотря на появление Госпрограммы КРСТ, действуют и другие программы, охватывающие мероприятия по строительству школ, детских садов, модернизации клубов, домов культуры, библиотек, обеспечение населения водой, благоустройство населенных пунктов и т.д. В этой связи вызывает затруднение определение содержания проектов и формирования заявок муниципалитетов и сельских поселений для участия Госпрограмме КРСТ»;

- на региональном уровне
- недостаток методической помощи руководителям муниципальных районов, сельских поселений в решении организационных, экономических задач, разработке проектно-сметной документации при формировании заявок для участия в Госпрограмме КРСТ;
- отсутствие единой научно обоснованной стратегии развития сельских территорий Костромской области. Формируемые от территорий конкурсные проекты для участия в Госпрограмме КРСТ разрозненны, не подчинены какой-либо единой концепции.

Управление социально-экономическим развитием сельских поселений – это процесс целенаправленного воздействия, в основе которого должны лежат определенные принципы, методы, инструменты [6].

## Заключение

На основании проведенного исследования сформированы предложения по корректировке механизмов практической реализации Госпрограммы КРСТ в Костромской области. Основное содержание разработанных рекомендаций состоит в следующем:

1. Формирование законодательной инициативы по совершенствованию механизмов практической реализации Госпрограммы

КРСТ, а именно – предложение дифференцированного подхода к комплексному развитию сельских территорий Нечерноземной зоны Российской Федерации, выделения фиксированных, но различных по регионам объемов финансирования с последующим конкурсным отбором проектов внутри региона.

- 2. Разработка «Стратегии пространственного развития сельских территорий Костромской области на период до 2025 года», основанной на проведении анализа социально-экономического развития, типологизации сельских территорий Костромской области с учетом особенностей их социально-экономического развития, природных условий, инфраструктурной обеспеченности, демографических характеристик и других факторов.
- 3. Создание на базе Костромской государственной сельскохозяйственной акаде-

мии центра по развитию сельских территорий, который бы стал помощником администраций муниципальных образований и инициативным гражданам по разработке их проектов в рамках единой стратегии пространственного развития сельских территорий Костромской области. Преодоление проблемы межведомственной разобщенности при формировании заявок путем разработки и тиражирования типовых проектов многофункциональных общественных пространств.

Данные предложения рассмотрены на Костромском областном экономическом форуме, прошедшем 27-28 мая 2021 года, получили одобрение и включены в проектную резолюцию по итогам работы дискуссионной площадки «Сохранение и развитие сельских территорий и предпринимательство».

# Список литературы

- 1. Ковтун, Б. А. Комплексное развитие сельских территорий: факторы, институты и механизмы опережающего развития / Б. А. Ковтун, В. Н. Папело, В. В. Ярманов; Новосиб. гос. аграр. ун-т. Новосибирск: ИЦ НГАУ «Золотой колос», 2019. 400 с.
- 2. Государственные программы и сведения о результатах их реализации: Официальный сайт Департамента АПК Костромской области. Режим доступа: https://apkkostroma.ru/doc/9/index.aspx
  - 3. Костромская область в цифрах. Стат. сб. // Костромастат. К., 2021. 117 с.
- 4. Середа, Н. А. Роль модернизации инфраструктуры в повышении эффективности сельского хозяйства и развитии сельских территорий: монография / Н. А. Середа, Р. Р. Шамин. Караваево : Костромская ГСХА, 2019. 158 с. : ил. ; 20 см. Библиогр. : с. 136–152. 500 экз. ISBN 978-5-93222-331-4.
- 5. Середа, Н. А. Устойчивое развитие сельских территорий: организационно-пространственный аспект / Н. А. Середа, В. Ю. Рыбникова, И. И. Пилиева, С. В. Цыбакин // Гуманитарные, социально-экономические и общественные науки. 2020. № 10. С. 249–254.
- 6. Байгильдина, З. Ф. Развитие потенциалов территории как инструмент управления социально-экономическим развитием сельских поселений / З. Ф. Байгильдина // Современный ученый. 2017. № 2. С. 46–49.

- 1. Kovtun, B. A. Kompleksnoe razvitie sel'skih territorij: faktory, instituty i mekhanizmy operezhayushchego razvitiya. [Comprehensive development of rural areas: factors, institutions and mechanisms of advanced development]. B. A. Kovtun, V. N. Papelo, V. V. Yarmanov; Novosib. state agrarian. un-t. Novosibirsk: IC NSAU «Golden Ear», 2019. 400 p.
- 2. Gosudarstvennye programmy i svedeniya o rezul'tatah ih realizacii: Oficial'nyj sajt Departamenta APK Kostromskoj oblasti. [State programs and information on the results of their implementation: Official site of the Department of the agro-industrial complex of the Kostroma region]. URL: https://apkkostroma.ru/doc/9/index.aspx (Accessed: 03.10.2021).



- 3. Kostromskaya oblast'v cifrah. [Kostroma region in figures]. Statistical collection // Kostromastat. - K., 2021. - 117 p.
- 4. Sereda, N. A. Rol'modernizacii infrastruktury v povyshenii effektivnosti sel'skogo hozyajstva i razvitii sel'skih territorii: monografiya. [The role of infrastructure modernization in improving the efficiency of agriculture and the development of rural areas: monograph] / N. A. Sereda, R. R. Shamin. – Karavaevo: Kostroma State Agricultural Academy, 2019. – 158 p.
- 5. Sereda, N. A. Ustoichivoe razvitie sel'skih territorii: organizacionno-prostranstvennyi aspect. [Sustainable development of rural areas: organizational and spatial aspect] / N. A. Sereda, V.Yu. Rybnikova, I. I. Pilieva, S. V. Tsybakin // Humanities, socio-economic and social sciences. – 2020. - No 10. - Pp. 249-254.
- 6. Bajgil'dina, Z. F. Razvitie potencialov territorii kak instrument upravleniya social'noekonomicheskim razvitiem sel'skih poselenij. [Development of the potential of the territory as a tool for managing the socio-economic development of rural settlements] / Z. F. Baygildina // Modern scientist. – 2017. – No 2. – Pp. 46–49.

Редактор – **H.B. Киселева** Editor - **N.V. Kiseleva** 

Корректор – **Т.В. Кулинич** Proofreader - **T.V. Kulinich** 

Компьютерная верстка **A.B. Вилашкин** Computer layout – **A.V. Vilashkin** 

Фото на обложке – **С.В. Сморчков** Cover photo - **S.V. Smorchkov** 

Перевод на английский язык – **E.A. Красильщик** English translation - **E.A. Krasilshchik** 

Отпечатано в типографии Костромской ГСХА Printed in the printing house of the Kostroma State Agricultural Academy

Подписано в печать 29.10.2021. Заказ  $N^{o}$  1016. Signed for printing on october 29.2021. Order  $N^{o}$  1016. Тираж 100 экз. Circulation - 100 copies.

ФГБОУ ВО КОСТРОМСКАЯ ГСХА, 2021 Federal State Budgetary Educational Institution «Kostroma State Agricultural Academy», 2021

