



Science

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ЖУРНАЛ  
ПРИКЛАДНЫХ НАУК И ТЕХНОЛОГИЙ

# INTEGRAL

INTERNATIONAL JOURNAL  
OF APPLIED SCIENCES AND TECHNOLOGY

2

2024



Международный журнал прикладных  
наук и технологий «Integral»  
сетевой журнал  
СВИДЕТЕЛЬСТВО о регистрации  
средства массовой информации Эл №  
ФС77-74090

Международный стандартный  
серийный номер **ISSN 2658-3569**

Публикации в журнале  
размещаются в системе Российского  
индекса научного цитирования (**РИНЦ**)

Издатель ООО «Электронная  
наука»

**Главный редактор:** Фомин  
Александр Анатольевич, к.э.н.,  
профессор кафедры экономической  
теории и менеджмента  
Государственного  
университета по землеустройству

**Заместитель главного  
редактора:** Казёнова Т.

**Редактор выпуска:** Якушкина Г.

**Редакторы:** Михайлина Е.,  
Цинцадзе Е.

105064, г. Москва, ул. Казакова, д.  
10/2, (495)543-65-62, [info@mshj.ru](mailto:info@mshj.ru)

International journal of applied sciences  
and technologies «Integral» online journal  
CERTIFICATE of registration media  
AI № FS77-74090

International standard serial number  
**ISSN 2658-3569**

Publication in the journal placed in  
the system of Russian index of scientific  
citing

Publisher «E-science Ltd»

**Editor in chief:** Fomin Alexander  
Anatolievich, candidate of Economics,  
Professor of Department of economic  
theory and management State University  
of land management

**Deputy editor-in-chief:** Kazenova T.

**Editor:** Yakushkina G.

**Editors:** Mikhaylina E., Tsintsadze E.

105064, Moscow, Kazakova str.,  
10/2, (495)543-65-62, [info@mshj.ru](mailto:info@mshj.ru).

**Редакционная коллегия**

**Шаповалов Дмитрий Анатольевич** - председатель редакционного совета, д.т.н., проректор по научной и инновационной деятельности Государственного университета по землеустройству

**Ведешин Леонид Александрович** - д.т.н., главный научный сотрудник ИКИ РАН

**Балоян Бабкен Мушегович** - д.т.н., профессор, Университет «ДУБНА»

**Щербина Анна Анатольевна** - д.х.н. РХТУ им. Д.И. Менделеева

**Хаустов Александр Петрович** - д.г.-м.н., профессор РУДН

**Sun Ping** - professor, Northeastern University, Shenyang, China

**Папаскири Т.В.** - д.э.н., к.с.-х.н., декан факультета землеустройства, доцент кафедры землеустройства Государственного университета по землеустройству

**Печенкин Игорь Гертрудович** - доктор геолого-минералогических наук, профессор Государственного университета по землеустройству, заместитель генерального директора по научно-информационной деятельности Всероссийского научно-исследовательского института минерального сырья имени Н. М. Федоровского

**Широкова Вера Александровна** - доктор географических наук, заведующая отделом истории наук о Земле Института истории науки и техники имени С.И. Вавилова РАН, профессор кафедры почвоведения, экологии и природопользования Государственного университета по землеустройству

**Каракотов Салис Добаевич** - Академик РАН, доктор химических наук, генеральный директор компании «Щёлково Агрохим»

**Фомин Александр Анатольевич** - к.э.н., профессор, руководитель совета по научному обеспечению АПК при аграрном комитете Государственной Думы ФС РФ

**Бунин Михаил Станиславович** - директор Центральной научной

сельскохозяйственной библиотеки, доктор сельскохозяйственных наук, профессор

**Горбунов Владимир Сергеевич** — к.э.н., доцент, Государственный университет по землеустройству

**Ефремова Лариса Борисовна** — к.э.н., доцент кафедры экономической теории и менеджмента Государственного университета по землеустройству

**Савченко П.П.** — руководитель, профессор международного научно-

исследовательского центра медицины и вещества «Intersuccess», Киев, Украина, доктор философии, академик Украинской Академии Наук, почетный профессор Университета «Львовский Ставропигион»

### Editorial board

**Dmitry Shapovalov** - Chairman of the editorial Board, doctor of technical Sciences, Vicerector for research and innovation of the State University of land management

**Leonid Vedeshin** - doctor of technical Sciences, chief researcher of IKI RAS

**Baloyan Babken Mushegovich** - doctor of technical Sciences, Professor, Dubna University»

**Shcherbina Anna A.** - DSC rkhtu im. D. I. Mendeleev

**Khaustov Alexander Petrovich** - doctor of geological-mineralogical Sciences, Professor PFUR

**Sun Ping** - professor, Northeastern University, Shenyang, China

**Papaskiri T. V.** - doctor of Economics, Ph. D., Dean of the faculty of land management, associate Professor of the Department of land management of the State University of land management

**Pechenkin Igor Gertrudovich** - doctor of geological and mineralogical Sciences, Professor of the State University of land management, Deputy Director General for research and information activities of the all-Russian research Institute of mineral resources named after N. M. Fedorovsky

**Shirokova Vera Aleksandrovna** - doctor of geographical Sciences, head of the Department of history of earth Sciences of the Institute of history of science and technology named after S. I. Vavilov RAS, Professor of the Department of soil science, ecology and nature management of the State University of land management

**Karakotov SALIS Debevic** - Academician of RAS, doctor of chemical Sciences, General Director of the company "Schelkovo Agrokhim»

**Fomin Alexander** - Ph. D., Professor, head of the Council for scientific support of agriculture at the agrarian Committee of the State Duma of the Russian Federation

**Bunin Mikhail Stanislavovich** - Director of the Central scientific agricultural library, doctor of agricultural Sciences, Professor

**Gorbunov Vladimir Sergeyeovich Gorbunov** - Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, State University of Land Management

**Efremova Larisa Borisovna Efremova** - Candidate of Science (Economics), Associate Professor of the Department of Economic Theory and Management of the State University of Land Management

**P.P. Savchenko** - Head, Professor of the International Research Center for Medicine and Substances "Intersuccess", Kiev, Ukraine, Doctor of Philosophy, Academician of the Ukrainian Academy of Sciences, Honorary Professor of the University "Lviv Stavropigion

## СОДЕРЖАНИЕ

Цховребов Э.С. Экологически и пожаробезопасные технологии и системы раздельного сбора и обработки ресурсных компонентов полимерсодержащих отходов.....	368
Петрухина Д.И., Харламов В.А., Горбатов С.А., Меджидов И.М. Применение нетермальной аргоновой плазмы против возбудителя фитофтороза ( <i>Phytophthora spp</i> ).....	382
С.А. Родоманская Assessment of food balance of basic foodstuffs: regional aspect.....	391
Григорьева Е.Е., Шульга П.С. Развитие аграрного сектора провинции Квебек (Канада).....	416
Рябинин С.А. Энергоэффективность и экологическая безопасность современных силовых машин.	432
Бухтуева И.А., Хатьянов С.А. Будущее работы в сфере продаж B2B: анализ влияния GENAI на роли и навыки торгового персонала.....	445
Акпасов А.П., Туктаров Р.Б., Морозов М.И. Алгоритмизация процессов управления автоматизированной системы комбинированного орошения.....	456
Р. Аубакиров Разработка ГИС для моделирования распределения концентрации в городских условиях.....	466
Кокиева Г.Е. Комплекс механизированных работ в растениеводстве.....	477
Зубков А.Ю., Мулин М.О., Широкова В.А. Использование геоинформационных программ для построения цифровой модели рельефа водосборной территории р. Чир.....	500
Кузнецова Г.Н., Полякова Р.С. Нетрадиционные капустные культуры – урожайность и качественный состав жмыха.....	510
Сулимин В.В. Возможности использования ГИС в агропромышленном комплексе.....	531

Научная статья

Original article

УДК 502.504; 628.54

DOI 10.55186/02357801-2024-6-2-1



**ЭКОЛОГИЧЕСКИ И ПОЖАРОБЕЗОПАСНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И  
СИСТЕМЫ РАЗДЕЛЬНОГО СБОРА И ОБРАБОТКИ РЕСУРСНЫХ  
КОМПОНЕНТОВ ПОЛИМЕРСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ**  
ENVIRONMENTALLY AND FIRE-SAFE TECHNOLOGIES AND SYSTEMS  
FOR THE SEPARATE COLLECTION AND PROCESSING OF RESOURCE  
COMPONENTS OF POLYMER-CONTAINING WASTE

**Цховребов Эдуард Станиславович**, кандидат экономических наук, доцент, старший научный сотрудник, Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России (ВНИИ ГОЧС (ФЦ)), Москва, Россия

**Tshovrebov Eduard S.**, PhD (Economic Sc.), Assistant Professor, All-Russian Research Institute for Civil Defense and Emergencies, Senior Researcher; Moscow, Russia; rebrovstanislav@rambler.ru

**Аннотация**

В представленной читателям статье рассматриваются проблемы предупреждения экологической опасности и чрезвычайных ситуаций, вызванных негативным воздействием токсичных полимерсодержащих отходов. Целью настоящей работы является системный анализ и разработка

подходов и предложений по формированию системы экологически и пожаробезопасных технологии и мероприятий по отдельному сбору и обработке ресурсных компонентов полимерсодержащих отходов для последующего повторного применения в качестве вторичных энергетических и материальных ресурсов. Акцентируется внимание на процессах обоснования мер повышения эффективности и экологической безопасности энергетической утилизации горючих отходов, необходимости применения методов высокотемпературного сжигания для предупреждения проявления опасных для природных ресурсов и жизнедеятельности свойств полимерсодержащих отходов в процессе обращения, включая термическое обезвреживание на специализированных объектах.

### **Abstract**

The article presented to readers examines the problems of preventing environmental hazards and emergencies caused by the negative effects of toxic polymer-containing waste. The purpose of this work is a systematic analysis and development of approaches and proposals for the formation of a system of environmentally and fire-safe technologies and measures for the separate collection and processing of resource components of polymer-containing waste for subsequent reuse as secondary energy and material resources. Attention is focused on the processes of substantiating measures to improve the efficiency and environmental safety of energy utilization of combustible waste, the need to use high-temperature combustion methods to prevent the manifestation of properties of polymer-containing waste hazardous to natural resources and vital activity in the process of treatment, including thermal neutralization at specialized facilities.

**Ключевые слова:** *экологическая безопасность, энергетическая утилизация, отходы, пожароопасность, вторичные энергетические ресурсы.*

**Keywords:** *environmental safety, energy utilization, waste, fire hazard, secondary energy resources.*

## Введение

Актуальные проблемы предотвращения загрязнения территорий отходами производства и потребления определяют поиск новых методов, организационно-технических систем, технологий, обеспечивающих предупреждение, снижению, минимизацию негативного воздействия этих техногенных объектов на окружающую среду и здоровье населения.

По результатам проведенного анализа одним из проблемных факторов определено отсутствие единого подхода к квалификации и оценке образующихся ресурсных составляющих отходов. Это касается как их ресурсной ценности при решении вопросов вовлечения в хозяйственный оборот, так и анализа комплексной опасности. В комплексе составляющих такой опасности следует рассматривать: экологическую, санитарно-токсикологическую, пожарную виды опасности для окружающей среды, населения и объектов экономики.

Проведенное исследование показало, что пригодные, исходя из экологической допустимости и экономической целесообразности, только для высокотемпературной энергетической утилизации древесно-, минерально-, бумажно-полимерные отходы (остатки утеплителя, ДСП, ДВП, фанеры, обоев, древесины и бумаги с токсичной пропиткой и покрытиями, рулонных кровельных материалов, монтажной пены, канцтоваров, предметов обихода, игрушек из поролона, пенополистирола, линолеума, полиамида, резинотехнических изделий, обрезки стеклоткани, проводов и ряд других смешанного содержания) фиксируются в различных системах учета как в составе древесных, полимерных или бумажно-картонных отходов, подлежащих переработке во вторичное сырьё, так и не утилизируемого смешанного строительного, бытового мусора, смёта. Идентификация, квалификация, типологизация и классификация этих техногенных объектов в формате комплексной опасности до сих пор не разработана. Это не позволяет отнести их к отдельно выделенной группе источников комплексной

(экологической, санитарно-токсикологической и пожарной опасности) и, соответственно, полноценно и обоснованно разрабатывать мероприятия и технологии, организационно-технические и управленческие решения по её предупреждению, включая предотвращения чрезвычайных ситуаций техногенного характера, их неблагоприятных последствий.

### **Материалы и методы исследования**

Материалами для проведения данного исследования явились опубликованные результаты научных работ ученых и специалистов в области оценке угроз и рисков, вызванных негативным воздействием опасных отходов на природную среду [1-3], ресурсосберегающих систем [4,5], технологий и методов сбора, утилизации, обезвреживания отходов [6-10].

Методы проводимого исследования опираются на применении системного анализа взаимосвязей различных явлений, факторов, событий, условий, причинно-следственных связей в области изучения предмета, объекта и контекста научного исследования.

### **Результаты исследований**

По результатам проведенного сопоставительного анализа и обобщения Международных норм воздействия диоксинов (Директива 2010/75/ЕС), отечественных информационных ресурсов (ИТС 9-2015 «Обезвреживание отходов термическим способом (сжигание отходов)»), приведенных в отечественных и зарубежных источниках методов, технологий термического обезвреживания смешанных отходов, выделены факторы, влияющие на экологическую опасность для населения и окружающей среды. Эти факторы могут послужить количественными и качественными критериями возможности и допустимости экологически безопасного применения методов энергетической утилизации (термической обработки) отходов строительства, коммунального хозяйства и им подобных по составу, в контексте использования энергетической ценности вторичных ресурсов таких отходов для получения тепловой энергии:

- основным лимитирующим фактором экологической опасности процессов термического сжигания является наличие в выбросах диоксинов и диоксиноподобных токсикантов (дибензофуранов и пр.);
- источником образования подобных соединений являются процессы термического разложения полимерных, древесно-полимерных, минерально-полимерных соединений, содержащихся в обезвреживаемых отходах;
- полное разложение диоксинов, а также цианидов, фенола, формальдегида на малоопасные ингредиенты достигается внедрением технологических процессов высокотемпературной утилизации с установками, обеспечивающими минимальную температуру сжигания 1300°C за определенный технологическими регламентами промежутков времени и при наличии многоступенчатых систем пыле-, газоочистки;
- термическая обработка незагрязненных бумажно-картонных, древесных, текстильных из натуральных тканей отходов в целях уменьшения их количества и получения энергии может обеспечиваться применением котлоагрегатов среднетемпературного сжигания с  $T=600-900^{\circ}\text{C}$ , использующих твердое топливо с очисткой отходящих газов от твердых загрязняющих примесей (зола, сажа).

В работе анализируется использование опасного свойства значительной группы твердых коммунальных, строительных и подобных им отходов: **пожароопасности** при его преобразовании в полезную характеристику вторичных энергетических ресурсов - **горючесть** и **теплотворную способность** для выработки тепловой энергии, используемой для нужд городского хозяйства и предприятий муниципального образования.

Для этого разработана принципиально новая классификация отходов по наличию ресурсной составляющих различного морфологического состава образующихся отходов в процессах жизнеобеспечения и жизнедеятельности муниципальных образований, функционирования хозяйствующих субъектов, а также примерным направлениям их утилизации (зеленым - в виде вторичных

материальных ресурсов (ВМР), красным (высокотемпературное сжигание) и розовым цветом (среднетемпературное сжигание) – в виде вторичных энергетических ресурсов (ВЭР) (рисунок 1).

КАТЕГОРИИ ВТОРИЧНЫХ РЕСУРСОВ							
Минеральные "М"	Бумажно-картонные "Б"	Текстильные натуральные "Т"	Древесные "Д"	Синтетические полимеры на органической основе "ОСП"	Полимерные "П"	Металлические "МЕТ"	Смешанные загрязненные "С"
Отходы строительства, реконструкции, ремонта, ликвидации (сноса), содержания объектов недвижимости							
Бетона, железобетона (минеральная составляющая)	Упаковочной бумаги незагрязненные	Веревочно-канатных изделий из натуральных волокон незагрязненных	Древесные кусковые, обрезь натуральной чистой древесины	Линолеума ПВХ на тканевой основе, ковровых	Резиносодержащие, линолеума на резиновой основе (релина)	Черных металлов (кусковые, опилки, стружка)	Мусор мелкий строительный несортированный
Лом, бой кирпича, кирпичной кладки	Упаковочного картона незагрязненные	Спецодежда из натуральных волокон использованная незагрязненная	Пыль древесная от шлифовки, стружка, опилки натуральной чистой древесины	ДСП, ДВП, МДФ, ОСП, клеёной древесины, фанеры, ламината	Полиэтилена, полипропилена, полистирола, ПВХ, поликарбоната	Цветных металлов (кусковые, опилки, стружка)	Кровельных и изоляционных остатков и обрезков материалов в смеси
Асфальта, асфальтобетона	Упаковочного гофрокартона незагрязненные	Использованная спецодежда из натуральных волокон, пригодная для изготовления ветоши	Древесные при демонтаже временных дорожных покрытий	Плёнка-синтетического картона	Твердые и жидкие остатки клеев, растворителей, ЛКМ на полимерной основе	Фольги из алюминия	Смет с территории предприятия
Затвердевшего раствора, цемента	Обойной, пачечной, др. видов бумаги	Изделий из натуральных волокон, пригодных для изготовления ветоши	Опалубки деревянной Тары деревянной	Рубероида, пергамина, толи	Пенопласта. Жесткого пенополиуретана. Полиуретановой пленки, пены	Лом алюминиевых банок из-под напитков	Мусор и смет производственных помещений
Песка, гравия, щебня незагрязненных	Использованные учетные книги, каталоги, прочая печатная продукция	Обрезки, обрывки льняных, х/б, шерстяных и прочих смешанных натуральных тканей	Древесные от сноса и разборки зданий	Бумажно-древесно-слоистого пластика	ОЭЭО (полимерная часть) ПЭТФ АБС-пластика	ОЭЭО (металлическая составляющая)	Синтетическая спецодежда, защитные средства, ветошь загрязненные
Керамики	Использованные мешки бумажные без пропитки и покрытий	Использованные матрасы, одеяла, подушки из натуральных волокон	Корчевания пней, щепы, коры	Асбокартона, асбестовой бумаги	Стекловолокна, стеклопластика, стеклоизола, оргстекла	Стальной сварочной проволоки и электродов	Тара, упаковка, инструменты отработанные загрязненные
Известе-, мелосодержащие	Бумаги и картона от делопроизводства	Обрезь валяльно-войлочной продукции	Сучьев, ветвей, зелень древесная	Клеевой ленты, бумажных мешков, обоев с пропиткой и покрытиями	Битумно-полимерных материалов и изделий	Железобетона (арматура стальная)	Мусор от офисных и бытовых помещений организаций
Строительного грунта незагрязненного							
Асбесто-содержащие							
Гипсо-содержащие							
Стекланный бой							

Рисунок 1 – Классификация отходов по наличию ресурсной составляющей

В ходе сравнительного анализа рынка вторичного сырья, а также используемых технологий утилизации выявлены виды отходов строительства, ремонта, сноса, потребления (подобных коммунальным), не представляющие

ресурсной ценности в качестве вторичных материальных ресурсов в силу экономической нецелесообразности переработки в ВМР:

- кровельных материалов (рубероида, толя, пергамина, изола, стеклоизола);
- тепло- и гидроизоляционных изделий (минеральной, стекло-, шлаковаты, стеклопластика, асбестовой бумаги, ткани, жесткого пенопласта, пропитанных битумом и битумной мастикой изделий, битумно-полимерной изоляции, стеклоткани и стекловолокна);
- отделочных материалов (обоев как с покрытиями, так и без таковых, линолеума, ковровина, древесно-полимерных, древесно-стружечных, древесноволокнистых изделий, ламината, фанеры, бумажно-слоистого пластика, пленки ПВХ, гипсо- и плёнкосинтетического картона, пенополиуретана, пенопласта, разнородных пластмасс, затвердевших клеевых, лакокрасочных (твердые и жидкие остатки, инструменты, упаковка, тара, ветошь, загрязненные ЛКМ защитные средства));
- смешанного строительного с примесью офисного и бытового мусора (мелкие обрезки, остатки, пыль, сор, потерявшие потребительские свойства мелкий инструмент, тару, фурнитуру, упаковку, канцтовары, ветошь, спецодежду, обувь, перчатки, рукавицы, одноразовую посуду, средства гигиены, загрязненные или в стадии деструкции древесину, картон, бумагу).

При этом установлено, что для перечисленных видов не утилизируемых отходов, обладающих свойством **горючести**, существует техническая возможность их повторного применения в качестве ВЭР для получения тепловой энергии.

Основные условия их эффективного использования в виде ВЭР:

раздельный сбор и изолированное накопление в соответствии с противопожарными, санитарно-гигиеническими, экологическими, техническими требованиями, правилами, нормами;

разделение ресурсных элементов на потенциально используемые в качестве ВМР либо в виде ВЭР;

отделение горючей ресурсной составляющей от негорючей;  
разделение ВЭР по направлениям энергетической утилизации:  
а) среднетемпературная (не содержащие полимерных примесей бумага, картон, дерево, текстиль из натуральных волокон); б) высокотемпературная (полимерные и органические отходы на синтетической полимерной основе).

В ходе изучения целесообразности их применения в качестве ВЭР с использованием технологий высокотемпературной энергетической утилизации (высокотемпературное сжигание, пиролиз, плазменные методы) установлено, что большинство означенных отходов обладают низшей теплотой сгорания (МДж/кг), находящейся в интервале значений: бурый уголь и природный газ (рис.2). При этом теплотворная способность ряда полимерных отходов (полистирола, битума затвердевшего, битумно-полимерной изоляции, плитки полистирольной, полипропилена, пенополистирола, полиэтилена, каучука) даже превышает аналогичный показатель по применяемым природным видам твердого, жидкого, газообразного топлива (рис.3). Данные показатели обуславливают широкие возможности по термической обработке означенных вторичных энергетических ресурсов для получения тепловой энергии.

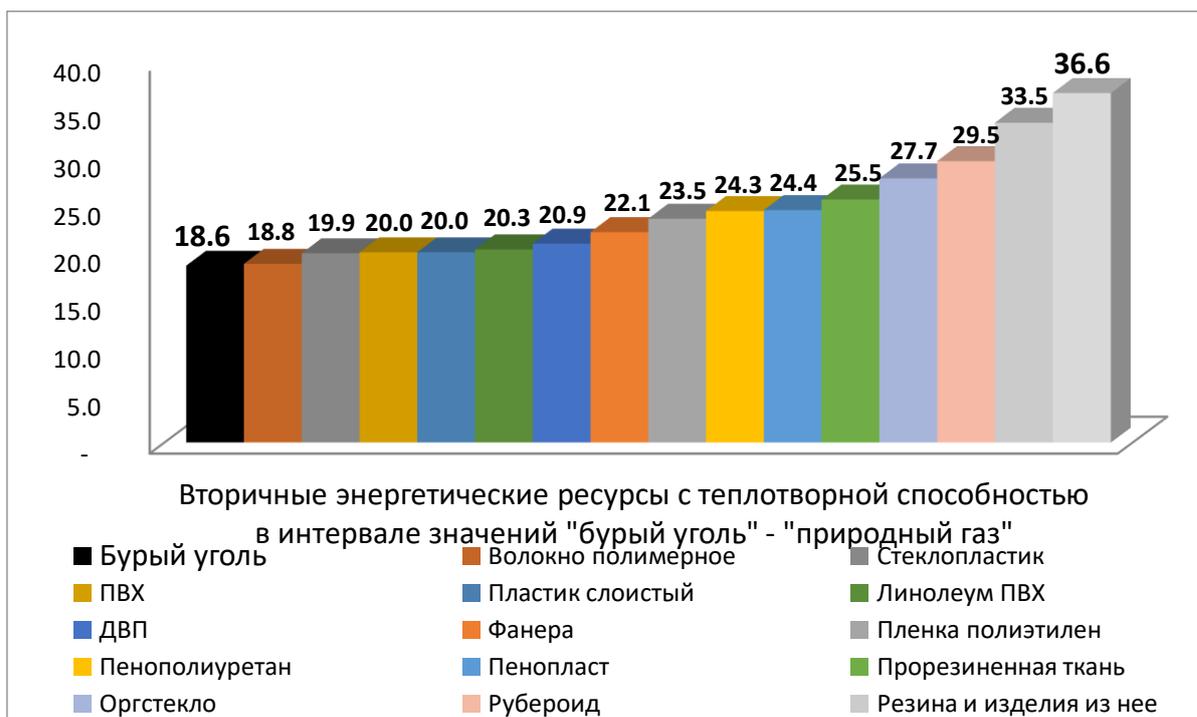


Рисунок 2 - Сравнительные характеристики повторного использования энергетической ресурсной составляющей отходов по показателю выделяемой теплоты при сгорании (в интервале «бурый уголь» - «природный газ»)

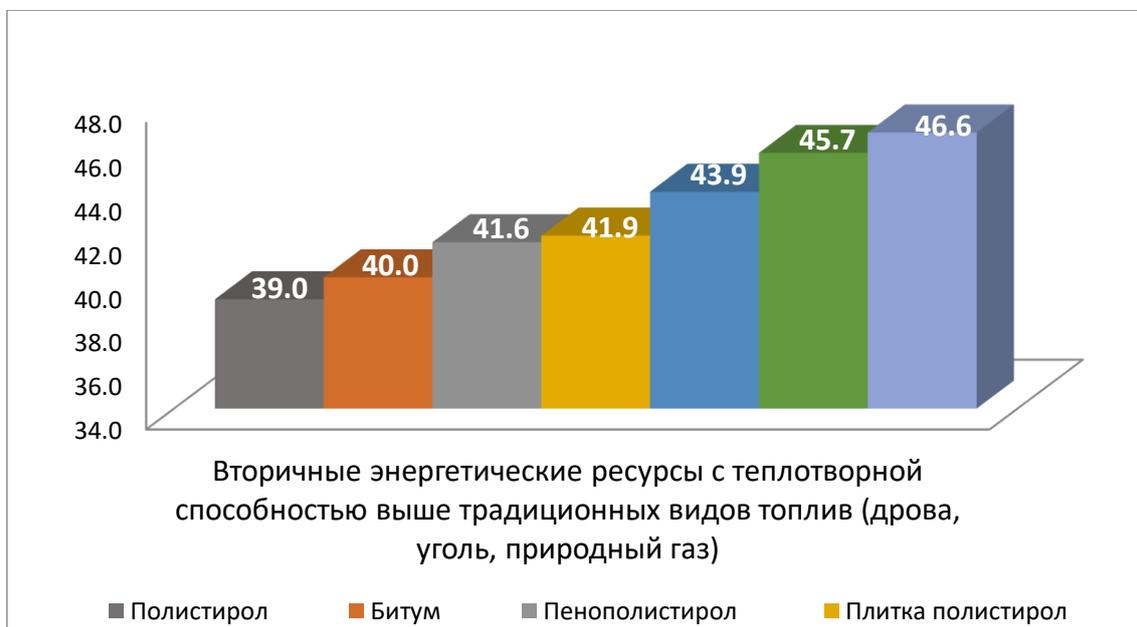


Рисунок 3 – Сравнительные характеристики повторного использования энергетической ресурсной составляющей отходов с показателями выделяемой теплоты при сгорании выше, чем у природных видов топлив

По результатам проведенного анализа, основными преимуществами технологии термической обработки вторичных энергетических ресурсов из отдельно собранных и предварительно обработанных в источниках образования твердых коммунальных и строительных отходов определены:

- высокая производительность термической утилизации, уничтожение максимального количества отходов в единицу времени (масса золы составляет около трети первоначального веса сжигаемых отходов при потере 90% его объема) и получение товарной продукции в виде энергии;
- отсутствие необходимости в обработке поступающих вторичных ресурсов;
- минимальное образование остаточных шлама и шлака после термообработки;
- значительно более низкие годовые текущие эксплуатационные затраты по сравнению с иными технологиями обезвреживания, уничтожения отходов;
- экономия природных топливных ресурсов (газа, угля, жидкого топлива) в результате выработки тепловой и электрической энергии.

Рассматривая альтернативные варианты энергетической утилизации отходов, которые экономически нецелесообразно, экологически недопустимо или технически невозможно использовать в качестве вторичного сырья для производства продукции и работ, предлагается поток не утилизируемой в качестве ВМР ресурсной составляющей горючих ТКО и строительных отходов разделять по направлениям использования: среднетемпературную (температура сжигания в пределах 800-1100°C) и высокотемпературную утилизацию (с безопасной для природной среды и человека температурой сжигания более 1300°C).

Разработанная схема (рисунок 4) предполагает разделение горючих фракций ВЭР категорий Б, Д, Т, П, ОСП, С (согласно классификации рисунка 1) на двух стадиях: отдельного сбора, предварительной обработки в источниках образования и промышленной обработки на мусоросортировочных комплексах.

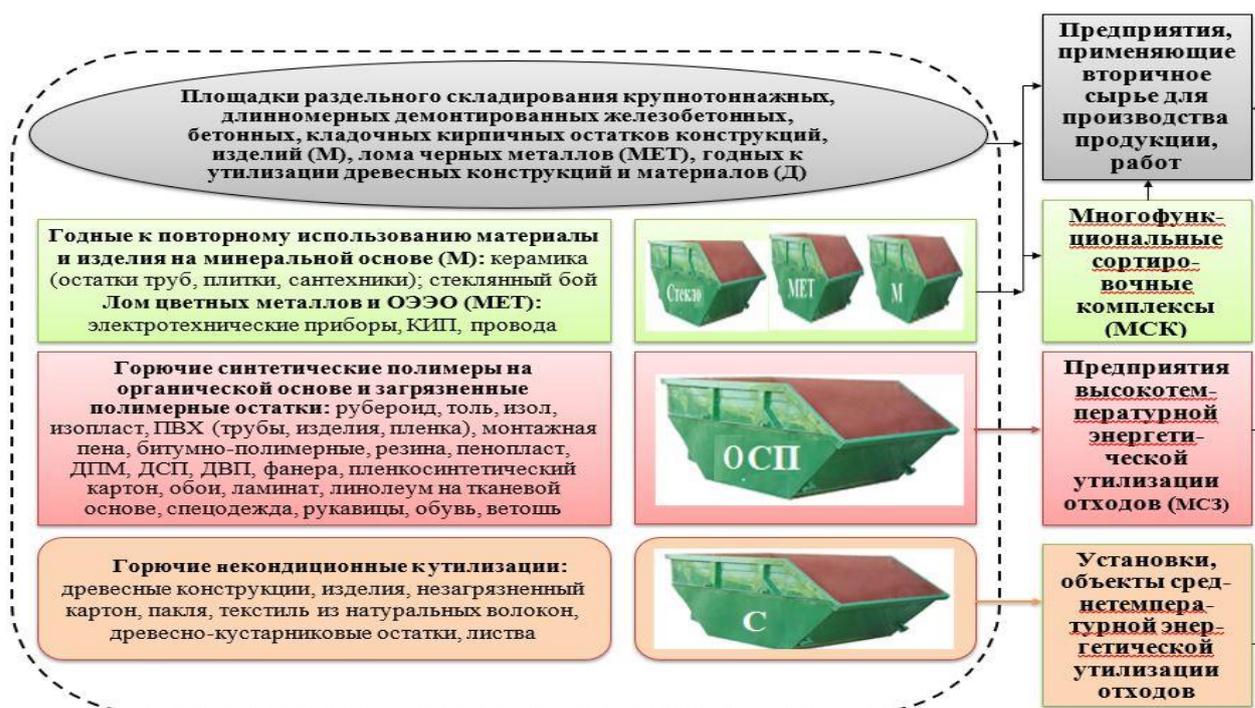


Рисунок 4 – Ресурсосберегающая схема раздельного сбора, обработки ресурсной составляющей отходов (для процессов строительства и демонтажа объектов)

### Заключение

Предложенный новый авторский подход и разработанные схемы предупреждения опасности отходов в источнике их образования позволят выделить и разграничить потоки горючих, нецелесообразных для утилизации в качестве ВМР, вторичных энергетических ресурсов в качестве альтернативных источников энергии на дорогостоящие мусоросжигательные заводы высокотемпературной энергетической утилизации и более дешевые на четыре порядка установки среднетемпературной энергетической утилизации, предотвращая значительные затраты на обработку смешанных несортированных отходов различного уровня токсичности и опасности на мусороперегрузочных станциях и сортировочных объектах, нерациональные транспортные потоки ВМР, ВЭР, вторичного сырья, обеспечивая существенное снижение количества поступления не содержащих полимеры ВЭР на высокотемпературную утилизацию, сокращение соответствующих транспортных и эксплуатационных расходов.

## Литература

1. Панарин В.М., Маслова А.А., Гришаков К.В., Гришакова О.В., Трещев Д.В. Разработка математической модели прогноза загрязнения окружающей среды промышленно-развитых регионов // Экологические системы и приборы. 2023. № 1. С. 17-24.
2. Алборов И.Д., Бурдзиева О.Г., Тедеева Ф.Г., Глазов А.П. Экологический риск в природно-технической системе // Труды Института геологии Дагестанского научного центра РАН. 2017. № 71. С. 100-103.
3. Шадрунова И.В., Зелинская Е.В., Орехова Н.Н. Технологическая трансформация как ключевой драйвер развития сферы переработки вторичного сырья // в сборнике: современные проблемы комплексной и глубокой переработки минерального сырья природного и техногенного происхождения (Плаксинские чтения – 2022). Материалы международной конференции. 2022. С. 63-69.
4. Цховребов Э.С. Формирование региональных стратегий управления обращением с вторичными ресурсами // Вестник МГСУ. 2019. Т. 14. № 4 (127). С. 450-463.
5. Цховребов Э.С. Эколого-экономические аспекты планирования размещения и проектирования промышленных объектов по обработке, утилизации, обезвреживанию отходов // Вестник МГСУ. 2018. Т. 13. № 11 (122). С. 1326-1340.
6. Чертес К.Л., Шестаков Н.И. Современные биопозитивные технологии переработки отходов коммунально-строительного сектора // Вестник МГСУ. 2020. Т. 15. Вып. 8. С. 1135–1146.
7. Лыкова Л.В., Зелинская Е.В. Раздельно собранные отходы это не мусор, а вторичное сырье // В сборнике: Природноресурсный потенциал, экология и устойчивое развитие регионов России. Сборник статей XVII Международной научно-практической конференции. 2019. С. 97-101.

8. Чантурия В.А., Шадрунова И.В., Горлова О.Е. Инновационные процессы глубокой и экологически безопасной переработки техногенного сырья в условиях новых экономических вызовов // Устойчивое развитие горных территорий. 2021. Т. 13. № 2 (48). С. 224-237.
9. Velichko E., Tshovrebov E., Niyazgulov U. Organizational, technical and economic fundamentals of waste management and monitoring // E3S Web of Conferences. Topical Problems of Green Architecture, Civil and Environmental Engineering, TPACEE 2019.2020. P. 08031.
10. Hart J., Adams K. and others. Barriers and drivers in a circular economy: the case of the built environment. Procedia CIRP. 2019. No. 80.Pp. 619–624.

#### **Literature**

1. Panarin V.M., Maslova A.A., Grishakov K.V., Grishakova O.V., Treshchev D.V. Development of a mathematical model for forecasting environmental pollution in industrialized regions // Ecological systems and devices. 2023. No. 1. Pp. 17-24.
2. Alborov I.D., Burdzieva O.G., Tedeeva F.G., Glazov A.P. Ecological risk in the natural-technical system // Proceedings of the Institute of Geology of the Dagestan Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. 2017. No. 71. Pp. 100-103.
3. Shadrunkova I.V., Zelinskaya E.V., Orekhova N.N. Technological transformation as a key driver of the development of the sphere of recycling of secondary raw materials // in the collection: modern problems of complex and deep processing of mineral raw materials of natural and man-made origin (Plaksin readings - 2022). Materials of the international conference. 2022. Pp. 63-69.
3. Tskhovrebov E.S. Formation of regional strategies for managing the management of secondary resources. Vestnik MGSU. 2019. Vol. 14. No. 4 (127). Pp. 450-463.

4. Tshovrebov E.S. Ecological and economic aspects of planning the placement and design of industrial facilities for processing, utilization, and neutralization of waste. Vestnik MGSU. 2018. Vol. 13. No. 11 (122). Pp. 1326-1340.
5. Chertes K.L., Shestakov N.I. Modern biopositive technologies for waste processing in the municipal construction sector // Bulletin of the MGSU. 2020. Vol. 15. Issue 8. Pp. 1135-1146.
6. Lykova L.V., Zelinskaya E.V. Separately collected waste is not garbage, but secondary raw materials // In the collection: Natural resource potential, ecology and sustainable development of the regions of Russia. Collection of articles of the XVII International Scientific and Practical Conference. 2019. Pp. 97-101.
7. Chanturia V.A., Shadrinova I.V., Gorlova O.E. Innovative processes of deep and environmentally safe processing of man-made raw materials in conditions of new economic challenges // Sustainable development of mountain territories. 2021. Vol. 13. No. 2 (48). Pp. 224-237.
8. Velichko E., Tshovrebov E., Niyazgulov U. Organizational, technical and economic fundamentals of waste management and monitoring // E3S Web of Conferences. Topical Problems of Green Architecture, Civil and Environmental Engineering, TPACEE 2019.2020. P. 08031.
9. Hart J., Adams K. and others. Barriers and drivers in a circular economy: the case of the built environment. Procedia CIRP. 2019. No. 80. Pp. 619–624.

© Цховребов Э.С., 2024 Международный журнал прикладных наук и технологий «Интеграл», № 2/2024

**Для цитирования:** Цховребов Э.С. ЭКОЛОГИЧЕСКИ И ПОЖАРОБЕЗОПАСНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И СИСТЕМЫ РАЗДЕЛЬНОГО СБОРА И ОБРАБОТКИ РЕСУРСНЫХ КОМПОНЕНТОВ ПОЛИМЕРСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ // Международный журнал прикладных наук и технологий «Интеграл», № 2/2024

Научная статья

Original article

УДК 632.4:635.21

DOI 10.55186/02357801-2024-6-2-2



**ПРИМЕНЕНИЕ НЕТЕРМАЛЬНОЙ АРГОНОВОЙ ПЛАЗМЫ  
ПРОТИВ ВОЗБУДИТЕЛЯ ФИТОФТОРОЗА (PHYTOPHTHORA SPP)  
THE EFFECT OF NON-THERMAL ARGON PLASMA ON THE CAUSATIVE  
AGENT OF LATE BLIGHT (Phytophthora spp)**

**Петрухина Дарья Игоревна**, к.б.н., старший научный сотрудник, НИЦ  
«Курчатовский институт» – ВНИИРАЭ, г. Обнинск

**Харламов Владимир Александрович**, к.б.н., и.о. заведующего лаборатории,  
НИЦ «Курчатовский институт» – ВНИИРАЭ, г. Обнинск

**Горбатов Сергей Андреевич**, научный сотрудник, аспирант, НИЦ  
«Курчатовский институт» – ВНИИРАЭ, г. Обнинск

**Меджидов Ибрагим Меджидович**, научный сотрудник, аспирант, НИЦ  
«Курчатовский институт» – ВНИИРАЭ, г. Обнинск

**Petrukhina D.I.** [daria.petrukhina@outlook.com](mailto:daria.petrukhina@outlook.com)

**Kharlamov V.A.** [kharlamof@gmail.com](mailto:kharlamof@gmail.com)

**Gorbatov S.A.** [gorbatovsa004@gmail.com](mailto:gorbatovsa004@gmail.com)

**Medzhidov I.M.** [immedzhidov@mail.ru](mailto:immedzhidov@mail.ru)

### Аннотация

Были проведены лабораторные эксперименты по определению эффектов нетермальной плазменной струи на возбудителя фитофтороза. Споры *Phytophthora* spp. гибнут перед заражением – прорастанием спор в субстрат. Антифитофторозный эффект плазмы на споры наблюдали как через 2 ч после посева на субстрат, так и через 10 ч после посева. Уже после экспозиции в течение 1 мин степень ингибирования превышала 90 %. Воздействие аргоновой плазмой на суховоздушный мицелий приводила к снижению количества выживших спор. Степень ингибирования числа КОЕ от контроля превышала 90 % после 10 мин экспозиции.

### Summary

The experiments were performed to determine the effect of a non-thermal plasma jet on the causative agent of late blight. *Phytophthora* zoospores dying before infecting - germination of spores to the substrate. The effect against late blight of plasma treatment was recorded both after 2 h to spores sowing on the substrate and after 10 h to spores sowing. After a short-term exposure for 1 min, the degree of zoospore inhibition exceeded 90 %. Exposure of the non-thermal plasma jet on a dry-air *Phytophthora* spp. mycelium led a decrease in the number of surviving spores. The degree of inhibition of the CFU number from the control exceeded 90 % after 10 min of plasma exposure.

**Ключевые слова:** холодная плазма, СВЧ-плазма, *Solanum tuberosum* L., фитопатогены, грибковые заболевания растений, псевдогрибы, оомицеты.

**Keywords:** cold plasma, microwave plasma, *Solanum tuberosum* L., phytopathogens, fungal diseases of plants, fungus-like microorganism, oomycete.

Оомицеты рода *Phytophthora* являются возбудителями фитофтороза у разных видов растений и может переходить с одного растения на другое. Среди сельхозкультур фитофтороз поражает картофель, томаты, перец, баклажаны, а также плодовые деревья (Пляхневич и др., 2006). Это заболевание наиболее

вредносно своим ранним проявлением и высокой скоростью развития в течение вегетационного сезона (Филиппов, 2012). Вредоносность фитофтороза можно уменьшить с помощью интегрированной защиты, включающей использование здорового семенного материала, устойчивых сортов, а также химических средств защиты. Несмотря на значительные успехи селекции, наиболее надежным способом защиты от фитофтороза остается химический метод (Кузнецова и др., 2015). Однако после того, как были получены первые фитофтороустойчивые сорта сельхозкультур и началось их коммерческое выращивание, вскоре накопились вирулентные расы возбудителя фитофтороза. Проблемы возникли и при использовании химических методов защиты. Повсеместное их применение быстро привело к накоплению в грибных популяциях резистентных к некоторым химическим веществам штаммов (Еланский и др., 2007).

Действия нетермальной или холодной плазмы атмосферного давления на возбудителя фитофтороза сельскохозяйственных культур не исследовано и потому является актуальной задачей. Нетермальная плазма в воздухе над поверхностью суспензий клеток или биологических тканей рассматривается как генератор активных форм кислорода и азота, ионов, сольватированных/акватированных электронов (Оловянникова и др. 2020). Особенности нетермальной плазмы с температурой видимой части факела 40–42° С в том, что ее температура близка к температуре биологических объектов, что позволяет применять данный тип плазмы к живым системам (Тихонов, Гостев, 2012).

Целью данной работы стала оценка действия нетермальной плазменной струи на *Phytophthora* spp.

### **Материалы и методы исследования**

Источник нетермальной плазменной струи разработан во ВНИИРАЭ, Обнинск. Создание и поддержание микроволнового (стримерного) разряда происходит в потоке аргона при давлении близком к атмосферному.

Температура газа на выходе из сопла была 25...30 °С. Исследование проводили в лабораторных условиях. Использовался изолят *Phytophthora* spp. с картофеля, который был выделен и предоставлен из ВНИИ картофельного хозяйства имени А. Г. Лорха.

Использовали суховоздушные образцы мицелия сроком хранения от 2 мес. до 2 лет. Изучали зависимость антифитофторозной активности нетермальной плазмы от длительности экспозиции. Из обработанных плазмой и контрольных, образцов без экспозиции плазмой, готовили смывы по общепринятой методике и высевали на картофельно-сахарозный агар.

В экспериментах на споры *Phytophthora* spp. готовили инокулюм – смыв с поверхности картофельно-сахарозного агара с 7-ми-суточной культурой. На чашки Петри вносили 50 мкл инокулюма и засекали сплошным газоном. Экспозицию плазмой проводили после посева смыва на поверхность плотной среды. Изучали: зависимость ингибирующего действия плазмы от периода инкубации посева зооспор перед экспозицией; зависимость ингибирующего действия плазмы от длительности экспозиции. Контролем служили посева, без предварительной экспозиции плазмой.

Посевы на чашках Петри инкубировали 15 сут при +20...22 °С. Основным показателем действия плазмы были изменения количества КОЕ на плотной среде. Процент ингибирования роста КОЕ фитопатогена определяли по формуле:  $((\text{КОЕ}_{\text{контроль}} - \text{КОЕ}_{\text{опыт}}) / \text{КОЕ}_{\text{контроль}}) * 100 \%$ . В таблицах количественные значения представлены в виде  $M \pm \sigma$  (среднее значение  $\pm$  стандартное отклонение).

### **Результаты экспериментов**

Было продемонстрировано значительное влияние аргоновой плазменной струи на суховоздушный мицелий *Phytophthora* spp. Динамика числа КОЕ возбудителя фитофтороза в зависимости от длительности экспозиции плазмой приведена в табл. 1.

Таблица 1 Количество КОЕ на чашку на 10 сутки в зависимости от длительности экспозиции на мицелий

Длительность экспозиции, мин	Контроль	5	10	15
ср. зн	220	161	6	3
ст. откл	33	32	1	1
Степень ингибирования роста числа КОЕ % от контроля	-	26,8	97,3	98,6

Значимый эффект от экспозиции аргоновой плазмой был продемонстрирован как на суховоздушный мицелий, хранящийся 2 г., так и 2 мес. Степень ингибирования числа КОЕ *Phytophthora spp.* увеличивалась с возрастанием длительности экспозиции плазмой. Степень ингибирования превышала 90 % уже после 10 мин экспозиции. После 5 мин экспозиции значимого эффекта на мицелий, хранящийся 2 месяца, не наблюдалось (табл. 2).

Таблица 2 Воздействие нетермальной плазмы на суховоздушный мицелий

Длительность хранения мицелия	2 месяца		2 года	
	20 мин	Контроль	15 мин	Контроль
ср. зн	6,50	151,00	3,00	219,67
ст. откл	0,71	26,87	1,00	32,65
Степень ингибирования числа КОЕ, % от контроля	95,70	-	98,63	-

Дальнейшие эксперименты показали высокую чувствительность зооспор возбудителя фитофтороза к воздействию нетермальной аргоновой плазмы непосредственно после посева (табл. 3). Значимой корреляции снижения

количества жизнеспособных зооспор фитопатогена от увеличения времени экспозиции плазмой не зафиксировали. Уже после 1 мин экспозиции количество колоний *Phytophthora* spp. снижалось на 87 %. После 5 и 10 мин экспозиции происходило полное ингибирование.

Таблица 3 Количество КОЕ на 10 сутки инкубации после экспозиции зооспор плазмой сразу после посева

Длительность экспозиции, мин	Контроль	1	5	10
ср. зн	94	12	1	0
ст. откл	9	4,8	0	0
Степень ингибирования роста числа КОЕ % от контроля	-		100	100

В следующем варианте эксперимента экспозицию плазмой на зооспоры проводили через 1 ч и через 10 ч после посева на плотную питательную среду. Результаты также показали высокую чувствительность зооспор *Phytophthora* spp. к аргоновой плазме (табл. 4).

Таблица 4 Действие нетермальной плазмы на возбудитель фитофтороза в различные сроки после посева зооспор на чашки Петри

В различные сроки после посева до экспозиции плазмой	Контроль	2 ч		10 ч	
Длительность экспозиции, мин	-	1	10	1	10
ср. зн	199	10,00	0,00	0,00	0,00
ст. откл	2,52	17,32	0,00	0,00	0,00
Степень ингибирования роста числа КОЕ % от контроля	-	94,98	100	100	100

Действие аргоновой плазмы на возбудитель фитофтороза наблюдали как через 2 ч после посева зооспор на плотную питательную среду, так и через 10 ч после посева. Степень ингибирования роста КОЕ превышала 90 % даже после кратковременной экспозиции плазмой в течение 1 мин.

### Обсуждение

По результатам проведенного исследования можно сделать вывод об антифитофторозной активности нетермальной плазменной струи.

Как показали результаты исследований, нетермальная аргоновая плазма способна подавить рост зооспор возбудителя фитофтороза спустя 10 ч после попадания зооспор на поверхность плотной питательной среды в чашках Петри. Эти результаты демонстрируют защитную активность плазмы, потому что в литературе указано, что прорастание зооспорангиев в зооспоры, происходящее на молодом мицелии в течение 1,5...2 ч, обеспечивает самое быстрое нарастание инфекции в поле, так как для прямого прорастания их в ростовые трубки требуется 5...8 ч (Ильяшенко Д. А. и соавт., 2010).

Таким образом, для выраженного антифитофторозного действия необходимо воздействие на споры патогена до момента заражения. На практике это актуально после уборки сельхозпродукции. Кроме того, целесообразно дальнейшее исследование эффективности нетермальной плазменной струи с целью борьбы с остатками суховоздушным мицелия на поверхности сельхозпродуктов. Этот суховоздушный мицелий в процессе хранения может дать начало развитию болезни.

### **Заключение**

В данном эксперименте была показана эффективность нетермальной аргоновой плазмы против сухого мицелия фитопатогена. Наблюдали подавление роста КОЕ после воздействия на мицелий, хранящийся от 2 месяцев и с 2 лет. Выраженность антифунгального эффекта зависела от времени экспозиции плазмы на объект. Степень ингибирования превышала 90 % после 10 мин экспозиции.

Также в данном исследовании показано, что споры возбудителя фитофтороза гибнут перед заражением на чашках Петри. Поэтому, экспозиция плазмой должна быть проведена до прорастания спор. Наблюдали как через 2 ч после посева, так и через 10 ч после посева. Степень ингибирования превышала 90 % даже после кратковременного воздействия в течение 1 мин.

### Литература

1. Еланский С. Н., Дьяков Ю. Т., Милютина Д. И., Апрышко В. П., Побединская М. А., Филиппов А. В., Козловский Б. Е., Кузнецова М. А., Рогожин А. Н., Стацюк Н. В. Популяции возбудителя фитофтороза картофеля в России // Картофелеводство России: актуальные проблемы науки и практики: материалы Междунар. конгресса «Картофель. Россия – 2007 г. – 2007. – С. 103-111.
2. Ильяшенко Д. А., Иванюк В. Г., Калач В. И., Ерчик В. М., Пляхневич М. П., Софьин О. Ф. Методические указания по оценке картофеля на устойчивость к клубневым гнилям. – Самохваловичи: РУП «Науч.-практ. центр НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству», 2010. 52 с.
3. Кузнецова М. А., Рогожин А. Н., Сметанина Т. И., Дорофеева Л. Л. Новое решение против фитофтороза и альтернариоза // Картофель и овощи. 2015. №. 7. С. 27-29.
4. Оловянникова Р. Я., Макаренко Т. А., Лычковская Е. В., Гудкова Е. С., Мурадян Г. А., Медведева Н. Н., Чекишева Т.Н., Бердников С.И., Семичев Е. В., Малиновская Н. А., Салмина А. Б., Салмин В. В. Химические механизмы действия холодной плазмы на клетки // Фундаментальная и клиническая медицина. 2020. Т. 5. №. 4. С. 104-116.
5. Пляхневич М. П. Современные методы прогноза развития фитофтороза картофеля // Весці НАН Беларусі Серыя Аграрных Навук. 2006. №. 5. С. 138-140.
6. Тихонов Е. А., Гостев К. В. Перспективы применения холодной плазмы промышленности в сфере живых систем // Наука и бизнес: пути развития. 2012. № 3(09). С. 75-78.
7. Филиппов А. В. Фитофтороз картофеля // Защита и карантин растений. 2012. Т. 5. С. 61-88.

### Literature

1. Elansky S. N., Dyakov Yu. T., Milyutina D. I., Apryshko V. P., Pobedinskaya M. A., Filippov A. V., Kozlovsky B. E., Kuznetsova M. A., Rogozhin A. N., Statsyuk N. V. Populations of the causative agent of potato late blight in Russia // Potato growing in Russia: current problems of science and practice: materials of the International. Congress “Potatoes. Russia – 2007 – 2007. – pp. 103-111.
2. Pyashenko D. A., Ivanyuk V. G., Kalach V. I., Erchik V. M., Plyakhnevich M. P., Sofin O. F. Guidelines for assessing potatoes for resistance to tuberous rot. – Samokhvalovichi: RUE “Scientific and practical. Center of the National

- Academy of Sciences of Belarus for Potato and Fruit and Vegetable Growing", 2010. 52 p.
3. Kuznetsova M. A., Rogozhin A. N., Smetanina T. I., Dorofeeva L. L. New solution against late blight and alternaria // Potatoes and vegetables. 2015. No. 7. pp. 27-29.
  4. Olovyannikova R. Ya., Makarenko T. A., Lychkovskaya E. V., Gudkova E. S., Muradyan G. A., Medvedeva N. N., Chekischeva T.N., Berdnikov S.I., Semichev E.V., Malinovskaya N.A., Salmina A.B., Salmin V.V. Chemical mechanisms of the action of cold plasma on cells // Fundamental and Clinical Medicine. 2020. Vol. 5. No. 4. pp. 104-116.
  5. Plyakhnevich M. P. Modern methods for predicting the development of potato late blight // News of the National Academy of Sciences of Belarus and Gray Agrarian Sciences. 2006. No. 5. pp. 138-140.
  6. Tikhonov E. A., Gostev K. V. Prospects for the use of cold plasma in industry in the field of living systems // Science and business: ways of development. 2012. No. 3(09). pp. 75-78.
  7. Filippov A.V. Late blight of potatoes // Protection and quarantine of plants. 2012. T. 5. P. 61-88.

© Петрухина Д.И., Харламов В.А., Горбатов С.А., Меджидов И.М., 2024  
Международный журнал прикладных наук и технологий «Интеграл», № 2/2024

**Для цитирования:** Петрухина Д.И., Харламов В.А., Горбатов С.А., Меджидов И.М. Применение нетермальной аргоновой плазмы против возбудителя фитофтороза (*Phytophthora* spp)// Международный журнал прикладных наук и технологий «Интеграл», № 2/2024

Original article

UDC 910.3

DOI 10.55186/02357801-2024-6-2-3



**ASSESSMENT OF FOOD BALANCE OF BASIC FOODSTUFFS:  
REGIONAL ASPECT**

**ОЦЕНКА ПИЩЕВОГО БАЛАНСА ОСНОВНЫХ ПРОДУКТОВ  
ПРОДОВОЛЬСТВИЯ: РЕГИОНАЛЬНЫЙ АСПЕКТ**

**Svetlana A. Rodomanskaya**, candidate of geog. sciences, associate professor of computer science and information custom technologies, branch of the Russian customs academy named after. V.B. Bobkova, candidate of geographical sciences, associate professor of the department, [svetlana\\_1902@mail.ru](mailto:svetlana_1902@mail.ru)

**Светлана Александровна Родоманская**, кандидат геог. наук, доцент кафедры информатики и информационных таможенных технологий филиала Российской таможенной академии им. В.Б. Бобкова, кандидат географических наук, доцент кафедры, [svetlana\\_1902@mail.ru](mailto:svetlana_1902@mail.ru)

**Abstract.** The relevance of these studies is due to the need to simplify the food security assessment system. The main objectives of the study were the development of typological tools and, with its help, the typology of regions in terms of food balance. Within the framework of these studies, the authors propose to express the balance of the producing and consumed volumes of food in a more generalized sense of the balance indicator. The typification of regions was based on positive, zero and negative values of the balance sheet indicator. As a result of the research, the regions

of Russia were divided into three types: donors, recipients, and relative self-sufficient regions. It was found that donor regions have a positive balance and are “food footholds”; regions with a zero balance of basic food resources have a minimum value of food security, and recipient regions are characterized by a lack of production at all or slightly developed, with low socio-economic indicators. For the main food products (grain, meat and milk), using the MapInfo 12.0.5 program, small-scale maps (1: 45,000,000) the food balance of the regions of the Russian Federation in 2018 were compiled. The spatial differentiation of the food balance of the regions of the Russian Federation was studied. It was revealed that the regions of the North Caucasus, Central Chernozem, Volga, Southern Urals, Western Siberia are traditionally characterized by developed agricultural production. They are major producers of the bulk of grain, meat and milk. At the same time, it was also revealed that a number of regions of the Central Federal District, the Northern and North-Western regions of the European part of Russia, the regions of Siberia and the Far East are characterized by a lower level of production intensity and, accordingly, have a low food supply. On the whole, Russia remains a grain-producing power, and continues to strive for self-sufficiency in meat and dairy products. In conclusion, it is noted that this typology of regions can be the basis for the creation of insurance and mobilization food reserves, where donor regions will take an active part.

**Аннотация.** Актуальность данных исследований обусловлена необходимостью упрощения системы оценки продовольственной безопасности. Основными задачами исследования являлись разработка типологического инструментария и с его помощью типология регионов по продовольственному балансу. В рамках этих исследований авторы предлагают выразить баланс производимых и потребляемых объемов продуктов питания в более обобщенном смысле показателя баланса. Типизация регионов проводилась на основе положительных, нулевых и отрицательных значений балансового показателя. В результате исследования регионы России были разделены на три типа: доноры, реципиенты и относительно самодостаточные

регионы. Установлено, что регионы-доноры имеют положительный баланс и являются «продовольственными плацдармами»; регионы с нулевым балансом основных продовольственных ресурсов имеют минимальное значение продовольственной безопасности, а регионы-реципиенты характеризуются отсутствием производства вообще или слабо развитым, с низкими социально-экономическими показателями. По основным продуктам питания (зерну, мясу и молоку) с помощью программы MapInfo 12.0.5 составлены мелкомасштабные карты (1:45 000 000) продовольственного баланса регионов РФ в 2018 году. Изучена пространственная дифференциация продовольственного баланса регионов Российской Федерации. Выявлено, что регионы Северного Кавказа, Центрального Черноземья, Поволжья, Южного Урала, Западной Сибири традиционно характеризуются развитым сельскохозяйственным производством. Они являются крупными производителями основной массы зерна, мяса и молока. При этом также выявлено, что для ряда регионов Центрального федерального округа, Северных и Северо-Западных регионов европейской части России, регионов Сибири и Дальнего Востока характерен более низкий уровень интенсивности производства и, соответственно, имеют низкую обеспеченность продовольствием. В целом Россия остается зернопроизводящей державой и продолжает стремиться к самообеспечению мясом и молочными продуктами. В заключение отмечается, что данная типология регионов может стать основой для создания страховых и мобилизационных продовольственных резервов, в которых регионы-доноры примут активное участие.

**Key words:** food security, food balance, balance sheet, region, territorial differentiation, donation, recipient, relative self-sufficiency

**Ключевые слова:** продовольственная безопасность, продовольственный баланс, баланс, регион, территориальная дифференциация, пожертвование, получатель, относительная самообеспеченность.

## 1. Introduction

Each country cares about preserving its sovereignty and the right to an independent foreign policy without external dictates, while striving for the food self-sufficiency in key food products [1]. For any country, regions play a significant role in solving the problem of food security. [2;3].

The territorial differences that have developed in Russia in terms of opportunities, the scale of production in the regions of the country, the placement of productive forces in them, affect the differentiation of the structure of the food sector, its results and, as a consequence, the irregularity of food consumption, giving rise in turn to the problem of the food supply at the regional level. At the same time, emerging new economic conditions from a functional position for the food system of the state only reinforce this problem, since the development of the country's regions is often characterized by instability and disequilibrium, violation of the scientifically based criteria for the territorial organization of industries, insufficient elaboration of issues of adaptation to changing market conditions [4].

The specifics of the problem of food security have been studied and continue to be studied by many domestic researchers and specialists in related fields of sciences: L.I. Abalkin, V.G. Agaev, E.N. Antamoshkina, I.V. Bumbar, A.Yu.Volkov, M.S. Donskova, N.A. Ermolina, V.A. Ivanov, M.V.Kandelya, A.A. Lysochenko, R.E. Mansurov, V.N. Ryabchenko, V.V. Terentyev, P.S. Yunusova, L.L. Pashina and others. [5-15]

The author of this study notes that the above-mentioned works and a number of other unmentioned works have a "hidden" challenge to geographical sciences, leaving a reserve for establishing topological and typological differences, possible division into food clusters, territorial "growth zones" and establishing boundaries between them. However, the "nature" of the formation of food clusters and territorial "growth zones" has not yet been studied by geographers. But at the same time, the prerequisites for identifying the territorial differentiation of the level of self-sufficiency in food by regions were still undertaken by R.V. Filippov, N.V.

Rogovskaya, S.A. Rodomanskaya [16; 17; 18]. In their research, they prefer the geographical approach, assuming that it contributes to the creation of optimal models of the territorial organization of the supply of food products to the population.

The author of the article comes to a consensus that the wide range of food security issues under consideration dictates the need for systematization and structuring of a large accumulated experience in the study of food security. Since there is a need to find methods and ways to smooth out those interregional differences that differentiate by territory, while developing a policy for solving the food problem and corrective measures not to one territorial entity, but to their group. In other words, there is a need to identify a group of regions with similar features of the food problem and create typological groupings, leaving in this case "the field of activity" in the competence of geographical sciences. Since their task is not only to study and analyze, but also to structure and systematize the way in which decisions taken in the political, economic and business sphere are in accordance with territorial features.

To the Russian Federation food security is a system of mutual complementarity of its regions that produce and consume food with different annual balances of these processes, and as a whole bring together a nationwide positive balance.

The country's food security lies not only in the efficient production of the volumes of food necessary for consumption, but also in the correlation of the geography of production and consumption processes [19]. The geography of food security has not yet taken shape in the family of geographical sciences as a separate direction. Although it can be noted that the geography of food consumption has already emerged as a separate area of social geography, as evidenced by the work of S.Y. Kornekova [20; 21]. The geography of food security connects two directions: the geography of production and the geography of food consumption.

The scientific novelty of the presented research lies in the combination of

these two directions in a single format of the geography of food security.

The practical significance of the proposed methodology lies in its possible application as a more generalizing element (without considering more detailed indicators) of food security monitoring system in the Russian Federation, the creation of which is provided for by Presidential Decree No. 20 of January 23, 2020 "On the approval of food security Doctrine of the Russian Federation" [24].

## **2. Models and Methods**

The main purpose of this study is to identify the features of the territorial organization of food security in Russia as an interregional balance of food production and consumption. The goal-oriented tasks are as follows: 1) simplification of tools in the implementation of typological generalizations that allow to develop a policy for solving the food problem and corrective measures simultaneously for a group of territorial objects; 2) the proposal of a formula for calculating the balance indicator of the region's food supply; 3) typification of Russian regions based on quantitative values of the balance sheet indicator into donor regions, recipient regions and regions with relative self-sufficiency.

The methodological basis of the research was a systematic approach in the unity of philosophical, general scientific and geographical methods in order to analyze the spatial dynamics of food security for key food products in the regions of the Russian Federation. The materials of the Federal State Statistics Service and the Unified Interdepartmental Information and Statistical System on the development of the food system of the studied regions for 2018 were used as the main sources of information [22; 23]. Statistical information was processed in the context of the main types of agricultural products of crop production (cereals and legumes; vegetables and melons) and animal husbandry (meat, milk, egg). Within the framework of this article, research is presented on three main food products: crop production - grain, and livestock products - milk and meat.

The dialectical method of research, as a philosophical method, acquires a completely geographical form of the duality of the geography of food security. The

dialectical correlation of two territorial-differentiated processes of food production and consumption determines the essence of a new geographical direction that may later find expression in the content of cartographic material. The cartographic method of research is implemented in cartographic works that visually complement the scientific explanation.

To assess the territorial differentiation of Russia's food security, a balanced indicator of the region's food supply was introduced, which is defined as the degree of optimality (balance) of food production and consumption volumes in a more generalized sense.

This indicator was considered at the level of positive, zero and negative values. The basis for calculating the balance sheet indicator was the author's selection of four main indicators: 1) the total volume of agricultural production (agricultural raw materials, semi-finished products and finished products) for all types of farms in the region (district) in question (million tons, 2018); 2) consumption of this product by the region (district) (million tons, 2018); 3) available stocks of this product in the region (district) at the beginning of the year (million tons, 2018) and 4) the available stocks of products in the region (district) at the end of the year (million tons, 2018).

In formula 1, the balance indicator of the region's food supply is positive only if the volume of food production and carry-over food stocks at the beginning of the year exceed the actual needs of the population of the region and carry-over stocks of food at the end of the year. In the other two cases, formula (2) can take zero and negative values, respectively.

$$\text{PRODUCTION} + \text{STOCKS}_b > \text{CONSUMPTION} + \text{STOCKS}_e \quad (1)$$

or

$$\text{PRODUCTION} + \text{STOCKS}_b - \text{CONSUMPTION} - \text{STOCKS}_e > 0 \quad (2),$$

where  $\text{stocks}_b$  – stocks of food at the beginning of the year;  $\text{stocks}_e$  - stocks of food at the end of the year

In formulae 1 and 2, the production was taken into account as the main source of food, and the consumption was the main channel of its use. The actual volumes of agricultural products produced were taken into account for all categories of farms: agricultural organizations (large, medium, small, subsidiary), households of the population (horticultural, livestock, dacha plots of citizens in rural and urban areas) and peasant farm economy. Also, the stocks of agricultural products at the end and beginning of the reporting period were taken into account, the availability of which is considered as an opportunity for the region to provide its population with food before the start of the new harvest.

The smallest unit of analysis was the region of the Russian Federation – as a geographically integrated and industrial and economic complex that has the ability to produce agricultural products based on favorable climatic and resource conditions. Further, the balance indicators of the regions made it possible to assess and determine the food balance for the district, and then for the whole country.

The quantitative values of the balance indicator, reflecting dynamically variable changes in the selected indicators as the basis for its calculation, made it possible to divide the regions of Russia into areas of three main types: donors, recipients and relatively self-sufficient regions. The total volumes of food production and consumption with their available mobilization reserves were used for detailed characterization of the main types of allocated areas.

The areas of donors have a positive balance between production and consumption of basic food resources. Donors are located in agricultural regions. Their production capacities tend to the agro-climatic potential of the territory. In general, their territories, as a rule, occupy a leading position in the production of any agricultural products and are distinguished by a high level of food security, since they produce food products in excess of their norms of domestic needs, and the surplus can be sold to other regions of Russia. For this type of regions, simple and expanded food production takes place on the basis of innovative implementation and development of the main branches of the agro-industrial complex. Here, agriculture,

as a key type of economic activity, is formed in conditions of the greatest agricultural development of the territory, which in turn are characterized by a wide variety of types of enterprises (agricultural holdings, large agricultural organizations, collective farms, LLC, SEC, PFE and sole proprietors), the formation of which is due to the peculiarities of the economic and geographical location. The level has a wide industry specialization. The agricultural holdings and large agricultural organizations of this level develop a complete food production chain – from the production of agricultural raw materials to the production of finished food products.

The formation of areas of relatively self-sufficient regions is due to the zero balance of basic food resources. Such regions have an agrarian-industrial orientation and average conditions for the introduction of agriculture. Having no stocks of products, these regions are slightly dependent on the import of products. Areas of this type occupy intermediate positions between donors and recipients and have equally likely positions to occupy the position of one or another type due to changes in the selected indicators up or down.

The formation of areas of food recipients is due to the negative balance between production and consumption of certain types of products. To a greater extent, these regions are distinguished either by the absence of agricultural production at all, or by extremely poorly developed, as well as by low socio-economic indicators. Basically, these regions consume more than they produce, and literally "survive" by importing food, not to mention the existence of available stocks and their exports. The territories of recipients, for example, may include territories of extensive anthropogenic impact with irreversible processes in natural and economic systems, highly urbanized territories or northern areas that combine both territories with a denser population density, with a high degree of concentration of large industry, urban development, and territories with mining and industrial land use and land use based on the traditional nature management of the indigenous population.

### **3. Result and Discussion**

Structural and geographical issues of food security are presented by the author in a series of works on the Earth sciences [17; 18; 25]. This article is the final exit to the level of practical generalizations, which is implemented using a simplified typological toolkit based on the interregional balance of food production and consumption. Within the framework of these studies, all the presented numerical values for the characteristics of the regions were obtained by the author.

The territorial differentiation of Russia's food security is largely determined by the regional contrast of food processes: production and consumption. At the same time, the smoothing of interregional differences in food consumption is carried out through the national system of its distribution.

The values of the balance indicator calculated for 85 regions reflected, on the one hand, a significant spread in the range of values and in the whole country, and on the other hand, a high correlation dependence of the selected indicators on the final result of the food balance. According to the calculated values of the balance indicator, three types of areas on the territory of the Russian Federation (donors, recipients and relatively self-sufficient) corresponding to the actual level of food security in 2018 were identified. At the same time, the entire food system within Russia is considered as a set of identified areas that have certain volumes of food production and consumption, and the share of the region's involvement in the reduction of the food balance in the whole country.

The results of the research indicate that food security for the main food products selected for the study (grain, milk and meat) in Russia develops unevenly. In general, there is a surplus of grain in the country, which allows to exceed the needs of the Russian population by 5.5 times, but at the same time there is a small shortage of meat and dairy products (a negative food balance, a shortage of meat is 4% and milk is 7%). Calculations have shown that 72 donor regions have a positive grain balance in the country, which accounted for more than 97% of Russian grain production (table 1, fig.1).

**Table 1**

**Indicators of the main volumes of production and consumption of cereals  
and legumes by federal districts in 2018 (in farms of all categories)**

Federal subjects	Production, (million tons)	Consumption (million tons)	Stocks at the beginning of the year, (million tons)	Stocks at the end of the year, (million tons)	Type*	Surplus (+) and deficit (-) of the balance of production and consumption of products
<b>The Russian Federation</b>	<b>112,9</b>	<b>24,5</b>	<b>71,3</b>	<b>90,7</b>	<b>D</b>	<b>5,5 times</b>
Central Federal District (CFD)	31,8	4,1	17,1	19,2	D	7,7 times
North-Western Federal District (NWFD)	0,75	0,4	1,4	1,3	D	1,8 times
Southern Federal District (SthFD)	35,8	4,4	15,0	17,4	D	8 times
North Caucasus Federal District (NCFD)	13,3	1,9	5,8	6,7	D	6,9 times
Volga Federal District (VFD)	30,6	7,4	19,6	24,6	D	4 times
Ural Federal District (UFD)	6,7	6,7	4,4	5,4	D	3,8 times
Siberian Federal District (SbFD)	15,7	4,2	13,2	15,5	D	3,7 times
Far Eastern Federal District (FEFD)	0,76	0,3	0,6	0,6	D	2,5 times

\*Type of territory in terms of food balance (D – donor; RSS – relatively self-sufficient; R- recipient)

Source: [Compiled by the author]

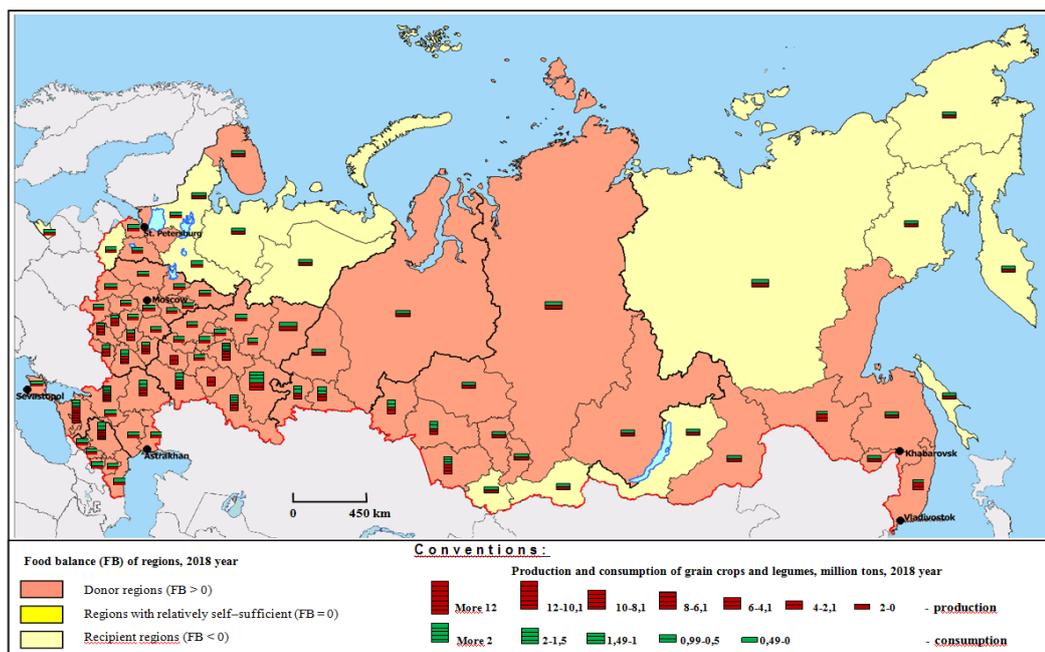


Figure 1. Food balance of grain crops and leguminous regions of the Russian Federation Source: [Compiled by the author]

In these regions, the leader among all cereals is spring and winter wheat, which occupies 34.8% of the total area for cereals in 2018. The next is barley (10.4%), oats (3.5%), legumes (3.5%) and corn (3%).

For the donor regions of the Southern, Volga and Central Federal Districts, one of the reasons for the high production indicator is their grain specialization with a total grain share of 70-80% and a high return on the cultivated area. In terms of grain production, regions of this type are united mainly by the predominant extensive agricultural land and fairly highly developed agricultural production. Among the donor regions, there are regions that combine low consumption over production and high export potential. These are 8 regions, including guarantors for Russia for the production and export of grain, such as the Krasnodar Krai (12% of the total Russian production), the Rostov Region (10.4%), the Stavropol Krai (9.8%), the Saratov Region, the Voronezh Region, the Volgograd Region, the Kursk Region and the Altai Krai. These regions are the largest donors for Russia, in terms of production capacity, exports and the possibility of providing food aid to other regions.

All the rest of the 13 regions, which make up about 3% of the total Russian grain production, were classified as recipients. For them, the main recipient factor in grain production is that these are mainly the territories of the northern regions, low-land and densely populated territories, where the introduction of agriculture due to unfavorable climatic conditions is difficult or extremely poorly developed. These include: the Arkhangelsk Region, the Vologda Region, the Kamchatka Krai, the Komi Republic, the Republic of Karelia, the Magadan Region, the Sakhalin Region, the Chukotka Autonomous District, the Republic of Tyva, the Republic of Sakha (Yakutia), the Kaliningrad Region, as well as the federal cities of Sevastopol and St. Petersburg.

Several regions with high productivity have already been observed for the production of meat and milk. The positive balance in the production of meat products is brought together by 28 donor regions with a specific weight of 66.5% of the total Russian volume. Among them, a large group of donor regions is concentrated in the Central and Volga Federal Districts with the largest share of production of 38.2% and 20.4% of the total Russian volume, respectively. (table 2, fig.2).

**Table 2**

**Indicators of the main volumes of production and consumption of meat and meat products ((in slaughter weight) by federal districts in 2018 (in farms of all categories)**

Federal subjects	Production, (million tons)	Consumption (million tons)	Stocks at the beginning of the year, (million tons)	Stocks at the end of the year, (million tons)	Type *	Surplus (+) and deficit (-) of the balance of production and consumption of products
<b>RF</b>	<b>10,6</b>	<b>11,1</b>	<b>0,86</b>	<b>0,91</b>	<b>R</b>	<b>- 4 %</b>
CFD	4,2	3,2	0,20	0,27	D	24 %
NWFD	0,72	1,1	0,06	0,05	R	- 32 %
SthFD	1,0	1,2	0,08	0,07	R	- 17 %
(NCFD	0,68	0,62	0,04	0,04	RSS	0,9 %
VFD	2,23	2,13	0,2	0,2	D	10 %
UFD	0,75	0,86	0,08	0,08	R	- 12%

SbFD	1,0	1,2	0,10	0,13	R	- 16 %
FEFD	0,13	0,62	0,07	0,06	R	- 79 %

\*Type of territory in terms of food balance (D – donor; RSS – relatively self-sufficient; R- recipient)

Source: [Compiled by the author]

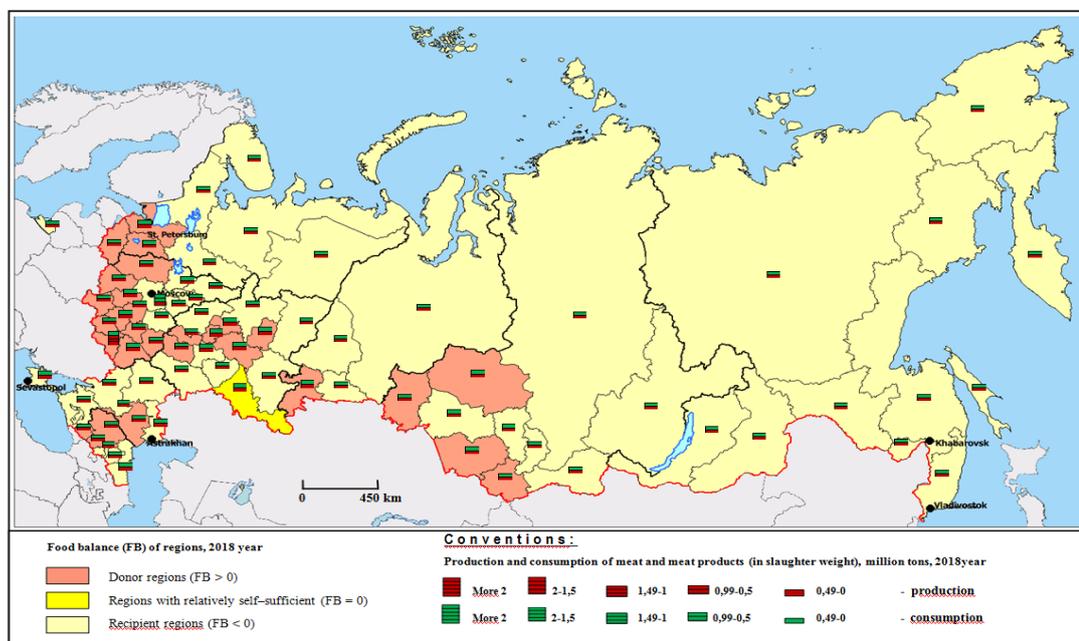


Figure 2. Food balance of meat and meat products (in slaughter weight) of the regions of the Russian Federation [Compiled by the author]

For this type regions the poultry meat predominates in the structure of production of all types of meat - 47.2%. The remaining recipient regions (57 regions) with a negative food balance are characterized by an excess of consumption indicators over meat production indicators. For example, federal cities – Moscow, St. Petersburg and the Moscow Region - stand out from the territories with an increased consumption index, as combining the lack of established production and a high demographic burden.

The high milk productivity is observed in 40 donor regions, which together accounted for 21% of the total Russian volume. Of the donor regions, the regions of the Volga (9.4 million tons), Central (5.7 million tons) and Siberian (4.3 million tons) federal districts show the greatest dynamics in providing milk, which

amounted to 30.7%, 18.6%, 14% of the all-Russian production volume, respectively. (table 3, fig.3). There is a status of recipients of milk production in 35 regions of Russia. The regions of the Far Eastern Federal District have the lowest milk production indicators. For example, the volume of milk production in the Magadan Region amounted to 6.1 thousand tons, in the Jewish Autonomous Region 9.1 thousand tons, in the Kamchatka Territory 20.9 thousand tons, in the Khabarovsk Territory 26.6 thousand tons. While the indicator of consumption of dairy products in these regions exceeds 2-6 times.

**Table 3**

**Indicators of the main volumes of milk production and consumption from all types of animals by federal districts in 2018 (in farms of all categories)**

Federal subject	Production, (million tons)	Consumption (million tons)	Stocks at the beginning of the year, (million tons)	Stocks at the end of the year, (million tons)	Type *	Surplus (+) and deficit (–) of the balance of production and consumption of products
<b>RF</b>	<b>30,6</b>	<b>33,0</b>	<b>1,7</b>	<b>1,6</b>	<b>R</b>	<b>–7 %</b>
CFD	5,7	7,9	0,44	0,42	R	– 28 %
NWFD	1,8	3,6	0,14	0,16	R	– 49 %
SthFD	3,6	3,5	0,15	0,15	RSS	0,2%
NCFD	2,6	2,3	0,09	0,08	D	14 %
VFD	9,4	7,8	0,46	0,46	D	21 %
UFD	1,9	2,5	0,14	0,13	R	– 22 %
SbFD	4,3	4,0	0,2	0,2	D	7 %
FEFD	0,97	1,2	0,06	0,03	R	– 16 %

\*Type of territory in terms of food balance (D – donor; RSS – relatively self-sufficient; R- recipient)

Source: [Compiled by the author]

Within the framework of these studies, in general, it is worth highlighting that the areas of the donor regions have a pronounced agricultural specialization, export-oriented policy, developed transport and business infrastructure, innovative introduction into agricultural production. The specialization of these regions is based both on commodity balanced production of products and on the processing of

valuable consumer properties of agricultural crops. The agriculture, as a key type of economic activity, is formed in conditions of the greatest agricultural development of the territory, which in turn are characterized by a wide variety of types of enterprises (collective farms, limited liability companies (LLC), agricultural production enterprises (SEC), peasant farm economy (PFE) and sole proprietors (SP)), the formation of which is due to the peculiarities of the economic and geographical location.

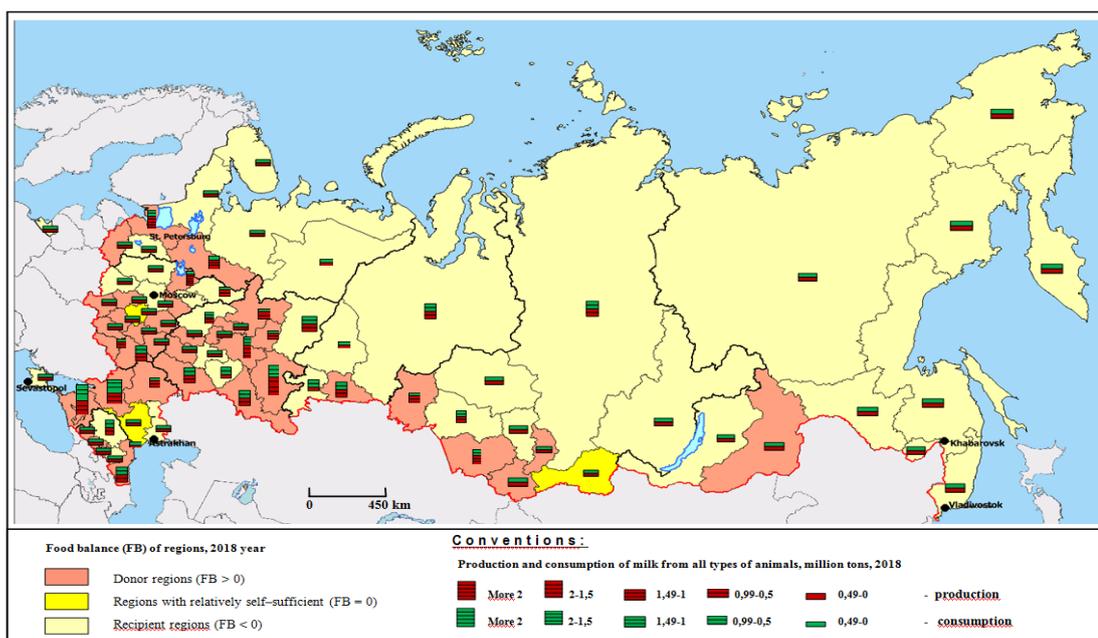


Figure 3. Food balance of milk from all types of animals in the regions of the Russian Federation Source: [Compiled by the author]

While the recipient regions are territories of extensive anthropogenic impact with irreversible processes in natural and economic systems, highly urbanized territories or northern areas that combine both territories with a denser population density, with a high degree of concentration of milk of large-scale industry, urban development, and territories with mining land use and land use based on the traditional nature management of the indigenous population. Due to the extremely low agroecological potential of the lands and permafrost, very low self-sufficiency rates for all food products are observed for these areas [17, 26; 27; 28].

#### **4. Conclusion**

In conclusion, it is worth noting that the balance indicator proposed by the author demonstrates the degree of balance of producing and consuming food products, taking into account the available stocks of products at the beginning and end of the year, and can become the main generalizing indicator in the all-Russian food security monitoring system. This indicator allows us to establish correlations of production processes (production and consumption) with the zonal-sectoral differentiation of territories and their different levels of socio-economic development.

In the course of these studies, the type of region and the level of food self-sufficiency were determined for each food product, both the region itself and its share in the total volume of production and consumption of agricultural products in the country. There are also regions that act as locomotives of food growth and strive to produce as much food as possible, and those regions that need serious state support and are focused at least on increasing the incoming food from donors. In its turn, it makes it possible to determine the production load on the donor regions and the number of recipient regions for the state, whose territories as a whole pose the greatest threat, since they entail an increase in the state's dependence on food supplies from outside.

From the national federal positions, this typology of regions can be the basis for the construction of such a food supply system, which will eliminate food asymmetry in the level and quality of life of the population of territories, overcome the "automation" of territories with competitive types of resources, remove contradictions in the strategic interests of territories and exports, overcome the negative trends of economic development in a number of territories and, through the development of the potential of territorial cooperation, ensure the spread of economic activity from donor regions to recipients. The formation of a network of food clusters as tools for resource mobilization for dynamic economic growth, increasing competitiveness and diversification of the regional economy based on

mechanisms for managing the interaction of regional industries can act as a system-forming priority direction for the development of the food system at the regional level.

### References

1. Soldatova S.S., Kondasheva S.R. Specifics of ensuring food security in Russia in modern economic conditions // Scientific and educational journal for students and teachers. – No. 3. – 2022 URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/spetsifika-obespecheniya-prodovolstvennoy-bezopasnosti-rossii-v-sovremennyh-ekonomicheskikh-usloviyah>
2. Yunusova P.S. The regional level of food security: specifics, factors of ensuring // National interests: priorities and security № 16. – 2009. – pp. 59-64
3. Chupina I.P., Beznosov G.A. The food security of the region // Economics, finance and management: trends and prospects of development / Collection of scientific papers on the results of the international scientific and practical conference № 2. – 2015. – p. 316
4. Abdurakhmanova L.S. The food security of the region: essence, threats, factors determining it // RPE 3 (65). – 2016. – pp. 20-25
5. Abalkin L.I. The economic security of Russia. Threats and their reflection /L.I. Abalkin // Voprosy ekonomiki № 6. – 1994. – pp. 4-18.
6. Agaev V.G. Organizational and economic mechanism of ensuring the food security / V.G. Agaev. - M.: MAA. – 2000. – p. 178
7. Bumbar I.V., Kandel M. V., Ryabchenko V. N. The state and problems of agricultural technology development in the light of the draft Doctrine of Food Security of the Russian Federation//The Far Eastern Agrarian Bulletin № 3 (11). - 2009 URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sostoyanie-i-problemy-razvitiya-selskohozyaystvennoy-tehniki-v-svete-proekta-doktriny-prodovolstvennoy-bezopasnosti-rossiyskoy>
8. Volkov A.Yu., Donskova L. A., Kotkova V. V. Technological solutions in the production of food products in the context of ensuring their quality and safety //

New technologies № 3. – 2018 URL:

<https://cyberleninka.ru/article/n/tehnologicheskie-resheniya-v-proizvodstve-pischevyh-produktov-v-kontekste-obespecheniya-ih-kachestva-i-bezopasnosti>

9. Ivanov V. A., Terentyev V. V. The territorial-sectoral and organizational structure of the agricultural sector of the Komi Republic // Izvestiya Komi NC UrO RAS 2 (2). - 2010 URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/territorialno-otraslevaya-i-organizatsionnaya-struktura-agrarnogo-sektora-respubliki-komi>
10. Mansurov R. E. The methodology of rating assessment of food self-sufficiency of districts of the Volgograd Region as an element of the system of regional management of the agro-industrial complex // Bulletin of the Volga State University. - Series 3: Eco-nomics. Ecology1 (38). – 2017. – pp.52-61
11. Antamoshkina E. N. The integral assessment of food security of the Southern Federal District regions // Bulletin of the Volga State University. - Series 3: Economics. Ecology № 1. – 2014. – p. 6-16
12. Yunusova P.S. The regional level of food security: specifics, factors of ensuring // National interests: priorities and security № 16. – 2009. – p. 59-64
13. Pashina L.L. The ensuring the region food security // Far Eastern Agrarian Bulletin 4 (16). – 2010. – p. 66-74
14. Ermolina N.A. The role of self-sufficiency of agrarian territories in ensuring the food security of the country and regions // National interests: priorities and security 25. – 2010 URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/rol-samodostatochnosti-agrarnyh-territoriy-v-obespechenii-prodovolstvennoy-bezopasnosti-strany-i-regionov>
15. Lysochenko A.A. The food security and ecologization: practical solution of problems at the regional level in modern economic conditions // JER № 1. – 2015. –URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/prodovolstvennaya-bezopasnost-i-ekologizatsiya-prakticheskoe-reshenie-problem-na-regionalnom-urovne-v-sovremennyh-ekonomicheskikh>

16. Rogovskaya N.V., Filippov R.V. The economic and geographical features of food security of the region on the example of the Irkutsk region // Bulletin of Eurasian Science № 4. – 2018 URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ekonomiko-geograficheskie-osobennosti-prodovolstvennoy-bezopasnosti-regiona-na-primere-irkutskoy-oblasti>
17. Rodomanskaya S. A. The territorial differentiation of the Amur Region districts by the level of self-sufficiency in food [Electronic resource]: <http://qje.su/selskohozyajstvennye-nauki/moskovskij-konomiceskij-zhurnal-4-2018-62/> *Moscow Economic Journal* № 4 (19). - 2018 DOI 10.24411/2413-046X-2018-14063 (in Russian)
18. Rodomanskaya S. A. The assessment of the level of food security of the Amur region *Moscow Economic Journal* № 2 (20). – 2018 (in Russian)
19. Tarshilova L.S. (2015) The territorial differentiation of the development of agricultural production in the region // *International Journal of Applied and Fundamental Research* 2015 № 4 (part 2). – 2015. – p. 243-246
20. Kornekova S.Yu. Food consumption in Russia: Regional specifics// *Izvestiya of St. Petersburg State University of Economics* № 6. – 2014. – p.54-60
21. Kornekova S. Y. (2017) The conceptual foundations of the geography of food consumption: abstract of the dissertation of the Doctor of Geographical Sciences. 25.00.24. Saint Petersburg 43. – 2017. – 43 p.
22. Official website of the Federal State Statistics Service [Electronic resource] access code:<https://rosstat.gov.ru>
23. Website of the Government Ministry for the Development of the Far East and the Arctic [Electronic resource] access code:<https://minvr.gov.ru/>
24. Decree of the President of the Russian Federation of 21.01.2020 N 20 "On the approval of the Doctrine of food security of the Russian Federation"
25. Novikov A. N., Rodomanskaya S. A. The philosophical and geographical analysis of the concept «food security» in the context of the relations of nature,

population and economy // Humanitarian vector №14 (2). – 2019. – p. 144-152.  
DOI:10.21209/1996-7853-2019-14-2-144-152

26. Baklanov P. Ya. Spatial production systems (microstructural level of analysis and management) // Moscow.: Nauka 150. – 1986
27. Baklanov P. Ya. (2013) Structuring of territorial socio-economic systems // Bulletin of the Moscow University 5. Geography № 5. – 2013. – p. 3-8
28. Baklanov P. Ya. (2013) Types of structural transformations in territorial socio-economic systems // Bulletin of the Moscow University. Geography № 4. –2013. – p. 12-17

### Литература

1. Солдатова С.С., Кондашева С.Р. Особенности обеспечения продовольственной безопасности России в современных экономических условиях // Научно-учебный журнал для студентов и преподавателей. – № 3. – 2022 URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/spetsifika-obespecheniya-prodovolstvennoy-bezopasnosti-rossii-v-sovremennyh-ekonomicheskikh-usloviyah>
2. Юнусова П.С. Региональный уровень продовольственной безопасности: специфика, факторы обеспечения // Национальные интересы: приоритеты и безопасность № 16. – 2009. – pp. 59-64
3. Чупина И.П., Безносков Г.А. Продовольственная безопасность региона // Экономика, финансы и управление: тенденции и перспективы развития / Сборник научных трудов по итогам международной научно-практической конференции № 2. – 2015. – С. 316
4. Абдурахманова Л.С. Продовольственная безопасность региона: сущность, угрозы, факторы, определяющие ее // РПЭ 3 (65). – 2016. – pp. 20-25
5. Абалкин Л.И. Экономическая безопасность России. Угрозы и их отражение / Л.И. Абалкин // Вопросы экономики № 6. – 1994. – pp. 4-18.

6. Агаев В.Г. Организационно-экономический механизм обеспечения продовольственной безопасности / В.Г. Агаев. - М.: МАА. – 2000. – р. 178
7. Бумбар И.В., Кандель М.В., Рябченко В.Н. Состояние и проблемы развития агротехнологий в свете проекта Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации // Дальневосточный аграрный вестник № 3 (11). - 2009 URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sostoyanie-i-problemy-razvitiya-selskohozyaystvennoy-tehniki-v-svete-proekta-doktriny-prodovolstvennoy-bezopasnosti-rossiyskoy>
8. Волков А.Ю., Донскова Л.А., Коткова В.В. Технологические решения в производстве пищевых продуктов в контексте обеспечения их качества и безопасности // Новые технологии № 3. – 2018 URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/технологические-решения-в-производстве-пищевых-продуктов-в-контексте-обеспечения-их-качества-и-безопасности>
9. Иванов В. А., Терентьев В. В. Территориально-отраслевая и организационная структура агропромышленного комплекса Республики Коми // Известия Коми НЦ УрО РАН 2 (2). - 2010 URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/territorialno-otraslevaya-i-organizatsionnaya-struktura-agrarnogo-sektora-respubliki-komi>
10. Мансуров Р. Е. Методика рейтинговой оценки продовольственной самообеспеченности районов Волгоградской области как элемент системы регионального управления агропромышленным комплексом // Вестник Волжского государственного университета. - Серия 3: Экономика. Экология1 (38). – 2017. – стр.52-61.
11. Антамошкина Е. Н. Интегральная оценка продовольственной безопасности регионов Южного федерального округа // Вестник Волжского государственного университета. - Серия 3: Экономика. Экология № 1. – 2014. – с. 6-16

12. Юнусова П.С. Региональный уровень продовольственной безопасности: специфика, факторы обеспечения // Национальные интересы: приоритеты и безопасность № 16. – 2009. – С. 59-64
13. Пашина Л. Л. Обеспечение продовольственной безопасности региона // Дальневосточный аграрный вестник 4 (16). – 2010. – с. 66-74
14. Ермолина Н.А. Роль самообеспеченности аграрных территорий в обеспечении продовольственной безопасности страны и регионов // Национальные интересы: приоритеты и безопасность 25. – 2010 URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/rol-samodostatocnosti-agrarnyx-territoriy-v-obespechenii-prodovolstvennoj-bezopasnosti-strany-i-regionov>
15. Лысоченко А.А. Продовольственная безопасность и экологизация: практическое решение проблем регионального уровня в современных экономических условиях // ЖЭР № 1. – 2015. –URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/prodovolstvennaya-bezopasnost-i-ekologiza-prakticheskoe-reshenie-problem-na-regionalnom-urovne-v-sovremennykh-ekonomicheskikh>
16. Роговская Н.В., Филиппов Р.В. Экономико-географические особенности продовольственной безопасности региона на примере Иркутской области // Вестник евразийской науки № 4. – 2018 URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ekonomiko-geograficheskie-osobennosti-prodovolstvennoy-bezopasnosti-regiona-na-primere-irkutskoj-oblasti>
17. Родоманская С. А. Территориальная дифференциация районов Амурской области по уровню самообеспеченности продовольствием [Электронный ресурс]: <http://qje.su/selskohozyajstvennyye-nauki/moskskij-konomicheskij-zhurnal-4-2018-62/> Московский экономический журнал № 4 (19). - 2018 DOI 10.24411/2413-046X-2018-14063 (на русском языке)

18. Родоманская С. А. Оценка уровня продовольственной безопасности Амурской области // Московский экономический журнал № 2 (20). – 2018 (на русском языке)
19. Таршилова Л.С. (2015) Территориальная дифференциация развития сельскохозяйственного производства в регионе // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований 2015 № 4 (часть 2). – 2015. – с. 243-246
20. Корнекова С.Ю. Потребление продуктов питания в России: региональная специфика // Известия СПбГЭУ № 6. – 2014. – С.54-60.
21. Корнекова С. Ю. (2017) Концептуальные основы географии потребления продуктов питания: автореферат диссертации доктора географических наук. 25.00.24 . Санкт-Петербург 43. – 2017. – 43 р.
22. Официальный сайт Росстата [Электронный ресурс] код доступа: <https://rosstat.gov.ru>.
23. Сайт Правительства Министерства по развитию Дальнего Востока и Арктики [Электронный ресурс] код доступа: <https://minvr.gov.ru/>
24. Указ Президента Российской Федерации от 21.01.2020 N 20 "Об утверждении Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации"
25. Новиков А. Н., Родоманская С. А. Философско-географический анализ понятия «продовольственная безопасность» в контексте взаимоотношений природы, населения и экономики // Гуманитарный вектор №14 (2). – 2019. – с. 144-152. DOI: 10.21209/1996-7853-2019-14-2-144-152
26. Бакланов П.Я. Пространственные производственные системы (микроструктурный уровень анализа и управления) // М.: Наука 150. – 1986.

27. Бакланов П.Я. (2013) Структурирование территориальных социально-экономических систем // Вестник Московского университета 5. География № 5. – 2013. – С. 3-8
28. Бакланов П.Я. (2013) Типы структурных преобразований в территориальных социально-экономических системах // Вестник Московского университета. География № 4. –2013. – р. 12-17

© С.А. Родоманская, 2024 *Международный журнал прикладных наук и технологий «Интеграл», № 2/2024*

**Для цитирования:** С.А. Родоманская *Assessment of food balance of basic foodstuffs: regional aspect// Международный журнал прикладных наук и технологий «Интеграл», № 2/2024*

Научная статья

Original Article

УДК 631.95 (71)

DOI 10.55186/02357801-2024-6-2-4



**РАЗВИТИЕ АГРАРНОГО СЕКТОРА ПРОВИНЦИИ КВЕБЕК  
(КАНАДА)**

**DEVELOPMENT OF THE AGRICULTURAL SECTOR IN THE PROVINCE  
OF QUEBEC (CANADA)**

**Григорьева Е.Е.**, кандидат биологических наук, доцент факультета мировой политики ГАУГН

**Шульга П.С.**, к.с.-х.н., доцент факультета почвоведения МГУ имени М.В.Ломоносова

**Grigorieva E.**, Cand. Sci. (Biology), Assistant Professor, State Academic University for Humanities, World Politics Faculty

**Shulga P.**, Cand. Sci. (Agriculture), Associate Professor, Faculty of Soil Science, Lomonosov Moscow State University

**Аннотация.** В статье рассматриваются основные характеристики аграрного сектора Квебека и его роль в экономике провинции. Особое внимание уделяется программам, связанным с экологическим сопровождением сельскохозяйственного производства.

**Abstract.** The article discusses the main characteristics of Quebec agricultural sector and its role in the provincial economy. Particular attention is paid to the programs related to environmental support of agricultural production.

**Ключевые слова:** Канада, сельское хозяйство, Квебек, Сельскохозяйственная перепись Канады 2021 года, экономические показатели, экологическое сопровождение сельскохозяйственного производства

**Keywords:** Canada, agriculture, Quebec, Canada's 2021 Census of Agriculture, environmental support of agricultural production

В отличие от других провинций Канады социально-экономическое развитие сельского хозяйства в Квебеке шло особым путем, что было обусловлено сохранением пережитков французского сеньориального землевладения. Товарное земледелие получило заметное развитие лишь во второй половине прошлого века, в связи с общим экономическим подъемом, активизацией федеральной и особенно франко-канадской экономической политики. Сеньориальная система была институциональной формой распределения земли, формирующей сеньории, при которой принадлежавшие королю земли распределялись между сеньорами, представляющими знать, католическое духовенство, военных офицеров и гражданских администраторов. Было сформировано около 220 сеньорий. Они охватывали практически все населенные районы по обоим берегам реки Святого Лаврентия (*St. Lawrence River*) между Монреалем и городом Квебек, а также долины Шодьер и Ришелье (*Chaudière and Richelieu Valleys*) и простирались до полуострова Гаспе (*Gaspé Peninsula*). Сеньории делились на участки, которые предоставлялись в аренду крестьянам, обязанным платить оброк и выполнять другие феодальные повинности. Участки сеньорий представляли длинные прямоугольные полосы. Участки земли сеньора обычно сдавались в аренду на основании должным образом нотариально заверенного контракта. В 1935 году правительство Квебека создало Комиссию по обратному выкупу

сеньориальной ренты (*Syndicat national du rachat des rentes seigneuriales – SNRRS*) в попытке раз и навсегда покончить с сеньориальной системой. Последний платеж муниципалитетов в эту комиссию был произведен в 1970 году [1].

Хотя по площади Квебек занимает среди канадских регионов второе место после Нунавута (15,4% от общей площади Канады), лишь небольшой процент всех земель в Квебеке (менее 2% от общей площади) используется для сельскохозяйственной деятельности. Сегодня 80% сельскохозяйственного производства сосредоточено в долине Святого Лаврентия, в основном на Монреальской равнине (зоне смешанных равнинных лесов).

В Квебеке как в целом и для аграрного сектора сохраняется тенденция сокращения числа ферм и укрупнение их размеров. По переписи 2021 года в провинции насчитывалось 29 380 ферм (15,5% от числа всех канадских ферм), что на 76% меньше по сравнению с 1956 годом. При этом средний размер ферм увеличился на 102% до 107 га. Однако за последние пять лет можно отметить «умеренное» изменение этих показателей (рис. 1).

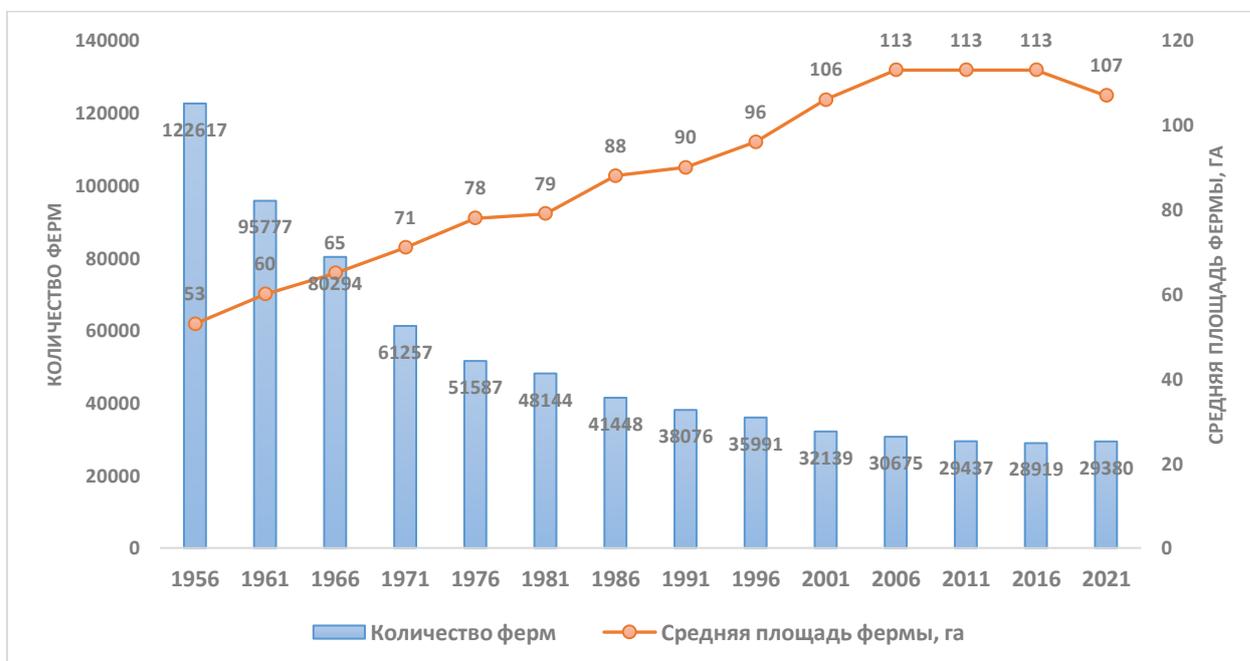


Рисунок 1. Данные по численности и среднему размеру ферм в Квебеке в 1956-2021 гг. Источник: Составлено по данным Statistics Canada.

Значительная часть ферм специализируется на производстве молока и молочной продукции, производстве свинины, при этом доля квебекских ферм данных специализаций соответствует 47% и 42% от общего числа хозяйств этих специализаций в Канаде. Существенные позиции у производителей сои и кукурузы. Наибольшая доля ферм в Квебеке (19,8% от общего числа) занимается производством кленового сиропа. Следует также отметить, что, хотя численность ферм в Квебеке по производству голубики и клюквы незначительна, их доля соответствует 26,5% и 37% от общего числа ферм этих специализаций по стране (Табл. 1).

**Таблица 1. Численность и специализация ферм в Квебеке (2021 г.)**

Специализация ферм	Количество ферм	% от общего числа ферм в Квебеке	% от числа ферм данной специализации в стране
Производство молока и молочной продукции	4 422	15,1	47,0
Производство говядины	2 395	8,1	6,0
Производство свинины	1 276	4,3	42,3
Производство мяса птицы и яиц	913	3,1	17,2
Овцеводство и козоводство	628	2,1	17,6
Производство иной продукции животноводства	1 789	6,1	11,3
Производство масличных и зерновых культур, в т. ч.:	5 160	17,6	7,9
производство сои	2 518	8,6	21,4
производство кукурузы	1 434	4,9	27,0
Овощеводство и бахчеводство	1 233	4,2	24,3

Выращивание фруктов и орехов, в т. ч.:	1 470	5,0	20,7
производство голубики	991	3,4	26,5
производство клюквы	85	0,3	37,1
Тепличное производство, питомниководство, цветоводство	1 192	4,0	22,7
Производство иных сельскохозяйственных культур, в т. ч.:	8 902	30,4	29,2
- производство кленового сиропа	5 812	19,8	91,3
Всего	29 380	100	

*Источник: Составлено на основе данных из [2]*

Квебек продолжает лидировать в Канаде по численности дойного стада: на его долю приходится 36,5% от общего количества дойных коров в стране. В Квебеке также зарегистрировано больше свиней, чем в любой другой провинции: 29,6% от общего количества этих животных в Канаде. За Квебеком вплотную следуют Онтарио (27,9%) и Манитоба (23,7%) (Табл. 2).

Квебек – один из крупнейших производителей дикой голубики в мире и занимает 1-место по количеству площадей под выращивание голубики в Канаде (40,9% от общего по стране). Большая часть урожая выращивается в регионах Сагены-Лак-Сен-Жан (*Saguenay–Lac-Saint-Jean*) и Кот-Нор (*La Côte-Nord*), благодаря их благоприятному климату. Ежегодный урожай голубики в Квебеке обычно превышает 45 тыс. тонн.

Квебек занимает второе место в мире по производству клюквы (*справочно: штат Висконсин в США остается регионом №1 по выращиванию клюквы в мире*) и 1-место по величине участков для выращивания клюквы в Канаде (58% от общего по стране). В Квебеке производство клюквы осуществляется в 6 регионах, однако 60 из 85 клюквенных ферм находятся в регионе Центр-дю-Квебек (*Centre-du-Québec*). Клюква считается одним из

флагманских продуктов региона. По мере развития производства увеличивается число очистных сооружений для переработки и замораживания клюквы, что также является элементом, способствующим экономическому развитию региона.

**Таблица 2. Лидирующие позиции сельхозпроизводителей Квебека**

Кленовый сироп	В 2022 г. в Квебеке произведено 91,6% всего объема кленового сиропа Канады (73,9% мировой продукции)
Клюква	Квебек занимает 1-место по количеству посевных площадей под клюкву в Канаде (58% от общего по стране)
Голубика	Квебек занимает 1-место по количеству посевных площадей под голубикой в Канаде (40,9% от общего по стране)
Поголовье молочного стада	Квебек занимает 1-место по численности дойного стада (36,5% от числа дойных коров в Канаде)
Поголовье свиней	Квебек занимает 1-место по поголовью (29,6% от общего количества свиней в Канаде)

*Источник: Составлено по данным Statistics Canada*

Самый знаковый продукт – это, конечно, кленовый сироп, который продолжает приносить Квебеку всемирное признание (в 2021 году провинция экспортировала кленового сахара и сиропа на сумму порядка 570 млн долл.). Кленовый сироп - символ богатого сельскохозяйственного наследия Квебека. Ежегодно в Квебеке производится около 90% от общего объема производства кленового сиропа в стране (около 74% мировой продукции). Кленовый сок переселенцев научили добывать индейцы, которые применяли его в качестве тонизирующего напитка. Квебекские крестьяне использовали продукты из кленового сиропа как заменитель сахара, поскольку они были доступнее и дешевле. Раньше в ствол клена просто вкручивали кран с ведром. Теперь технология пошла дальше: кленовый лес как сеть опутан трубками, которые идут от каждого дерева к маленькой насосной станции. Находчивые фермеры

сделали сбор сиропа и его варку традиционным в Квебеке фестивалем и приглашают самолично увидеть, как получают, собирают и варят кленовый сироп, попробовать, приобщиться к местной культуре. Называется это мероприятие «Кабане а Сукре» (*Cabane à sucre* – дословно переводится как *Сахарная избушка*) и проходит с конца февраля по конец апреля. В принципе, «Кабане а Сукре» – это вид успешного развития агротуризма. Для жителей Квебека и франко-канадцев посещение «Кабане а Сукре» – культурная практика, которая остается популярной. В 2021 году Министерство культуры и коммуникаций Квебека объявило традиции, связанные с проведением «Кабане а Сукре», элементом нематериального культурного наследия [3].

В Канаде, как и во многих других странах, растет спрос на органические продукты. Фермы, производящие органические продукты в стране, составляют 3,0% от общего числа ферм. Большая часть этих ферм (до 44%) находится в Квебеке (рис. 1). Органическое производство в Квебеке в значительной степени обеспечивается фермами, специализирующимися на производстве кленового сиропа и продуктов из него. В 2021 году почти четверть (23,3%) ферм в провинции, сообщающих об органическом производстве, были фермами по производству кленового сиропа с доходом от 25 000 до 249 000 долларов. Квебек был первой провинцией, принявшей полный стратегический план по развитию органического сектора (*Quebec Organic Growth Strategy - 2015-2018*) [5].

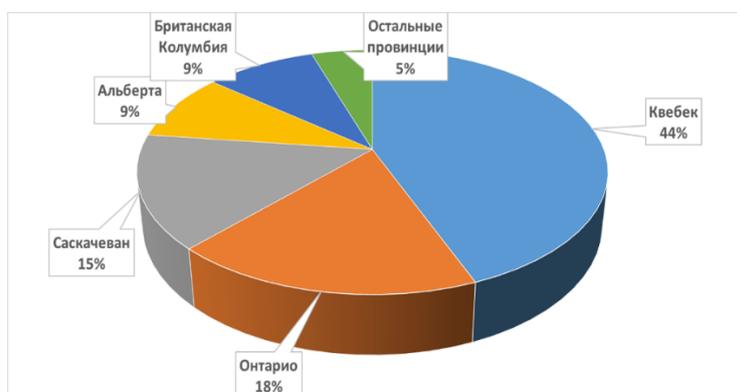


Рисунок 1. Распределение органических ферм по регионам Канады (2021 г.), %

*Источник: Составлено на основе данных из [4].*

Внедрение и адаптация новых производственных технологий и методов стали факторами модернизации сельского хозяйства в Квебеке. Квебек является лидером в Канаде по применению роботизированных технологий доения. На провинцию приходится 41% от общего числа молочных ферм в Канаде, использующих эту технологию (рис. 2).



**Рисунок 2. Использование роботизированных систем доения на фермах Канады**

*Источник: Составлено на основе данных из [6].*

В Квебеке возобновляемыми источниками энергии пользуются 7,8% ферм провинции. Эта доля - ниже национального уровня (11,9%). Как видно из Таблицы 3, наибольшей популярностью в Квебеке пользуется биоэнергетика. Более четверти (28,4%) всех ферм Канады, использующих при производстве возобновляемой энергии биоэнергетические системы, находятся в Квебеке. Биоэнергетическая система производит различные формы полезной энергии, получаемой из биомассы – биологического материала, который находится в твердом, жидком или газообразном состоянии и накапливает солнечный свет в виде химической энергии. Большинство этих квебекских ферм (60,4%) имеют годовой доход менее 100 000 долл.

**Таблица 3. Использование на фермах возобновляемых источников энергии в провинциях Канады (2021 год), % от общего по стране**

Вид источника	Атлантические провинции (Ньюфаундленд и Лабрадор, Остров Принца Эдуарда, Новая Шотландия, Нью-Брансуик)	Квебек	Онтарио	Провинции прерий (Альберта, Саскачеван, Манитоба)	Британская Колумбия	Канада
Ветряные турбины	2,2	4,1	53,8	35,5	4,4	100,0
Геотермальные энергетические системы	2,8	5,7	47,6	36,2	7,7	100,0
Солнечные панели	2,1	3,8	36,4	51,3	6,3	100,0
Биоэнергетика	5,0	28,4	31,6	28,4	6,6	100,0

*Источник: Составлено на основе данных из [7].*

При рассмотрении вопроса о распределении доходов по фермам Квебека, можно отметить, что небольшая группа крупных ферм обеспечивает большую часть доходов фермерских хозяйств в провинции. В 2021 году фермы в Квебеке с доходом от 1 миллиона долларов и более составляли 9,9% всех ферм в провинции, но на их долю приходилось почти две трети (62,6%) всех операционных доходов ферм (Табл. 4). Это сопоставимо с данными по всей стране. В Канаде фермы с доходом от 1 млн долларов и более составляют 9,9% от общего числа фермерских хозяйств и 69,1% от общего объема операционных доходов ферм.

**Таблица 4. Доля от общего объема доходов фермерских хозяйств и распределение ферм по общему объему доходов в Квебеке (\*), (По данным переписи 2021 г.)**

Уровни денежных поступлений, долл.	Общий доход ферм соответствующего уровня денежных поступлений, %	Численность ферм в зависимости от уровня денежных поступлений, %

менее 25 000	0,5	29,0
25 000 -99 999	2,7	22,1
100 000-249 999	5,5	14,9
250 000-499 999	10,1	12,3
500 000-999 999	18,6	11,8
1 000 000-2 000 000	19,0	6,1
Более 2 000 000	43,6	3,8
Всего	100	100

\*- учитываются доходы от продаж и поступления по программам для сельскохозяйственного сектора

*Источник:* Составлено по данным *Statistics Canada*.

В 2022 году в сельском хозяйстве Квебека было занято 56 200 человек – 1,3% от общей численности занятых в экономике провинции. Этот показатель соответствует значению в целом по стране (для Канады - 1,4%), но выше, чем для провинции Онтарио (Онтарио - 0,9%). Средний возраст оператора фермы в Квебеке составляет 54 года (Канада – 56 лет). На долю женщин от общего числа операторов фермерских хозяйств в Квебеке приходится около 28%, что немного ниже национального уровня (30,4%). Доля фермеров – иммигрантов среди фермерского населения в Квебеке – 3,7% (для Канады в целом – 6,9%). Интересно отметить, что лидирующая страна происхождения фермеров – иммигрантов: в Квебеке – Швейцария (29,4% от всех фермеров – иммигрантов), в целом по Канаде – Нидерланды (17,4% от всех фермеров – иммигрантов) [8].

Важное значение в Квебеке уделяется экологическим аспектам сельскохозяйственного производства. Соблюдение экологических стандартов стало одним из критериев получения фермерами государственной помощи. В 2020 году правительство Квебека приняло «План по развитию устойчивого сельского хозяйства Квебека на 2020 – 2030 гг.» (*Agir, pour une agriculture durable – Plan 2020-2030*). Этот План имеет пять целей: сокращение использования пестицидов и их рисков для здоровья и окружающей среды; улучшение здоровья почв и их сохранение; оптимизация применения удобрений; улучшение управления водными ресурсами; сохранение

биоразнообразия. Каждая цель имеет набор показателей, которые должны быть достигнуты к 2030 году (Табл. 5). План предусматривает выделение 70 млн долл. для выплат фермерам, использующим экологически безопасные методы производства, а также 55 млн долл. на развитие исследований и на совершенствование моделей передачи знаний в области устойчивого сельского хозяйства [9]. В рамках Плана была создана специальная Сеть исследований устойчивого сельского хозяйства Квебека (*Réseau québécois de recherche en agriculture durable – RQRAD*), координацию работы которой возглавляют ведущие ученые из университетов Квебека [10].

**Таблица 5. «План по развитию устойчивого сельского хозяйства Квебека на 2020 -2030 гг.» (*Agir, pour une agriculture durable – Plan 2020-2030*)**

Цели	Показатели и задачи на период до 2030 года
1. Сокращение использования пестицидов и их рисков для здоровья и окружающей среды	1.1. Сокращение продаж синтетических пестицидов на 500 000 кг 1.2. Снижение рисков для здоровья и окружающей среды на 40 %
2. Улучшение здоровья почв и их сохранение	2.1. 75% посевных площадей в зимний период будут засажены зерновыми культурами или остатками сельскохозяйственных культур 2.2. 85% сельскохозяйственных почв будут содержать 4% и более органических веществ
3. Оптимизация применения удобрений	3.1. Сокращение на 15% внесения азотных удобрений на сельскохозяйственные угодья
4. Улучшение управления водными ресурсами	4.1. Улучшение индекса здоровья бентоса рек с пониженным уровнем воды на один класс или 15 единиц 4.2. Снижение концентрации общего фосфора в реках на 15 %

5. Сохранение биоразнообразия	5.1. Удвоение количества благоустроенных сельскохозяйственных угодий (расширенные прибрежные полосы и ветрозащитные заграждения), благоприятных для биоразнообразия
-------------------------------	---

*Источник:* Составлено по данным из [9].

Следует также отметить реализацию в Квебеке федерального проекта (его стратегическое руководство, финансирование и координацию осуществляет Минсельхозпрод Канады) по созданию общенациональной сети «Живых лабораторий» для поддержки научных исследований в области охраны почвенных и водных ресурсов при сельскохозяйственном пользовании. Модель «Живых лабораторий» представляет собой комплексный подход к сельскохозяйственным исследованиям, объединяющий фермеров, ученых и другие заинтересованные стороны для совместной разработки, тестирования и мониторинга различных практик эффективного экологического менеджмента (*Beneficial Management Practices*) в реальных условиях сельскохозяйственного производства на фермах. Фермы выступают как инкубаторы инновационных технологий [11]. В Квебеке проект «Живых лабораторий» реализуется на 200 фермах в трех водоразделах выше по течению озера Сен-Пьер (*Lac Saint-Pierre*). Цель проекта – ускорить внедрение передовых методов ведения сельскохозяйственного производства, которые способствуют улучшению качества воды, биоразнообразия, здоровья почв и сокращению выбросов парниковых газов [12].

\*\*\*

На протяжении веков сельское хозяйство было основным фактором экономического двигателя Квебека и жизнеспособности его сельских регионов. Анализ состояния аграрного сектора провинции на современном

этапе свидетельствует об устойчивом развитии в Квебеке этого сектора экономики.

### Литература

1. Lambert Maude-emmanuelle. Seigneurial System. The Canadian Encyclopedia. Режим доступа: <https://www.thecanadianencyclopedia.ca/en/article/seigneurial-system#:~:text=The%20seigneurial%20system%20was%20an,family%20under%20a%20royalty%20system.>
2. Statistics Canada. Table 32-10-0166-01. Farms classified by farm type, Census of Agriculture historical data [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www150.statcan.gc.ca/t1/tb11/en/tv.action?pid=3210016601>.
3. Patrimoine culturel – La ministre Nathalie Roy désigne les traditions du temps des sucres comme élément du patrimoine immatériel du Québec. 11 avril, 2021. Communiqués. Ministère de la Culture et des Communications. Режим доступа: <https://www.mcc.gouv.qc.ca/index-i=2328-n=8637.html>.
4. Statistics Canada. Table 32-10-0363-01. Organic products, Census of Agriculture, 2021. Режим доступа: <https://www150.statcan.gc.ca/t1/tb11/en/tv.action?pid=3210036301&pickMembers%5B0%5D=1.248>.
5. The State of Organics: Federal-Provincial-Territorial Performance Report 2017. Canada Organic Trade Association 2017. Режим доступа: [https://ota.com/sites/default/files/StateofOrganics\\_2017-FINAL2.pdf](https://ota.com/sites/default/files/StateofOrganics_2017-FINAL2.pdf).
6. Statistics Canada. Table 32-10-0379-01. Technologies used on the operation, Census of Agriculture, 2021. Режим доступа: <https://www150.statcan.gc.ca/t1/tb11/en/tv.action?pid=32100379019>.
7. Statistics Canada. Table 32-10-0380-01. Renewable energy production, Census of Agriculture, 2021. Режим доступа: <https://www150.statcan.gc.ca/t1/tb11/en/tv.action?pid=3210038001>.

8. Portrait of Canada's immigrant farm population, 2021. Statistics Canada. Режим доступа: <https://www150.statcan.gc.ca/n1/pub/11-627-m/11-627-m2023043-eng.htm>.
9. Agir, pour une agriculture durable – Plan 2020-2030. Режим доступа: [https://cdn-contenu.quebec.ca/cdn-contenu/adm/min/agriculture-pecheries-alimentation/publications-adm/dossier/plan\\_agriculture\\_durable/PL\\_agriculture\\_durable\\_synthese\\_MA\\_PAQ.pdf?1603387731](https://cdn-contenu.quebec.ca/cdn-contenu/adm/min/agriculture-pecheries-alimentation/publications-adm/dossier/plan_agriculture_durable/PL_agriculture_durable_synthese_MA_PAQ.pdf?1603387731).
10. 2.5 million for the creation of the Réseau québécois de recherche en agriculture durable. Fonds de recherche du Québec. Québec City, October 8, 2021. Режим доступа: <https://frq.gouv.qc.ca/en/2-5-million-for-the-creation-of-the-reseau-quebecois-de-recherche-en-agriculture-durable>.
11. Григорьева Е., Шульга П. Инициатива «живые лаборатории» в сельском хозяйстве Канады// Научный сетевой журнал «Столыпинский вестник». №4 /2020. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://stolypin-vestnik.ru/wp-content/uploads/2020/10/Григорьева-Е.pdf>.
12. Laboratoire vivant – Québec. Initiative des laboratoires vivants. Agriculture et Agroalimentaire Canada. Режим доступа: <https://agriculture.canada.ca/fr/science/initiative-laboratoires-vivants/laboratoire-vivant-quebec>.

### References

1. Lambert Maude-emmanuelle. Seigneurial System. The Canadian Encyclopedia. Access mode: <https://www.thecanadianencyclopedia.ca/en/article/seigneurial-system#:~:text=The%20seigneurial%20system%20was%20an,family%20under%20a%20royalty%20system>.
2. Statistics Canada. Table 32-10-0166-01. Farms classified by farm type, Census of Agriculture historical data. Access mode: <https://www150.statcan.gc.ca/t1/tb11/en/tv.action?pid=3210016601>.

3. Patrimoine culturel – La ministre Nathalie Roy désigne les traditions du temps des sucres comme élément du patrimoine immatériel du Québec. 11 avril, 2021. Communiqués. Ministère de la Culture et des Communications. Access mode: <https://www.mcc.gouv.qc.ca/index-i=2328-n=8637.html>.
4. Statistics Canada. Table 32-10-0363-01. Organic products, Census of Agriculture, 2021. Access mode: <https://www150.statcan.gc.ca/t1/tb11/en/tv.action?pid=3210036301&pickMembers%5B0%5D=1.248>.
5. The State of Organics: Federal-Provincial-Territorial Performance Report 2017. Canada Organic Trade Association 2017. Access mode: [https://ota.com/sites/default/files/StateofOrganics\\_2017-FINAL2.pdf](https://ota.com/sites/default/files/StateofOrganics_2017-FINAL2.pdf).
6. Statistics Canada. Table 32-10-0379-01. Technologies used on the operation, Census of Agriculture, 2021. Access mode: <https://www150.statcan.gc.ca/t1/tb11/en/tv.action?pid=32100379019>.
7. Statistics Canada. Table 32-10-0380-01. Renewable energy production, Census of Agriculture, 2021. Access mode: <https://www150.statcan.gc.ca/t1/tb11/en/tv.action?pid=3210038001>.
8. Portrait of Canada's immigrant farm population, 2021. Statistics Canada. Access mode: <https://www150.statcan.gc.ca/n1/pub/11-627-m/11-627-m2023043-eng.htm>.
9. Agir, pour une agriculture durable – Plan 2020-2030. Access mode: [https://cdn-contenu.quebec.ca/cdn-contenu/adm/min/agriculture-pecheries-alimentation/publications-adm/dossier/plan\\_agriculture\\_durable/PL\\_agriculture\\_durable\\_synthese\\_MA\\_PAQ.pdf?1603387731](https://cdn-contenu.quebec.ca/cdn-contenu/adm/min/agriculture-pecheries-alimentation/publications-adm/dossier/plan_agriculture_durable/PL_agriculture_durable_synthese_MA_PAQ.pdf?1603387731).
10. 2.5 million for the creation of the Réseau québécois de recherche en agriculture durable. Fonds de recherche du Québec. Québec City, October 8, 2021. Access mode: <https://frq.gouv.qc.ca/en/2-5-million-for-the-creation-of-the-reseau-quebecois-de-recherche-en-agriculture-durable>.

11. Grigor'eva E., Shul'ga P. Iniciativa «zhivye laboratorii» v sel'skom hozyajstve Kanady// Nauchnyj setevoy zhurnal «Stolypinskij vestnik». №4 /2020. Access mode: <https://stolypin-vestnik.ru/wp-content/uploads/2020/10/Григорьева-Е.pdf>.
12. Laboratoire vivant – Québec. Initiative des laboratoires vivants. Agriculture et Agroalimentaire Canada. Access mode: <https://agriculture.canada.ca/fr/science/initiative-laboratoires-vivants/laboratoire-vivant-quebec>.

© Григорьева Е.Е., Шульга П.С., 2024 Международный журнал прикладных наук и технологий «Интеграл», № 2/2024

**Для цитирования:** Григорьева Е.Е., Шульга П.С. РАЗВИТИЕ АГРАРНОГО СЕКТОРА ПРОВИНЦИИ КВЕБЕК (КАНАДА) // Международный журнал прикладных наук и технологий «Интеграл», № 2/2024

Научная статья

Original article

УДК 621



**ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ  
СОВРЕМЕННЫХ СИЛОВЫХ МАШИН**

**ENERGY EFFICIENCY AND ENVIRONMENTAL SAFETY OF MODERN  
POWER MACHINES**

**Рябинин Семён Андреевич**, специалист, МГТУ им. Баумана (105005, г. Москва, вн. тер. г. муниципальный округ Басманный, ул. 2-я Бауманская, д. 5, с. 1), тел. 8(499) 263-63-91, bringomun@rambler.ru

**Semyon A. Ryabinin**, specialist, Bauman Moscow State Technical University (105005, Moscow, vn. ter. g. municipalnyi okrug Basmannyi, ul. 2-ia Baumanskaia, 5, s. 1), tel. 8(499) 263-63-91, bringomun@rambler.ru

**Аннотация.** В настоящей статье анализируется энергоэффективность и экологическая безопасность современных силовых машин (ССМ) и их характеристики. Освещается влияние различных технологий ССМ на окружающую среду. Изучаются преимущества и недостатки дизельных двигателей, газотурбинных установок, электрических двигателей, ветровых турбин и водородных топливных элементов. Рассматривается вклад инновационных решений и технологий в повышение устойчивости и снижение вредных выбросов. Обсуждается потенциал внедрения

интегрированных систем управления для оптимизации работы силовых машин, что может значительно улучшить их экологические показатели.

**Abstract.** The article analyzes the energy efficiency and environmental safety of modern power machines (PM) and their characteristics. It highlights the impact of various PM technologies on the environment. The advantages and disadvantages of diesel engines, gas turbine units, electric motors, wind turbines, and hydrogen fuel cells are studied. The contribution of innovative solutions and technologies to enhancing sustainability and reducing harmful emissions is considered. The potential for implementing integrated control systems to optimize the operation of power units, which can significantly improve their environmental indicators, is discussed.

**Ключевые слова:** энергоэффективность, экологическая безопасность, силовые машины, инновационные технологии, устойчивое развитие.

**Keywords:** *energy efficiency, environmental safety, power machines, innovative technologies, sustainable development.*

## **Введение**

В современном мире, где вопросы устойчивого развития (УР) и сохранения окружающей среды (ОС) становятся все более актуальными, особое внимание уделяется поиску и разработке технологий, способных минимизировать вредное воздействие на природу. Одним из ключевых направлений является повышение энергоэффективности и экологической безопасности современных силовых машин (ССМ).

ССМ – это устройства, широко используемые в различных сферах человеческой деятельности, от производства и транспорта до сельского хозяйства и строительства. ССМ характеризуются применением инновационных материалов, систем управления и технологии снижения выбросов. К ССМ относят оборудование для гидравлических, тепловых,

газовых и атомных электростанций, для передачи и распределения электроэнергии, а также транспортного и железнодорожного оборудования.

Целью данной работы является анализ энергоэффективности и экологической безопасности ССМ, включая оценку текущего положения дел в исследуемой области, выявление основных проблем и вызовов, а также разработку практических рекомендаций для улучшения эксплуатационных характеристик систем.

### **Основная часть**

Рынок современных силовых машин (ССМ) претерпевает значительные трансформации, вызванные как стремлением к повышению энергоэффективности, так и растущими требованиями к экологической безопасности. Эти тенденции отражаются в разработке и внедрении новых технологий, материалов и конструкций, направленных на снижение потребления энергии и уменьшение объема вредных выбросов.

Согласно отчету Международного энергетического агентства (МЭА), общемировое потребление энергии достаточно стабильно (рис. 1), причем источниками энергии являются как традиционные, так и чистые источники энергии [1]. В то же время, необходимость разработки и внедрения новых технологий ССМ, направленных на снижение энергопотребления и минимизацию вредных эмиссий, возрастает ввиду глобальной тенденции изменения климата и того фактора, что 65% глобальных выбросов парниковых газов приходится на сжигание ископаемого топлива и промышленную деятельность [2].

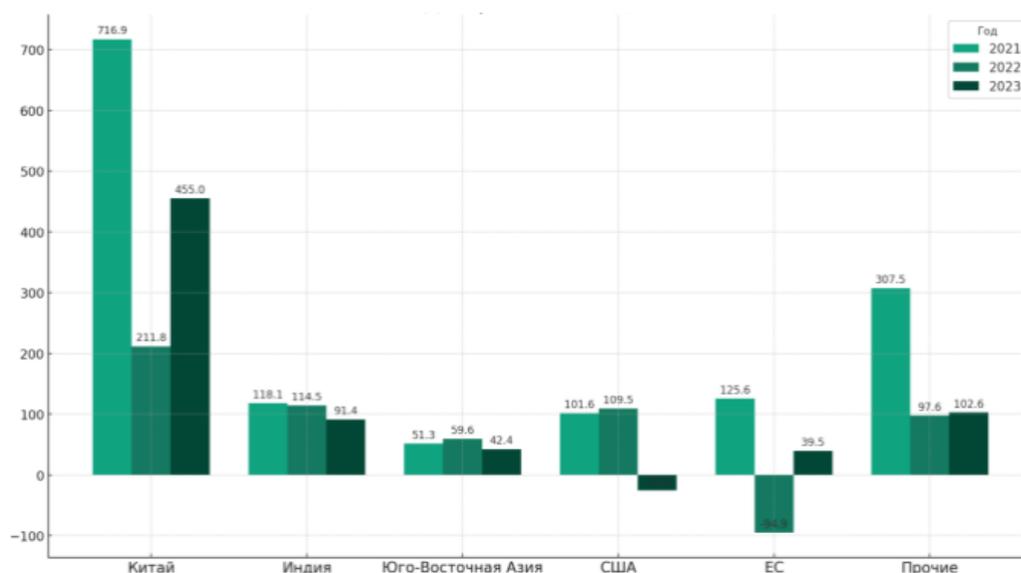


Рис. 1. Изменение спроса на электроэнергию по регионам в годовом исчислении, ТВтч [1]

В условиях экологических ограничений и повышения стоимости ресурсов, энергоэффективность и экологическая безопасность становятся ключевыми факторами, определяющими конкурентоспособность продукции на мировом рынке.

**Энергоэффективность ССМ** определяемая как способность системы максимально эффективно использовать энергию для выполнения предназначенной работы, является одним из ключевых параметров при разработке и эксплуатации ССМ. Этот показатель напрямую влияет на сокращение энергетических затрат, уменьшение выбросов углекислого газа ( $\text{CO}_2$ ) и других вредных веществ в атмосферу. Согласно данным МЭА, эффективное использование энергии в промышленных масштабах может сократить глобальные выбросы  $\text{CO}_2$  на 40% к 2040 году, что подчеркивает значимость энергоэффективных технологий в борьбе с изменением климата [3].

Характеристики энергоэффективности ССМ оценивают их способность преобразовывать подведенную энергию в механическую работу или выходную энергию, минимизируя при этом потери и выбросы:

- Коэффициент полезного действия (КПД): отношение полезной работы или выходной энергии к затраченной энергии. Высокий КПД указывает на эффективность преобразования энергии и является одной из основных целей при разработке ССМ.

- Удельное энергопотребление: количество энергии, необходимое для выполнения определенной работы или производства единицы продукции. Снижение удельного энергопотребления напрямую связано с повышением энергоэффективности.

- Энергетический баланс: анализ всех видов энергии, поступающих в систему, и всех видов энергетических потерь. Оптимизация энергетического баланса способствует повышению общей энергоэффективности [4].

- Нормы выбросов: количественные ограничения на объемы выбросов CO<sub>2</sub> и других вредных веществ на единицу выработанной энергии или выполненной работы. Строгие экологические стандарты стимулируют разработку и внедрение более чистых и эффективных технологий.

- Использование возобновляемых источников энергии (ВИЭ): способность ССМ интегрироваться с ВИЭ, такими как солнечная или ветровая энергия, для снижения зависимости от ископаемого топлива и уменьшения вредных выбросов.

- Эксплуатационные расходы на единицу продукции.

Улучшение этих показателей требует комплексного подхода, включающего оптимизацию конструкций ССМ, применение высокоэффективных материалов, разработку и внедрение инновационных систем управления и регулирования.

В последние годы прогресс был достигнут в области разработки энергоэффективных ССМ благодаря активному внедрению цифровых технологий и систем умного управления. Например, применение Интернета вещей (IoT) для мониторинга и оптимизации работы ССМ позволило снизить энергопотребление на 20% в ряде промышленных предприятий Германии, как

указывается в исследовании Федерального министерства экономики и энергетики Германии [5]. Прогнозируется, что количество устройств, в том числе ССМ, подключенных к IoT (Internet of things, интернету вещей), будет ежегодно расти (рис. 2).

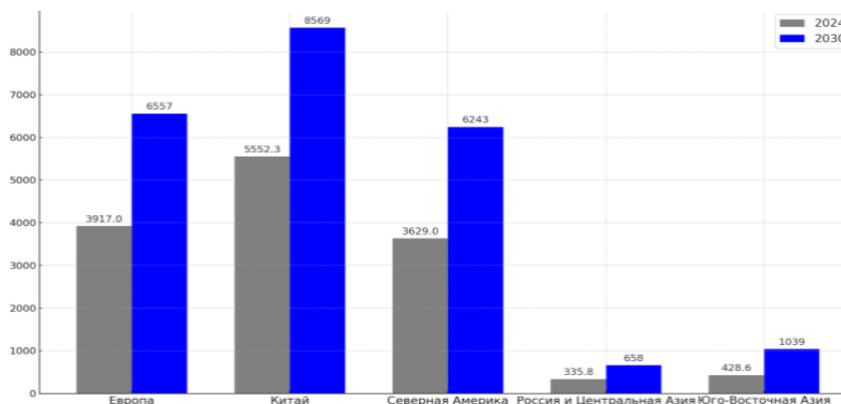


Рис. 2. Количество устройств, подключенных к ИОТ, млн. [6]

Показатель энергоэффективности ССМ охватывает технические, экономические и экологические аспекты. Улучшение этого показателя требует совместных усилий разработчиков, производителей и потребителей, а также поддержки на уровне национальной и международной энергетической политики.

**Экологическая безопасность ССМ** может быть обеспечена за счет уменьшения воздействия технических средств на ОС [7] и обеспечении УР промышленности и энергетики. Важными направлениями в этой области являются снижение выбросов загрязняющих веществ, эффективное использование ресурсов и переход к ВИЭ.

Обеспечение экологической безопасности ССМ достигается путем принятия мер по минимизации выбросов  $\text{CO}_2$ , оксидов азота, серы и твердых частиц. Регуляторные стандарты, такие как Euro VI для транспортных средств в Европейском союзе, задают строгие лимиты на количество выхлопных газов, что стимулирует производителей к инновациям в области систем очистки выхлопов и разработке более чистых двигателей [8].

Использование современных каталитических нейтрализаторов и систем рециркуляции выхлопных газов позволяет значительно снизить уровень вредных выбросов. Активное внедрение технологий электрификации и гибридизации транспорта способствует переходу к экологически чистым видам энергии, уменьшая зависимость от ископаемых видов топлива.

Эффективное использование топлива и переход к ВИЭ также вносят значительный вклад в экологическую безопасность ССМ [9]. Интеграция водородных технологий, солнечной и ветровой энергии в энергоснабжение промышленных объектов и транспортных сетей позволяет сократить зависимость от ископаемых видов топлива и снижает общее воздействие на ОС.

Развитие цифровых технологий и систем умного управления дает новые возможности для оптимизации работы ССМ, минимизации энергопотребления и сокращения выбросов CO<sub>2</sub>. Применение алгоритмов машинного обучения для анализа данных о работе ССМ и предсказания оптимальных режимов их работы [10] способствует повышению общей эффективности и экологичности систем.

Очевидно, что обеспечение экологической безопасности ССМ требует комплексного подхода, включающего технологические инновации, разработку нормативно-правовой базы и активное внедрение принципов УР на всех этапах жизненного цикла машин и установок.

**Инновационные решения и технологии.** В сфере ССМ среди множества направлений активно развиваются технологии, основанные на применении ВИЭ, усовершенствовании систем управления и оптимизации рабочих процессов, а также на разработке новых материалов и конструкций, способствующих снижению массы и потребления энергии устройств (табл. 1).

Таблица 1. Инновационные решения и технологии в секторе ССМ [11]

Технология	Описание	Потенциальный вклад
------------	----------	---------------------

Системы рекуперации энергии	Использование отработанного тепла и кинетической энергии для генерации энергии.	Снижение потребления топлива и уменьшение выбросов углерода.
Искусственный интеллект	Оптимизация рабочих процессов через анализ данных.	Повышение эффективности, снижение энергопотребления и выбросов [10].
Легкие материалы	Разработка новых сплавов и композитов.	Уменьшение массы и потребления энергии.
Твердотельные батареи	Улучшение характеристик аккумуляторов для электромобилей.	Увеличение дальности хода, сокращение времени зарядки, повышение безопасности.

Инновационные решения в секторе требуют активной поддержки со стороны государственных структур, научного сообщества и промышленности, это позволит сектору успешно масштабироваться. Для этого необходимо осуществлять инвестиции в научные исследования, разрабатывать нормативную базу для стимулирования внедрения новых технологий и создавать инфраструктуру для их эффективного использования.

**Применение ССМ в различных отраслях промышленности.** Переход к устойчивым и экологически безопасным технологиям ССМ представляет собой важный шаг на пути к сокращению антропогенного воздействия на ОС. В таблице 2 представлен анализ технологий ССМ с точки зрения их энергоэффективности и экологической безопасности.

Таблица 2. Сравнительный анализ технологий ССМ

Технология ССМ	Преимущества	Недостатки	Энергоэффективность [12]	Экологичность
Дизельные двигатели	Высокий КПД; большой крутящий момент; долговечность.	Высоки выбросы оксидов азота и частиц; требуют сложных систем очистки выхлопов.	Высокая при оптимальных условиях работы.	Зависит от системы очистки выхлопов и качества топлива.
Газотурбинные установки	Быстрая регулировка мощности; возможность	Низкий КПД при малой нагрузке; высокие эксплуатационные	Средняя; улучшается в комбиниро	Высокая при использовании чистого топлива.

	работы на разных видах топлива.	расходы.	ванных циклах.	
Электрические двигатели	Отсутствие прямых выбросов; низкая стоимость эксплуатации; высокий КПД.	Ограниченный запас хода для электромобилей; длительное время зарядки.	Очень высокая.	Максимальная при производстве электроэнергии из ВИЭ.
Ветровые турбины	ВИЭ; низкие эксплуатационные расходы; отсутствие выбросов углерода.	Зависимость от погоды; необходимость в больших площадях.	Высокая, зависит от ветра.	Максимальная, нет выбросов в процессе работы.
Водородные топливные элементы	Высокая эффективность; вода как продукт реакции.	Высокая стоимость; проблемы с хранением и транспортировкой водорода.	Высокая, особенно при производстве водорода из ВИЭ.	Высокая при экологически чистом производстве водорода.

Анализ представленных в таблице технологий ССМ подчеркивает многообразие доступных решений для достижения энергоэффективности и сокращения экологического воздействия в различных секторах промышленности. Выбор оптимальной технологии требует комплексного подхода, учитывающего специфические условия эксплуатации, экономические и экологические цели. Дальнейшее развитие и оптимизация ССМ, а также поиск новых инновационных решений будут играть ключевую роль в повышении энергоэффективности и снижении воздействия на ОС.

### **Выводы**

Анализ технологий ССМ выявляет их значительный потенциал в обеспечении энергоэффективности и экологической безопасности в различных областях применения. У каждой технологии имеются свои уникальные характеристики, определяющие ее пригодность для конкретных задач. Электрические двигатели и ветровые турбины выделяются своей

экологичностью и эффективностью в использовании, тогда как дизельные двигатели и газотурбинные установки предлагают мощные решения с возможностью оптимизации в плане снижения вредных выбросов.

Активное развитие и интеграция инновационных решений, таких как системы рекуперации энергии и применение искусственного интеллекта для управления ССМ, предоставляют пути к повышению общей эффективности и уменьшению экологического воздействия. Продолжение поиска и внедрение новых материалов и технологий, а также усиление мер по поддержке использования ВИЭ станут ключевыми факторами в достижении УР и сокращении антропогенного влияния на ОС.

### Литература

1. Global electricity demand growth slowed only slightly in 2022 despite energy crisis headwinds / The International Energy Agency URL: <https://www.iea.org/reports/electricity-market-report-2023/executive-summary> (дата обращения: 02.04.2024)
2. Greenhouse Gas Emissions Countries 2024 URL: <https://www.geeksforgeeks.org/global-greenhouse-gas-emissions-data/> (дата обращения: 02.04.2024)
3. Константинов Д.С., Андреева В.С. РОЛЬ ХОЛОДИЛЬНЫХ СИСТЕМ В ГЛОБАЛЬНОМ СОКРАЩЕНИИ ВЫБРОСОВ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ: ТЕКУЩЕЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ// Дневник науки. 2024. №1
4. Абдуллина, Л. Р. Исследование зависимости рекуперации энергии роторных автостоянок при использовании маховичного аккумулятора / Л. Р. Абдуллина, Н. Н. Барбашов // Высокие технологии и инновации в науке : сборник избранных статей Международной научной конференции, Санкт-Петербург, 28 января 2020 года. – Санкт-Петербург: ГНИИ «Нацразвитие», 2020. – С. 125-128.

5. Monitoringbericht zum Ausbau der erneuerbaren Energien im Strombereich nach § 98 Absatz 3 EEG und Fortschrittsbericht Windenergie an Land nach § 99a EEG / Bericht der Bundesregierung 2023 URL: <https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/monitoringbericht-zum-ausbau-der-erneuerbaren-energien-im-strombereich-2023.html> (дата обращения: 02.04.2024)
6. Number of Internet of Things (IoT) connected devices from 2020 to 2030 (in millions), by region // Statista URL: <https://www.statista.com/statistics/1194677/iot-connected-devices-regionally/> (дата обращения: 02.04.2024)
7. Котлярова Е. В., Волохова Е. А. АРХИТЕКТУРНО-ГРАДОСТРОИТЕЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ РЕДЕВЕЛОПМЕНТА БЫВШИХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗОН НА ПРИМЕРЕ КАНЭРИ-УОРФ В ЛОНДОНЕ //ЦИФРОВИЗАЦИЯ: НОВЫЕ ТРЕНДЫ И ОПЫТ ВНЕДРЕНИЯ: сборник статей. – 2023. – С. 128.
8. Регламент Европейского Парламента и Совета Европейского Союза 595/2009 от 18 июня 2009 г. об одобрении типа автотранспортных средств и двигателей в отношении выбросов от тяжеловесных транспортных средств (Euro VI) URL: <https://base.garant.ru/71054404/#friends> (дата обращения: 02.04.2024)
9. Абдуллина Л.Р. ЗАКОНОДАТЕЛЬНАЯ БАЗА И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ВИЭ В РФ / Л.Р. Абдуллина // Инновационные подходы в современной науке: сб. ст. по материалам CV Международной научно-практической конференции «Инновационные подходы в современной науке». – № 21(105). – М., Изд. «Интернаука», 2021.
10. Bukhtueva I. Enhancing Customer Experience with AI-Powered Personalization Techniques // Innovacionnaya nauka № 4-1, pp. 114-119, 2024

11. Kuznetsov I.A. Scalable architectures for backend development: current state and prospects // Modern scientific researches and innovations. 2024. № 2 [Electronic journal]. URL: <https://web.snauka.ru/en/issues/2024/02/101564>
12. Bukhtueva I. THE IMPACT OF AI TECHNOLOGIES ON BUSINESS PERFORMANCE // Vestnik nauki №3 (72) vol. 5. pp. 467 - 476. 2024 г. ISSN 2712-8849

### References

1. Global electricity demand growth slowed only slightly in 2022 despite energy crisis headwinds / The International Energy Agency URL: <https://www.iea.org/reports/electricity-market-report-2023/executive-summary> (дата обращения: 02.04.2024)
2. Greenhouse Gas Emissions Countries 2024 URL: <https://www.geeksforgeeks.org/global-greenhouse-gas-emissions-data/> (дата обращения: 02.04.2024)
3. Konstantinov D.S., Andreeva V.S. THE ROLE OF REFRIGERATION SYSTEMS IN GLOBAL GREENHOUSE GAS REDUCTION: CURRENT STATUS AND PROSPECTIVE TECHNOLOGIES// Dnevnik nauki. 2024. №1
4. Abdullina, L. R., & Barbashov, N. N. (2020). Investigating the dependence of energy recuperation in rotary car parks using a flywheel energy storage system. In High Technologies and Innovations in Science: Collection of Selected Papers of the International Scientific Conference, Saint Petersburg, January 28, 2020 (pp. 125-128). Saint Petersburg: Scientific Research Institute "National Development".
5. Monitoringbericht zum Ausbau der erneuerbaren Energien im Strombereich nach § 98 Absatz 3 EEG und Fortschrittsbericht Windenergie an Land nach § 99a EEG / Bericht der Bundesregierung 2023 URL: <https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/monitoringbericht>

- t-zum-ausbau-der-erneuerbaren-energien-im-strombereich-2023.html (дата обращения: 02.04.2024)
6. Number of Internet of Things (IoT) connected devices from 2020 to 2030 (in millions), by region // Statista URL: <https://www.statista.com/statistics/1194677/iot-connected-devices-regionally/> (дата обращения: 02.04.2024)
  7. Kotlyarova, E. V., & Volokhova, E. A. (2023). Architectural and Urban Planning Characteristics of Redevelopment of Former Industrial Zones: The Case of Canary Wharf in London. In *Digitalization: New Trends and Implementation Experience* (pp. 128).
  8. Regulation (EC) No 595/2009 of the European Parliament and of the Council of 18 June 2009 on type-approval of motor vehicles and engines with respect to emissions from heavy-duty vehicles (Euro VI) URL: <https://base.garant.ru/71054404/#friends> (дата обращения: 02.04.2024)
  9. Abdullina, L.R. (2021). Legislative Base and Prospects of Renewable Energy Development in the Russian Federation. In *Innovative Approaches in Modern Science: collection of articles based on the materials of the CV International Scientific and Practical Conference "Innovative Approaches in Modern Science"*, No. 21(105). Moscow, Internauka Publishing.
  10. Bukhtueva I. Enhancing Customer Experience with AI-Powered Personalization Techniques // *Innovacionnaya nauka* № 4-1, pp. 114-119, 2024
  11. Kuznetsov I.A. Scalable architectures for backend development: current state and prospects // *Modern scientific researches and innovations*. 2024. № 2 [Electronic journal]. URL: <https://web.snauka.ru/en/issues/2024/02/101564>
  12. Bukhtueva I. THE IMPACT OF AI TECHNOLOGIES ON BUSINESS PERFORMANCE // *Vestnik nauki* №3 (72) vol. 5. pp. 467 - 476. 2024 г. ISSN 2712-8849

© Рябинин С.А., 2024 *Международный журнал прикладных наук и технологий "Integral" №2/2024*

**Для цитирования:** Рябинин С.А. ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ СОВРЕМЕННЫХ СИЛОВЫХ МАШИН// Международный журнал прикладных наук и технологий "Integral" №2/2024

Научная статья

Original article

УДК 004.89



**БУДУЩЕЕ РАБОТЫ В СФЕРЕ ПРОДАЖ В2В: АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ  
GENAI НА РОЛИ И НАВЫКИ ТОРГОВОГО ПЕРСОНАЛА  
THE FUTURE OF WORK IN B2B SALES: ANALYZING THE IMPACT OF  
GENAI ON SALESPERSON ROLES AND SKILLS**

**Бухтуева Ирина Андреевна**, бакалавр, Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова (119991, Российская Федерация, Москва, Ленинские горы, д. 1), тел. 8(909)4568712, ORCID: <http://orcid.org/0009-0002-2502-6074>, bukhtueva.irina@rambler.ru

**Хатьянов Сергей Александрович**, бакалавр, Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (105005, г. Москва, вн. тер. г. муниципальный округ Басманный, ул. 2-я Бауманская, д. 5, с. 1), тел. 8(915)5123499, ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-5291-8941>, sergey2002sergey00@mail.ru

**Irina A. Bukhtueva**, bachelor's degree, Lomonosov Moscow State University (GSP-1, Leninskie Gory, Moscow, 119991, Russian Federation), tel. 8(909)4568712, ORCID: <http://orcid.org/0009-0002-2502-6074>, bukhtueva.irina@rambler.ru

**Sergey A. Khatyanov**, bachelor's degree, Bauman Moscow State Technical University (2-nd Baumanskaya, 5, Moscow, 105005, Russia), tel. 8(915)5123499, ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-5291-8941>, sergey2002sergey00@mail.ru

**Аннотация.** В статье анализируется влияние генеративного искусственного интеллекта (GenAI) на сферу продаж B2B. Освещается трансформация ролей и навыков торгового персонала под воздействием новых технологий. Изучается потенциал GenAI для оптимизации бизнес-процессов, улучшения взаимодействия с клиентами и персонализации продуктов и услуг. Рассматривается, как технологические инновации изменяют требования к профессиональной подготовке и развитию сотрудников в B2B секторе.

**Abstract.** This article analyzes the impact of generative artificial intelligence (GenAI) on the B2B sales sector, highlighting the transformation of salesperson roles and skills under the influence of new technologies. The potential of GenAI for optimizing business processes, improving customer interaction, and personalizing products and services is examined. The way technological innovations change the requirements for professional training and development of employees in the B2B sector is considered.

**Ключевые слова:** *генеративный искусственный интеллект (GenAI), продажи B2B, оптимизация бизнес-процессов, персонализация продуктов, профессиональное развитие, технологические инновации.*

**Keywords:** *generative artificial intelligence (GenAI), B2B sales, business process optimization, product personalization, professional development, technological innovations.*

## **Введение**

В период быстрого развития цифровых технологий, сфера продаж B2B (business-to-business) испытывает значительные трансформации, обусловленные внедрением генеративного искусственного интеллекта (GenAI). GenAI характеризуется способностью создавать новые данные, анализировать сложные запросы и автоматизировать решение задач.

К торговому персоналу компании можно отнести не только лиц, непосредственно занимающихся продажами, но и аналитиков, работающих с данными для оптимизации продаж, представителей топ-менеджмента, стратегически руководящих процессами распространения товаров и услуг. Такие сотрудники исследуют тенденции рынка для выстраивания успешных маркетинговых стратегий и повышения прибыли компании.

GenAI модифицирует традиционные подходы к продажам, требуя от торгового персонала освоения новых компетенций и развития существующих умений, речь о которых пойдет в следующей части статьи. Целью данной работы является исследование влияния GenAI на сферу продаж B2B с акцентом на изменения в ролях и навыках торгового персонала.

**Основная часть. Технологические инновации в сфере B2B продаж.** Сфера B2B играет важную роль в глобальной экономической системе и охватывает широкий спектр отраслей производства и услуг. Глобальный рынок B2B в 2022 году оценивался в 7,08 трлн. долларов, и, по прогнозам, он достигнет значения 26,59 трлн. долларов к 2030 году при совокупном годовом темпе роста в 18% [1].

Наблюдается значительный рост сферы GenAI, обусловленный как изменениями в макроэкономической среде, так и быстрым развитием технологий (рис. 1).

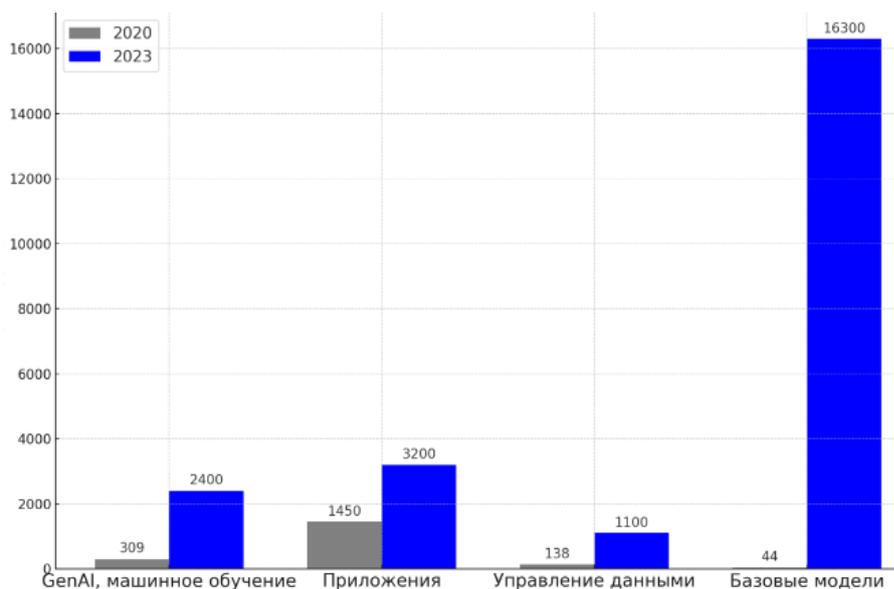


Рисунок 1. Глобальные инвестиции в ИИ по категориям, млн. долларов [2]

Технологии GenAI находят применение в нескольких ключевых направлениях:

- Улучшение процессов обработки и анализа больших объемов данных. Алгоритмы GenAI способны выявлять скрытые закономерности в информации о покупках, предпочтениях клиентов и рыночных тенденциях, что позволяет предприятиям принимать обоснованные стратегические решения, увеличивать эффективность маркетинговых кампаний и адаптировать предложения под конкретные нужды клиентов [3].
- Разработка и внедрение чат-ботов и виртуальных ассистентов. Они способны вести диалоги с клиентами, предоставлять актуальную информацию о продуктах, услугах и условиях сотрудничества, а также помогать в решении стандартных задач поддержки.
- Создание персонализированных рекомендаций. Алгоритмы GenAI способны анализировать предпочтения и поведение клиентов, предсказывать их потребности и автоматически генерировать индивидуализированные предложения продуктов или услуг.
- Оптимизация логистических и операционных процессов в сфере B2B. GenAI помогает автоматизировать планирование поставок, управление

запасами и процессы доставки, тем самым снижая операционные издержки и повышая общую эффективность бизнеса.

В таблице 1 представлены результаты внедрения GenAI для улучшения B2B продаж в разных сферах (таблица 1).

Таблица 1. Применение GenAI для улучшения B2B продаж в разных сферах

<b>Сфера применения</b>	<b>Описание применения GenAI</b>	<b>Ожидаемые результаты</b>
Банковский сектор	Разработка персонализированных цифровых путей привлечения клиентов через анализ их поведения.	Повышение конверсии и укрепление клиентской лояльности.
Торговля	Оптимизация интернет-магазинов и логистических процессов с использованием предсказательного анализа для управления запасами.	Сокращение времени доставки и улучшение уровня удовлетворенности клиентов.
Клиентская поддержка	Внедрение чат-ботов и виртуальных ассистентов для обработки запросов в реальном времени.	Повышение эффективности обслуживания и уровня удовлетворенности клиентов.
Маркетинг	Оптимизация маркетинговых кампаний с помощью персонализации и адаптации рекламных сообщений на основе анализа поведения клиентов.	Улучшение вовлеченности клиентов и повышение эффективности рекламных кампаний.
Производство	Создание цифровых двойников для симуляции и анализа производственных процессов.	Повышение производственной эффективности и улучшение качества продукции [4].

Интеграция GenAI в B2B продажи представляет собой комплексное направление развития, которое требует осознанного подхода к переподготовке и развитию кадров, способных эффективно работать в новой технологической среде.

**Влияние GenAI на роли и навыки торгового персонала.** В эпоху развития GenAI требования к навыкам сотрудников в сфере B2B значительно изменяются. Автоматизация рутинных задач и внедрение передовых аналитических инструментов выдвигают на первый план компетенции, связанные с технической грамотностью, аналитическим мышлением, умением

работать с большими объемами данных и межличностным общением [5]. В таблице 2 представлены навыки, необходимые торговому персоналу в контексте использования GenAI.

Навык	Описание	Значение для B2B продаж
Техническая грамотность	Способность эффективно использовать современные технологические инструменты и платформы, включая CRM-системы и инструменты автоматизации маркетинга.	Оптимизация взаимодействия с клиентами и автоматизация внутренних процессов.
Аналитическое мышление	Владение методами критического анализа данных с целью создания шаблонов, необходимых для обучения GenAI; интерпретация результатов работы GenAI для оптимизации бизнес-решений.	Внедрение данных, полученных с помощью GenAI, для улучшения маркетинговых стратегий.
Межличностное общение	Способность к эффективному общению, установлению доверительных отношений с клиентами и управлению конфликтными ситуациями.	Построение долгосрочных отношений с клиентами и успешное ведение переговоров.
Умение работать в команде	Готовность и способность к сотрудничеству внутри команды для достижения общих целей.	Координация усилий в процессе внедрения и использования GenAI в продажах.
Поиск зависимостей и альтернативных решений при нестандартных ситуациях	Способность к анализу и выявлению скрытых взаимосвязей в данных; определение неочевидных проблем и способов их решения.	Повышение гибкости бизнес-процессов, адаптация к изменяющимся условиям рынка, обеспечение стабильности и устойчивости продаж.

Таблица 2. Новые навыки, необходимые при внедрении GenAI

С точки зрения автора, в условиях интеграции GenAI в B2B сектор, императивом для персонала является непрерывное совершенствование как технических, так и социальных навыков для поддержания конкурентоспособности компаний и достижения высоких результатов. Это подтверждается практикой крупных рыночных игроков, где применение

GenAI вносит изменения в способы сбора, анализа и автоматизации данных [8].

Например, компания Accenture (США) разработала платформу на основе GenAI для персонализированного обучения своих сотрудников в сфере продаж [6]. Используя алгоритмы машинного обучения, она анализирует индивидуальные профили сотрудников, их навыки и предыдущие результаты работы для создания обучающих программ. Это позволяет компании эффективно развивать навыки персонала, делая акцент на улучшении аналитических способностей и технической грамотности. В результате, сотрудники Accenture становятся более адаптированными к работе с современными технологиями.

Согласно исследованию Accenture, более половины рабочего времени представителей некоторых профессиональных направлений, может быть преобразовано за счет GenAI, в том числе в сфере B2B (рис. 2).

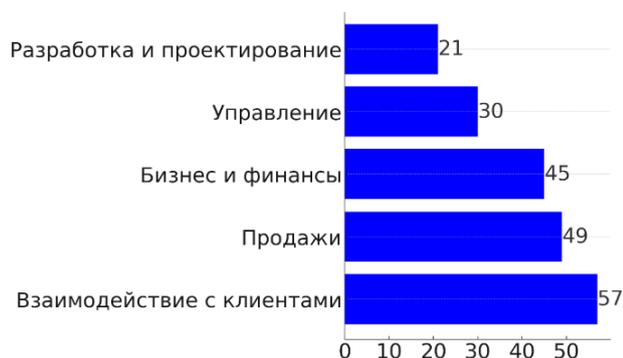


Рисунок 2. Потенциал преобразования задач после внедрения GenAI [7], %

Представители Accenture считают, что компаниям следует привлекать специалистов для обучения сотрудников эффективной работе с процессами, основанными на GenAI.

Bain & Company (США) использует GenAI для улучшения клиентского опыта в B2B сегменте. Компания разработала системы, которые с помощью алгоритмов GenAI автоматически адаптируют коммуникационные стратегии и предложения в зависимости от поведения и предпочтений клиентов. Это позволяет торговому персоналу лучше понимать своих клиентов и более

эффективно реагировать на их потребности, значительно улучшая качество и результативность взаимодействия [8].

Сбер, являясь одним из ведущих банков России, использует GenAI для совершенствования профессиональных навыков своих сотрудников, особенно в области продаж и клиентского обслуживания [9]. Путем разработки внутренней обучающей платформы на базе GenAI, банк обеспечивает персонализацию обучающих программ сотрудников. Система анализирует личные данные, профессиональный опыт и историю обучения персонала, предлагая материалы для заполнения пробелов в знаниях. Это не только способствует повышению квалификации, но и увеличивает мотивацию работников благодаря учету их карьерных амбиций и предпочтений. Сбер демонстрирует стратегический подход к использованию передовых технологий для оптимизации умений персонала, что ведет к повышению общей эффективности банка и улучшению качества обслуживания клиентов.

Практика использования GenAI в современных компаниях подчеркивает его значительный вклад в трансформацию бизнес-процессов [10]. Предоставляя новые возможности для автоматизации, оптимизации и персонализации продуктов и услуг GenAI становится ключевым инструментом в усилении конкурентоспособности, улучшении взаимодействия с клиентами и повышении эффективности работы сотрудников.

### **Выводы**

В сфере B2B внедрение GenAI предоставляет торговому персоналу инструменты для анализа потребностей клиентов, персонализации предложений и улучшения эффективности коммуникаций. Технологии GenAI способствуют оптимизации сбора и обработки больших объемов данных, автоматизации взаимодействия с клиентами и логистических операций. Эти изменения не только повышают операционную эффективность компаний, но и требуют от сотрудников развития новых навыков, включая техническую

грамотность и аналитическое мышление. Вместе с возможностями, GenAI вносит вызовы, связанные с необходимостью адаптации кадровой политики и обучения сотрудников новым компетенциям для работы с передовыми технологиями.

### Литература

1. B2B E-Commerce Market // Vantage Market Research URL: <https://www.vantagemarketresearch.com/industry-report/business-to-business-b2b-ecommerce-market-1386> (дата обращения: 02.04.2024)
2. The Exploding Generative AI Market / Bain & Company URL: <https://www.bain.com/insights/exploding-generative-ai-market-snap-chart/> (дата обращения: 02.04.2024)
3. Орлова М.В., Орлов В.В. Управление клиентами на B2B рынках в условиях цифровизации / М.В. Орлова, В.В. Орлов // Вестник ГУУ. – 2023. – №. 7. – С. 41-49.
4. Гобарева Я.Л., Добридюк С.Л., Касьянов М.Е. Новые инструменты и сервисы в системе быстрых платежей, архитектура программных решений / Я.Л. Гобарева, С.Л. Добридюк // Инновации и инвестиции.– 2023. – №. 6. – 2023. – С. 212-216.
5. Суренская Н. С. Формирование стратегической компетентности у менеджеров по продажам / Н.С. Суренская // Психолог. – 2023. – №2. – С. 55-63.
6. Петрова, Н. С. Применение психографической сегментации для эффективной работы с клиентской базой : Методическое пособие / Н. С. Петрова. – Казань : Общество с ограниченной ответственностью "Бук", 2023. – 50 с. – ISBN 978-5-907753-54-9. – EDN AEKVJY.
7. Кузнецов И.А. Применение нейронных сетей для улучшения пользовательского опыта в web и mobile разработках / И.А. Кузнецов // Технические науки: проблемы и решения: сб. ст. по материалам LXXXI

- Международной научно-практической конференции «Технические науки: проблемы и решения». – № 2(75). – М., Изд. «Интернаука», 2024.
8. Бойко Святослав Витальевич ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ ПЕРСОНАЛИЗАЦИИ ПРЕДЛОЖЕНИЙ В ОПТОВОЙ ТОРГОВЛЕ ОБУВЬЮ // Universum: экономика и юриспруденция. 2024. №3 (113).
  9. Давлетов Альмир Разифович Главные трудности при интеграции машинного обучения в коммерческую эксплуатацию // Инновации и инвестиции. 2023. №10.
  10. Mussin Zhanat. The role of financial consulting in optimizing logistics operations // International Journal of Humanities and Natural Sciences, vol. 3-2(90), 2024, pp. 112-116

#### References

1. B2B E-Commerce Market // Vantage Market Research URL: <https://www.vantagemarketresearch.com/industry-report/business-to-business-b2b-ecommerce-market-1386> (дата обращения: 02.04.2024)
2. The Exploding Generative AI Market / Bain & Company URL: <https://www.bain.com/insights/exploding-generative-ai-market-snap-chart/> (дата обращения: 02.04.2024)
3. Orlova, M.V., Orlov, V.V. Customer Management in B2B Markets in the Context of Digitalization / M.V. Orlova, V.V. Orlov // GUU Bulletin. – 2023. – No. 7. – Pp. 41-49.
4. Gobareva, Y.L., Dobridnyuk, S.L., Kasyanov, M.E. New Tools and Services in the Fast Payment System, Software Solutions Architecture / Y.L. Gobareva, S.L. Dobridnyuk // Innovations and Investments. – 2023. – No. 6. – 2023. – Pp. 212-216.
5. Sureнская, N.S. Formation of Strategic Competence in Sales Managers / N.S. Sureнская // Psychologist. – 2023. – No. 2. – Pp. 55-63.

6. Petrova, N.S. Application of Psychographic Segmentation for Effective Customer Base Management: Methodical Guide / N.S. Petrova. – Kazan: Limited Liability Company "Buk", 2023. – 50 p. – ISBN 978-5-907753-54-9. – EDN AEKVJY.
7. Kuznetsov, I.A. APPLYING NEURAL NETWORKS TO ENHANCE USER EXPERIENCE IN WEB AND MOBILE DEVELOPMENT/ I.A. Kuznetsov // Technical Sciences: Problems and Solutions: collection of articles based on the materials of the LXXXI International Research-to-Practice Conference “Technical Sciences: Problems and Solutions”. – No. 2(75). – Moscow, Publishing House “Internauka”, 2024.
8. Boyko, Svyatoslav Vitalievich THE USE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE FOR PERSONALIZING OFFERS IN WHOLESALE SHOE TRADE // Universum: Economics and Jurisprudence. 2024. No. 3 (113).
9. Davletov, Almir Razifovich Major Challenges in Integrating Machine Learning into Commercial Exploitation // Innovations and Investments. 2023. No. 10.
10. Mussin Zhanat. The role of financial consulting in optimizing logistics operations // International Journal of Humanities and Natural Sciences, vol. 3-2(90), 2024, pp. 112-116

© Бухтуева И.А., Хатьянов С.А., 2024 Международный журнал прикладных наук и технологий "Integral" №2/2024

**Для цитирования:** БУХТУЕВА И.А., ХАТЬЯНОВ С.А. БУДУЩЕЕ РАБОТЫ В СФЕРЕ ПРОДАЖ В2В: АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ GENAI НА РОЛИ И НАВЫКИ ТОРГОВОГО ПЕРСОНАЛА// Международный журнал прикладных наук и технологий "Integral" №2/2024

Научная статья

Original article

МК-44-20

УДК 631.6



**АЛГОРИТМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ УПРАВЛЕНИЯ  
АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ КОМБИНИРОВАННОГО  
ОРОШЕНИЯ**  
ALGORITHMIZATION OF CONTROL PROCESSES OF AN AUTOMATED  
COMBINED IRRIGATION SYSTEM

**Акпасов Антон Павлович**, кандидат технических наук, старший научный сотрудник, заведующий отделом оросительных систем и гидротехнических

сооружений, ФГБНУ «Волжский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации» (413123 Россия, Саратовская обл., Энгельсский р-н, р.п. Приволжский, ул. Гагарина, д. 1), тел. 8(8453) 75-44-20, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3252-7849>, 1a9@mail.ru

**Туктаров Ренат Бариевич**, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник отдела оросительных систем и гидротехнических сооружений, заместитель директора по науке, ФГБНУ «Волжский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации» (413123 Россия, Саратовская обл., Энгельсский р-н, р.п. Приволжский, ул. Гагарина, д. 1), тел. 8(8453) 75-44-20, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6063-3801>, [tuktarov.rb@gmail.com](mailto:tuktarov.rb@gmail.com)

**Морозов Максим Игоревич**, младший научный сотрудник, отдела оросительных систем и гидротехнических сооружений, ФГБНУ «Волжский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации» (413123 Россия, Саратовская обл., Энгельсский р-н, р.п. Приволжский, ул. Гагарина, д. 1), тел. 8(8453) 75-44-20, <https://orcid.org/0009-0005-1347-4314>, [jamster777@mail.ru](mailto:jamster777@mail.ru)

**Anton P. Akpasov**, candidate of technical sciences, senior researcher, Head of the Department of Irrigation Systems and Hydraulic Structures, Federal State Budgetary Scientific Institution «Volga Research Institute of Hydraulic Engineering and Land Reclamation» (Gagarina st., 1, w. s. Privolzhsky, Engels district, Saratov region 413123 Russia), tel. 8(8453) 75-44-20, <https://orcid.org/0000-0002-3252-7849>, 1a9@mail.ru

**Renat B. Tuktarov**, candidate of agricultural sciences, leading researcher of department of irrigation systems and hydraulic structures, deputy director of science, Federal State Budgetary Scientific Institution «Volga Research Institute of Hydraulic Engineering and Land Reclamation» (Gagarina st., 1, w. s. Privolzhsky,

Engels district, Saratov region 413123 Russia), tel. 8(8453) 75-44-20, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6063-3801>, [tuktarov.rb@gmail.com](mailto:tuktarov.rb@gmail.com)

**Maxim I. Morozov**, junior researcher, department of irrigation systems and hydraulic structures, Federal State Budgetary Scientific Institution «Volga Research Institute of Hydraulic Engineering and Land Reclamation» (Gagarina st., 1, w. s. Privolzhsky, Engels district, Saratov region 413123 Russia), tel. 8(8453) 75-44-20, <https://orcid.org/0009-0005-1347-4314>, [jamster777@mail.ru](mailto:jamster777@mail.ru)

**Аннотация.** В статье представлено описание алгоритма работы блока управления системы автоматизированной системы комбинированного орошения, предназначенной для автоматизации управления процессами полива и регулирования микроклимата растений и параметров увлажнения почвы в жаркие сухие дни вегетационного периода.

**Abstract.** The article provides a detailed description of the operating algorithm of the control unit of the automated combined irrigation system, designed to automate the control of irrigation processes and regulate the microclimate of plants and soil moisture parameters on hot, dry days of the growing season.

**Ключевые слова:** Капельное орошение, сплинкерное орошение автоматизированная система, алгоритм, блок управления.

**Keywords:** Drip irrigation, sprinkler irrigation automated system, algorithm, control unit.

В условиях засушливых летних дней и дефицита влагообеспеченности Заволжья России получение стабильного урожая без орошения при выращивании сельскохозяйственных культур затруднено. При выращивании овощных культур предпочтение дается капельному поливу, который подает оросительную воду непосредственно к корневой системе растения. Капельный полив позволяет существенно экономить оросительную воду по сравнению с другими способами орошения, но не создает приземный фитоклимат,

позволяющий растениям противостоять негативному воздействию высоких атмосферных температур [1, 2].

Многие исследователи [3-6] справедливо считают, что при выращивании овощных культур вместе с капельным орошением следует применять мелкодисперсное орошение для защиты зеленой массы растений от негативных последствий высоких температур и сухих ветров.

Разработка новой автоматизированной системы комбинированного орошения (далее АСКО) с технологичным блоком управления предназначена для оптимизации энергоресурсов и увеличения урожайности, уменьшения трудозатрат при выращивании сельскохозяйственных культур и регулирование микро- и фитолимата посевов в жаркие сухие дни вегетационного периода [7, 8].

Структурно блок управления АСКО состоит из четырех основных функциональных блоков (модулей):

1. *Микропроцессорная платформа* - управляет арифметическими действиями и логическими операциями в блоке управления, осуществляет сбор информации с датчиков и сохраняет ее в буферную память, производит управление периферийными устройствами, осуществляет передачу данных о состоянии влажности почвы, приземного микролимата растений, наличия осадков на мобильное устройство и прием из мобильного устройства управляющих команд.

2. *Блок датчиков* - состоит из датчиков шести типов: модуль датчиков для измерения параметров почвы (влажность, температура), датчик для измерения температуры и влажности воздуха, датчик влажности листовой поверхности, датчик дождя и датчик для измерения скорости и направления приземного ветра.

3. *Блок питания* - состоит из аккумуляторной батареи требуемой емкости со стабилизатором напряжения, которая обеспечивает энергией систему, а также солнечной батареи с контроллером заряда, служащей для

подзарядки аккумуляторной батареи.

4. *Релейный блок* - осуществляет коммутацию цепей исполнительных устройств (насосные агрегаты и соленоидные клапаны).

Блок управления АСКО работает на основе разработанного алгоритма, который позволяет автоматизировать действия по управлению процессами полива для регулирования микроклимата растений и параметров увлажнения почвы в жаркие сухие дни вегетационного периода опираясь на показания, считываемые с системы автоматического мониторинга (рисунок 1).

Принцип работы блока управления заключается в первичной инициализации устройств системы и модулей после подачи питания, с последующей отправкой сообщения на мобильное устройство (web-сервер) о подключении блока управления и конфигурации системы. После система будет находится в ожидании ввода параметров конфигурации системы и выбора режима управления - ручной или автоматический. При ручном режиме управление системой осуществляется непосредственно пользователем, при автоматическом – все действия производятся в точном соответствии с заданной конфигурацией системы.

Следующим шагом является переход в цикл регистрации модуля измерения параметров почвы и ожидание сообщений от ведомого модуля. При получении сообщения от ведомого модуля оно регистрируется в блоке управления и происходит вход в основной цикл программы, проведения опроса всех датчиков системы, все результаты измерений параметров почвы и микроклимата отправляются сообщением на мобильное устройство (web-сервер).

При наличии атмосферных осадков управляющая программа блокирует



работу всей системы в течении времени, параметр которого задан в конфигурации системы. По истечении заданного промежутка времени запускается основной цикл программы. При отсутствии атмосферных осадков работа управляющей программы осуществляется в заданном режиме.

В случае, если измеренное значение влажности почвы не превышает значения заданного параметра управляющая программа подает сигнал на включение реле насоса капельного орошения на заданный пользователем промежуток времени. По истечении заданного промежутка времени блок управления автоматически отключает подачу воды в систему капельного орошения. В противном случае управляющая программа возвращается в режим опроса модуля измерения параметров почвы.

Если измеренное значение скорости ветра превышает заданный пользователем параметр, то управляющая программа блокирует работу системы спринклерного орошения в течении времени, параметр которого задан в конфигурации системы. Иначе работа управляющей программы осуществляется в заданном режиме с учетом параметра температуры воздуха и состояния влажности листовой поверхности растений. В случае, если измеренное значение температуры приземного слоя воздуха не превышает значение заданного параметра управляющая программа блокирует работу системы спринклерного орошения в течении времени, параметр которого задан в конфигурации системы. В противном случае работа управляющей программы осуществляется в заданном режиме с учетом состояния влажности листовой поверхности растений. Если влажность листовой поверхности растений окажется ниже требуемых значений (сухая), то управляющая программа подает сигнал на включение реле насоса спринклерного орошения и на соленоидные клапаны.

Работа системы спринклерного полива осуществляется в соответствии с заданным пользователем промежутком времени и порядком включения/выключения электромагнитных клапанов. По окончании работы

спринклерного полива блок управления автоматически отключает подачу воды в систему спринклерного орошения. В противном случае управляющая программа возвращается в режим опроса датчиков микроклимата. После выполнения спринклерного полива управляющая программа возвращается основной цикл в работы. Все действия управляющей программы отправляются сообщением на мобильное устройство (web-сервер).

В дальнейшем после проведения испытаний, внедрение АСКО с разработанным алгоритмом управления в практику сельскохозяйственного производства позволит обеспечить экономию трудозатрат за счет автоматизации процесса запуска капельного и спринклерного поливов, основываясь на метеорологических данных системы мониторинга в режиме реального времени. Важным преимуществом алгоритма является его гибкость и возможность адаптации к различным условиям.

#### **Список использованной литературы**

1. Акпасов А.П., Туктаров Р.Б. Перспективы применения цифровых технологических решений при комбинированном поливе сельскохозяйственных культур// Московский экономический журнал. 2022. № 6. doi: 10.55186/2413046X\_2022\_7\_6\_337.
2. Акпасов А.П., Кулявцева А.А., Аналитический обзор устройств мониторинга метеоданных в сельскохозяйственном производстве// Международный журнал прикладных наук и технологий «Integral». 4/2023. <https://e-integral.ru/rubriki/selhoz-nauki/integral-4-2023-5>.
3. Бородычев, В.В. Комбинированное орошение сельскохозяйственных культур [Текст]/А.С. Овчинников, В.В. Бородычев, М.Ю. Храбров, В.М. Гуренко, А.В. Майер //Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2015. – № 1(37). – С.
4. Дубенок Н.Н., Майер А.В. Разработка систем комбинированного орошения для полива сельскохозяйственных культур // Известия

- нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2018. № 1 (49). С. 9-19.
5. Казаринов Л.С., Шнайдер Д.А., Барбасова Т.А. Автоматизированные информационно-управляющие системы // учебное пособие. Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2008. 320 с.
  6. Бородычев В.В., Лытов М.Н. Обобщенная модель автоматизированной информационной системы мониторинга и управления орошением в режиме реального времени // Известия нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2017. №1 (45). С. 1-10.
  7. Калачев А. Термокомпенсированные датчики влажности и температуры с цифровым выходом компании Honeywell// Компоненты и технологии. 2012. № 1. С. 34-36.
  8. Курбанов С.А., Майер А.В. Исследования систем капельного орошения с мелкодисперсным дождеванием // Проблемы развития АПК региона. 2012. № 3. С. 15-19.

#### **Spisok ispolzovannoy literatury**

1. Акрасов А.Р., Туктаров Р.В. Perspektivy primeneniya cifrovyyh tekhnologicheskikh reshenij pri kombinirovannom polive sel'skohozyajstvennykh kul'tur// Moskovskij ekonomicheskij zhurnal. 2022. № 6. doi: 10.55186/2413046X\_2022\_7\_6\_337.
2. Акрасов А.Р., Кulyavceva А.А., Analiticheskij obzor ustrojstv monitoringa meteodannyh v sel'skohozyajstvennom proizvodstve// Mezhdunarodnyj zhurnal prikladnyh nauk i tekhnologij «Integral». 4/2023. <https://e-integral.ru/rubriki/selhoz-nauki/integral-4-2023-5>.
3. Borodychev, V.V. Kombinirovannoe oroshenie sel'skohozyajstvennykh kul'tur [Tekst]/A.S. Ovchinnikov, V.V. Borodychev, M.YU. Hrabrov, V.M. Gurenko, A.V. Majer //Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. – 2015. – № 1(37). – S.

4. Dubenok N.N., Majer A.V. Razrabotka sistem kombinirovannogo orosheniya dlya poliva sel'skohozyajstvennyh kul'tur // Izvestiya nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. 2018. № 1 (49). S. 9-19.
5. Kazarinov L.S., SHnajder D.A., Barbasova T.A. Avtomatizirovannye informacionno-upravlyayushchie sistemy // uchebnoe posobie. CHelyabinsk: Izd-vo YUUrGU, 2008. 320 s.
6. Borodychev V.V., Lytov M.N. Obobshchennaya model' avtomatizirovannoj informacionnoj sistemy monitoringa i upravleniya orosheniem v rezhime real'nogo vremeni // Izvestiya nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. 2017. №1 (45). S. 1-10.
7. Kalachev A. Termokompensirovannye datchiki vlazhnosti i temperatury s cifrovym vyhodom kompanii Honeywell// Komponenty i tekhnologii. 2012. № 1. S. 34-36.
8. Kurbanov S.A., Majer A.V. Issledovaniya sistem kapel'nogo orosheniya s melkodispersnym dozhdevaniem // Problemy razvitiya APK regiona. 2012. № 3. S. 15-19.

© Акпасов А.П., Туктаров Р.Б., Морозов М.И. 2024 Международный журнал прикладных наук и технологий «Integral» №2/2024.

**Для цитирования:** Акпасов А.П., Туктаров Р.Б., Морозов М.И. АЛГОРИТМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ УПРАВЛЕНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ КОМБИНИРОВАННОГО ОРОШЕНИЯ// Международный журнал прикладных наук и технологий «Integral» №2/2024.

Научная статья

Original article

УДК 72



**РАЗРАБОТКА ГИС ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ  
КОНЦЕНТРАЦИИ В ГОРОДСКИХ УСЛОВИЯХ**  
GIS DEVELOPMENT FOR A MODELING OF SPREADING  
CONCENTRATION FOR CITY CONDITIONS

**Rakhat Aubakirov**, School of Information Technology and Engineering Almaty,  
Kazakhstan 30332–0250 Email: [raaubaakirov@kbtu.kz](mailto:raaubaakirov@kbtu.kz)

**Рахат Аубакиров**, Школа информационных технологий и Инжиниринга  
Алматы, Казахстан, 30332-0250

**Аннотация.** Подчеркивается важность ГИС в различных областях, включая картографирование, отслеживание транспорта и мониторинг качества воздуха. Это исследование направлено на разработку географической информационной системы (ГИС), адаптированной к городской среде, что удовлетворяет потребность в эффективной и адаптируемой системе, способной поддерживать процесс принятия решений и планирования в городских условиях. Предлагаемая ГИС-система предназначена для обработки и анализа больших объемов данных, охватывающих как геопространственную, так и негеопространственную информацию, с учетом таких факторов, как дорожное движение и рельеф местности. Предполагается, что система будет масштабируемой, модульной

и настраиваемой, чтобы соответствовать разнообразным требованиям различных городских условий. В этом исследовании я рассмотрю плюсы и минусы существующих работ, методов и решений в разработке современных геоинформационных систем, а также предложу и проанализирую лучший подход для создания мощного инструмента пространственной ориентации в городской среде.

**Abstract.** The significance of GIS across various domains, including mapping, transportation tracking, and air quality monitoring, is emphasized. This research aims to develop a Geographic Information System (GIS) tailored for urban environments, addressing the need for an efficient and adaptable system capable of supporting decision-making and planning in city conditions. The proposed GIS system is designed to process and analyze large volumes of data, encompassing both geospatial and non-geospatial information, while considering factors such as traffic and relief. The system is intended to be scalable, modular, and customizable to cater to the diverse requirements of different urban settings. In this research I will review pros and cons of existing papers, methods and solutions in developing modern Geographic Information Systems and suggest and analyze better approach to make powerful tool for spatial orientation in urban environments.

**Ключевые слова:** ГИС-моделирование, городские условия, информационные технологии.

**Keywords:** GIS modeling, urban conditions, information technology.

## I. INTRODUCTION

In today's urban environments, the need for an efficient and suitable Geographic Information System (GIS) is widespread. The objective of this research is to develop a GIS system capable of aiding people in navigating city conditions, taking into account factors such as traffic and relief. The system should possess the ability to process and analyze large volumes of data, including both geospatial and non-geospatial data, to facilitate decision-making and planning in urban areas.

Furthermore, the system should be designed to be scalable, modular, and easily customizable to accommodate the requirements of different urban environments.

GIS has become increasingly indispensable across various domains, including mapping, transportation tracking, and air quality monitoring. Gu Kuiying emphasizes the importance of integrating multiple objectives into decision-making processes within urban environments [1]. To address this issue, a system is proposed that employs geospatial and non-geospatial data to optimize the location and delivery of location-based services. Another noteworthy approach to utilizing GIS in urban conditions was presented by Kohn Tobias [2]. Their work introduces a GIS-based decision support system for the installation of underground pipelines in urban environments. Gerina Federica describes an intriguing method that combines dynamic patterns and machine learning in Python [3]. The article presents the development of a system that employs air quality sensor data to identify cooking activities in a kitchen setting, with the aim of assisting individuals in tracking their food intake and maintaining a food journal. The article outlines the methodology used for data preprocessing and analysis, including feature extraction and selection, as well as the application of machine learning algorithms for activity recognition. Fayzrakhmanov Rustam Abubakirovich proposes the creation of a universal geographic information system that utilizes machine learning and natural language processing techniques to analyze literary works [4]. The paper details the design and implementation of a Literary Mapping Geoinformation System (LMGS) that enables users to visualize and explore the spatial distribution of literary works, as well as analyze the relationships between literary works and their geographical locations.

The absence of in-depth examination or comparison of the proposed framework with current GIS development methodologies is a limitation shared by all of the papers that were discussed, which makes it challenging to assess the innovation or efficacy of the suggested methodology. Moreover, there is a lot of data, maintaining all of the conditions, including traffic and respite, is challenging.

## II. METHODOLOGY

**Data Collection.** The first step involves identifying and collecting relevant data sources for modeling spreading concentration. This includes data such as air quality measurements, meteorological data, and traffic data. The data will be acquired from reliable sources and subjected to preprocessing and quality control procedures to ensure accuracy and consistency. The model for the Data Collection in general looks like fetching all of the raw data from the different types of sources, such as sensors, user clicks or manual data inserting, then collected data load to database, for example centralised data warehouse[Fig. 1]. In this storage, manipulations, classifying, model training is used. After all of the process, developers can load data to interface to give output about traffic, concentration, e.t.c.

**Spatial Analysis and Modeling.** Spatial analysis techniques will be employed to generate continuous concentration surfaces. This will involve utilizing spatial interpolation methods to estimate concentration values at unmeasured locations based on the available data. Additionally, various data layers such as land use and transportation networks will be integrated to evaluate their influence on spreading concentration. Mathematical models or algorithms will be developed and calibrated to predict spreading concentration accurately. As a tool for Spatial Analysis and Modeling there used open-source python library PySAL[Fig. 2]. To create continuous concentration surfaces, PySAL provides interpolation techniques including inverse distance weighting (IDW)[Fig. 3] and Kriging[Fig. 4]. These techniques can be used to extrapolate concentration levels from measured places to unmeasured ones.

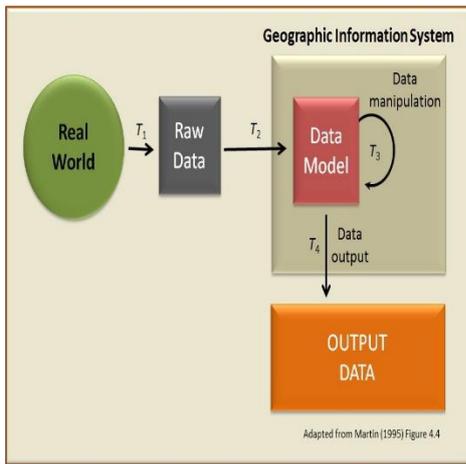


Fig. 1. GIS Data Model.

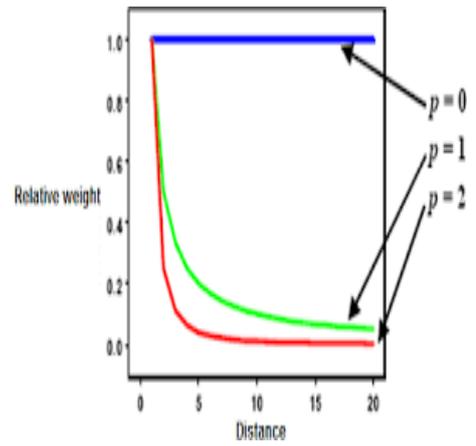


Fig. 2. PySAL for Spatial Analysis and Modeling.

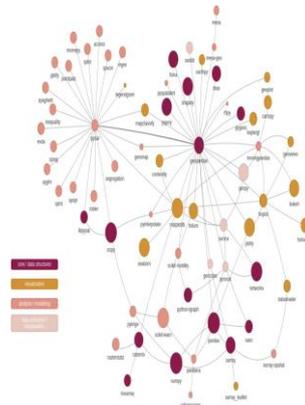


Fig. 3. Inverse Distance Weighting.

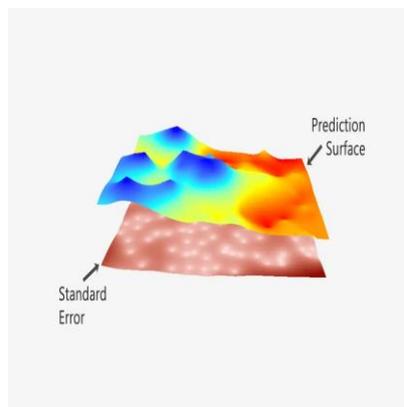


Fig. 4. Kriging.

**GIS Development.** A customized GIS system will be designed and implemented to facilitate modeling of spread-ing concentration. The GIS system will include a database for storing and managing the collected data. User-friendly interfaces and visualization tools will be developed to support data exploration and analysis. GIS functionalities, includ- ing data querying, mapping, and spatial analysis, will be incorporated into the system. Real-time data feeds will be integrated to enable dynamic modeling and visualization ca- pabilities. GIS Development Design step involves identifying and collecting relevant data sources for modeling spreading concentration[Fig. 5]. It may include air quality measurements, meteorological data, traffic data, and other relevant spatial and non-spatial data. The collected data will serve as inputs for the GIS system.

**Model Evaluation and Validation.** The developed model will be evaluated and validated to assess its performance. Evaluation metrics such as accuracy, precision, and error analysis will be employed to gauge the model’s reliability and effectiveness. Model outputs will be compared against observed data or reference datasets to validate the results. Sensitivity analysis will be conducted to understand the impact of input parameters and assumptions on the model outcomes.

**Case Study and Application.** A specific urban area or case study site will be selected to apply the developed GIS system for simulating spreading concentration. The system will be utilized to model and analyze the spreading concentration patterns in the chosen area. The results will be analyzed and in-terpreted to gain insights into the concentration dynamics and potential implications for urban planning and environmental management.

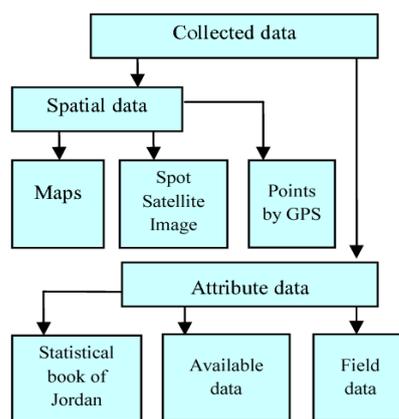


Fig. 5. GIS Flowchart.

### III. EXPERIMENTS AND RESULTS

The aim of this article is to research the area of GIS using python and machine learning, next is to develop GIS that will satisfy all of the city conditions.

To achieve this goal, there is a need of conducting research on the latest GIS technologies and data processing methods, as well as on the specific challenges of urban environments. Also I need to develop and test prototypes of the GIS system, using real-world data from urban environments.

A lot of work has been done to research existing papers, identify pros and cons, find weak points and develop better solution. There are a number of significant tasks and actions that can be carried out in the context of the thesis on the creation of GIS for modeling spreading concentration in city settings. First, extensive data collection initiatives might be started to compile pertinent information such as measurements of the air quality, weather data, and traffic data. The basis for modeling and analysis would be this data. To guarantee data quality and consistency, data pretreatment procedures such as cleaning, integration, and transformation should then be carried out. After the data has been prepared, a solid GIS system that uses modeling and geographical analytic methods can be developed. In order to do this, spatial interpolation techniques must be used to create continuous concentration surfaces. Additionally, extra spatial layers must be integrated to fully account for the influence of numerous elements, and mathematical models must be calibrated to make precise predictions.

The results of thesis on provide valuable insights into the dynamics of spreading concentration and its implications for urban environments. Through research, there were uncover distinct patterns of spreading concentration, identifying areas of high concentration or hotspots within the selected urban area or case study site. These concentration patterns can help in understanding the spatial distribution of pollution or other relevant factors impacting the environment.

Moreover, this research may shed light on the influence of various spatial factors on spreading concentration. By grating data layers such as land use, transportation networks, and other relevant variables, there can be explored correlations and relationships between these factors and concentration patterns. This analysis can offer valuable information for urban planning, environmental management, and decision-making processes.

Additionally, the evaluation of the performance and accuracy of developed models is crucial. By assessing the effectiveness of spatial interpolation methods and the performance of mathematical models, it can determine the reliability of calculated predictions. This evaluation helps in understanding the strengths and limitations of the models, and their ability to capture concentration dynamics accurately. The expected results of this thesis is a fully functional GIS system that can be used to support decision-making and planning in urban environments. The system should be capable of processing and analyzing large volumes of data, including geospatial and non-geospatial data, and should be scalable and customizable to meet the needs of different urban environments. The system should also incorporate the latest advances in machine learning and artificial intelligence, to support more accurate and efficient data analysis and decision-making [Fig. 6].

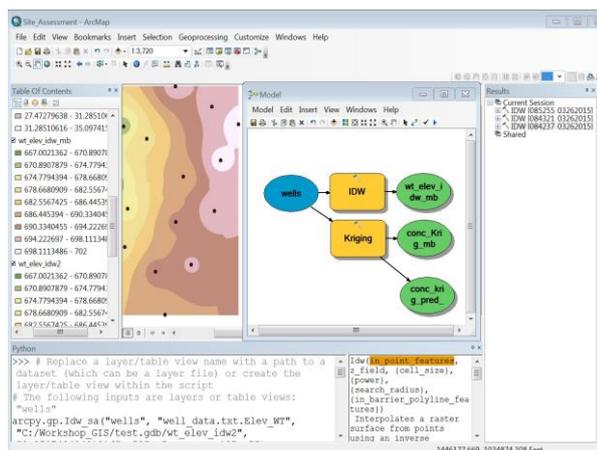


Fig. 6. Prototype of GIS App.

#### IV. CONCLUSION

In conclusion, this thesis lays the foundation for further advancements in GIS development for modeling spreading concentration in city conditions. By addressing the identified limitations and incorporating future research directions, the field can benefit from improved methodologies, more accurate predictions, and enhanced decision support systems for sustainable urban planning and environmental management.

In terms of future work, several avenues can be explored. Firstly, expanding the scope of the research to include more diverse urban environments and case studies would enhance the generalizability of the findings. Additionally, incorporating real-time data streams and advanced predictive modeling techniques can improve the accuracy and timeliness of spreading concentration predictions. Moreover, integrating stakeholder engagement and participatory approaches can enhance the usability and acceptance of the GIS system among decision-makers and urban planners.

#### Список литературы

1. Гу Куин, Чжао Ляньмин и Лю Шаокунь, "Прогнозирование качества воздуха в Шэньчжэне на основе алгоритма нейронной сети", 2020.
2. Тобиас Кон, Гвидо Ван Россум, Гари Брандт из Bucher и Иван

- Левкивский, ”Динамическое сопоставление шаблонов с помощью Python”, 2020
3. Левкивский Иван, Масса Сильвия М., Мои Франческа, Рефориато Рекуперо Диего и Рибони Даниэле, ”Распознавание процессов приготовления пищи с помощью данных датчиков качества воздуха для поддержки ведения журнала пищевых продуктов”, 2020 г.
  4. Файзрахманов Рустам Абубакирович, Фоминых Полина Юрьевна, Курушин Даниил Сергеевич, Орлова Екатерина Дмитриевна, Соболева Ольга Владимировна и Яруллин Денис Владимирович, ”Машинное обучение для построения литературной картографической геоинформационной системы”, 2020
  5. Чжан К., Чжоу Ю., Ву Дж., ”Система поддержки принятия решений на основе ГИС для управления качеством воздуха в городских районах”, 2011 г.
  6. Чепель О., Боррего С., ”Интеграция ГИС и моделей качества воздуха для оценки воздействия загрязнения воздуха в городской среде”, 2006 г.
  7. Бриггс Д. Дж., де Хоог К., Гулливер Дж., ”Пространственное моделирование воздействия загрязнения воздуха в городах в ГИС: новые подходы к измерению загрязнения воздуха в городской среде”, 2000
  8. Юань К., Бауэр М. Э., ”Картографирование загрязнения воздуха в городах с использованием ГИС: подход, основанный на регрессии, с пространственными переменными”, 2007

### Reference

1. Gu Kuiying, Zhao Lianming and Liu Shaokun, ”Pre-diction of air quality in Shenzhen based on neural networkalgorithm”, 2020.
2. Kohn Tobias, Van Rossum Guido, Bucher Gary Brandtand Levkivskyi Ivan, ”Dynamic pattern matching with Python”, 2020

3. Levkivskiy Ivan, Massa Silvia M., Moi Francesca, Reforgiato Recupero Diego and Riboni Daniele, "Recognition of cooking activities through air quality sensor data for supporting food journaling", 2020
4. Fayzrakhmanov Rustam Abubakirovich, Fominykh Polina Yurievna, Kurushin Daniil Sergeevich, Orlova Ekaterina Dmitrievna, Soboleva Olga Vladimirovna and Yarullin Denis Vladimirovich, "Machine Learning for Building Literary Mapping Geoinformation System", 2020
5. Zhang, K., Zhou, Y., Wu, J., "A GIS-based decision support system for managing air quality in urban areas", 2011
6. Tchepel, O., Borrego, C., "Integration of GIS and air quality models for exposure assessment to air pollution in urban environments", 2006
7. Briggs, D. J., de Hoogh, K., Gulliver, J., "Spatial modeling of urban air pollution exposure in GIS: New approaches to measuring air pollution in the urban environment", 2000
8. Yuan, C., Bauer, M. E., "Mapping urban air pollution using GIS: A regression-based approach with spatial variables", 2007

© Р. Аубакиров, 2024 Научный сетевой журнал «Столыпинский вестник» №2/2024.

**Для цитирования:** Р. Аубакиров РАЗРАБОТКА ГИС ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ В ГОРОДСКИХ УСЛОВИЯХ//Научный сетевой журнал «Столыпинский вестник» №2/2024.

Научная статья

Original article

УДК 631



**КОМПЛЕКС МЕХАНИЗИРОВАННЫХ РАБОТ В  
РАСТЕНИЕВОДСТВЕ**

**A COMPLEX OF MECHANIZED WORKS IN CROP PRODUCTION**

<sup>1,2</sup>**Кокиева Галия Ергешевна**, доктор технических наук, декан Инженерного факультета <sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Бурятская государственная сельскохозяйственная академия им. В.Р. Филиппова» (670024, Республика Бурятия, город Улан-Удэ, ул. Пушкина, д.8), тел. 8-924-8-66-537, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3447-1911> , [kokievagalia@mail.ru](mailto:kokievagalia@mail.ru)

<sup>2</sup>Профессор кафедры «Информационные и цифровые технологии» ФГБОУ ВО Арктический агротехнологический университет (677007, Республика Саха (Якутия), г.Якутск, шоссе Сергеляхское, 3 км., дом.3, ), тел. 8-924-8-66-537, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3447-1911> , [kokievagalia@mail.ru](mailto:kokievagalia@mail.ru)

<sup>1,2</sup>**Kokieva Galiya Ergeshevna**, Doctor of Technical Sciences, Dean of the Faculty of Engineering <sup>1</sup>Buryat State Agricultural Academy named after. V.R. Filippova" (670024, Republic of Buryatia, Ulan-Ude, Pushkin St., 8), tel. 8-924-8-66-537, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3447-1911>, [kokievagalia@mail.ru](mailto:kokievagalia@mail.ru)

<sup>2</sup>Professor of the Department of Information and Digital Technologies, Arctic Agrotechnological University (677007, Republic of Sakha (Yakutia), Yakutsk, Sergelyakhskoe highway, 3 km., building 3), tel. 8-924-8-66-537, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3447-1911>, [kokievagalia@mail.ru](mailto:kokievagalia@mail.ru)

**Аннотация.** Решение больших и сложных задач, связанных с автоматизацией сельскохозяйственного производства, требует строгой координацией работ, проводимых многочисленными научными учреждениями. Первоочередным мероприятием в этом направлении должна явиться разработка единого перспективного плана научных исследований, учитывающего уже имеющиеся достижения науки и опыт автоматизации различных отраслей производства. Моделирование процесса дает возможность изучить возможности применения численных методов для моделирования взаимодействия почвенной среды и рабочих органов почвообрабатывающих машин. Деформация почв и грунтов сопровождается изменением их структуры и пористости, перемещением отдельных частиц, перетеканием воды и газа и представляет собой особый тип деформации, свойственный только полидисперсным системам. В статье описывается закономерность сопротивления почв сжатию.

**Annotation.** Solving large and complex tasks related to the automation of agricultural production requires strict coordination of work carried out by numerous scientific institutions. The first step in this direction should be the development of a unified long-term research plan that takes into account the existing achievements of science and the experience of automation of various industries. Process modeling makes it possible to explore the possibilities of using numerical methods to simulate the interaction of the soil environment and the working bodies of tillage machines. The deformation of soils and soils is accompanied by a change in their structure and porosity, the movement of individual particles, the flow of water and gas, and is a special type of deformation peculiar only to polydisperse systems. The article describes the pattern of soil resistance to compression.

**Ключевые слова:** моделирование, почвенная среда, почвообрабатывающая машина, закономерность, сопротивление почв сжатию.

**Keywords:** modeling, soil environment, tillage machine, regularity, soil resistance to compression.

## Введение

Экономия энергетических ресурсов равнозначна увеличению производства продукции, поэтому становится важным дополнительным источником повышения эффективности самой инженерной службы. Это не только экономическая категория, непосредственно определяемая хозяйственным расчетом, умением оценивать, считать и взвешивать, но и нравственная, связанная с добросовестным отношением к труду, заинтересованностью каждого в конечных результатах работы. Перерасход топлива и других энергоресурсов объясняется нарушениями технологии и организации сельскохозяйственных работ, хранения, перевозок и заправки машин топливом и маслами. Первоочередная задача, решение которой обеспечит экономию топлива и нефтепродуктов, - соблюдение элементарной технологической дисциплины в процессе обработки почвы, сева и уборки сельскохозяйственных культур. Вот конкретный пример: всем известная простая и сравнительно мало энергоёмкая операция-лушение стерни. Ее нужно проводить вслед за уборкой колосовых и соломы с поля. На взлущенных полях предотвращается потеря влаги, улучшаются условия последующей пахоты или другой основной обработки почвы. Причем суммарные затраты энергии на лушение и пахоту, как правило, меньше, чем за пахоту на невзлущенной стерне. Однако во многих хозяйствах лушение стерни не проводят.

Важным условием, позволяющим обеспечивать высокое качество обработки почвы и экономию топлива, является выровненность поля. Не выровненность приводит к снижению скорости и производительности агрегатов на последующих операциях, а от этого на 5...8% увеличивается погектарный расход топлива. При этом напряжения в сохранившихся связях

возрастают как за счет перераспределения нагрузок, так и за счет продолжающейся деформации пласта. Этот процесс продолжается до тех пор, пока прочность сохранившихся связей оказывается недостаточной для противодействия силе тяги клина. Тогда происходит лавинообразное нарастание местных скалываний вплоть до полного отделения части пласта. Однако в отделившейся его части внутренние связи уже в значительной мере нарушены, и после оборота пласт разваливается на отдельные комки-происходит крошение пласта.

При деформации реальных почв, для которых характерна большая неравномерность механических свойств, по мере возрастания напряженного состояния возникают местные разрушения по тем элементарным площадкам.

Почвообрабатывающие машины и орудия в зависимости от глубины хода рабочих органов и выполняемых операций подразделяют на машины и орудия для основной, поверхностной (дополнительной) и специальной обработки почвы. Поверхностную обработку почвы проводят с помощью комплекса агротехнических приемов рыхления, выравнивания поверхности и уплотнения: культивации, фрезерования, шлейфования, боронования, прикатывания. Приемы предпосевной обработки используют в зависимости от почвенно-климатических условий, рельефа местности, складывающихся погодных условий, особенностей выращиваемых культур, системы удобрений, характера засоренности полей, наличия вредителей, болезней и многих других условий. Процесс обработки почвы относится к высоко затратным операциям при возделывании зерновых культур. Определяющими показателями эффективности работы агрегата являются норма выработки (производительность) и расход топлива, которые, в свою очередь, зависят от сложности работ, глубины обработки и состава машины (тип трактора и плуга) [1-6].

### **Основная часть**

Выбор наиболее оптимального состава почвообрабатывающего агрегата

для работы в конкретном хозяйстве очень затруднителен из-за многих детерминированных и случайных факторов [3-5]. Если принимать в качестве критерия минимальное количество топлива, то это может оказаться не самым лучшим вариантом, так как есть большая вероятность получить малопродуктивный агрегат. Производительность агрегатов влияет на их количество при выполнении полевых работ, так как существуют определенные нормативные агротехнические сроки. Превышение агротехнических сроков приводит к снижению урожайности возделываемых культур. При математическом моделировании поведение модели описывается системой уравнений описывающих зависимость различных параметров. Изучение модели сводится к анализу уравнений. Использование этого метода позволяет произвести расчет большого числа вариантов сочетаний параметров и определить оптимальные параметры. С уменьшением размера площадки будет уменьшаться потребляемая мощность, при движении рабочих органов по максимальному радиусу, соответственно уменьшаться энергозатраты. Так же с уменьшением размера обрабатываемой площадки уменьшается время на создание одной площадки, но увеличивается количество необходимых площадок для обеспечения необходимой густоты посадки и время на их обработку. При выполнении математического моделирования принят ряд допущений: угловая скорость движения балки постоянна, глубина обработки постоянна, сила  $F$  приложена к наиболее удаленной от центра вращения точке рабочего органа; движение рабочих органов начинается от центра вращения; удельное сопротивление почвы резанию постоянно для обработки одной площадки [1-5].

$$N = F * v = F * W * R \quad (1)$$

где  $F$ -тяговое сопротивление рабочих органов, Н;

$W$  - угловая скорость балки, рад/с;

$R$  - Расстояние от центра до наиболее удаленной точки рабочего органа взаимодействующей с почвой.

При условии постоянной угловой скорости, с увеличением радиуса необходимо уменьшить силу  $F$ . При этом учитывая что:

$$F = K_{\Pi} * a * b * n, \quad (2)$$

где  $K_{\Pi}$  - удельное сопротивление почвы, Н/м<sup>2</sup>;

$b$  - глубина обработки, м;

$n$  - количество корпусов;

а значения  $K_{\Pi}$ ,  $b$ ,  $n$  постоянны, для обеспечения постоянной мощности, необходимо уменьшить значения ширины захвата корпуса (3).

$$\frac{N}{W * R} = K_{\Pi} * a * b * n \quad (3)$$

$$a = \frac{N}{K_{\Pi} * b * n * W * R}$$

где  $t$  - время, затрачиваемое на обработку участка (если площадка имеет круглую сторону).

$$\Pi = \frac{S}{t} = \frac{\pi * R^2}{t} \quad (4)$$

Время складывается из времени на обработку площадок и времени на перемещение от одной площадки к другой.

$$w = \frac{2 * \pi}{T} \quad (5)$$

$$T = \frac{2 * \pi}{w} = t_1$$

$$t_{\text{Пл}} = t_{1\text{оборота}} * n$$

$$N = K_{\Pi} * a * b * n$$

Комплексная механизация явится шагом вперед в деле технического перевооружения сельскохозяйственного производства: она освободит человека от утомительной и однообразной работы и откроет перед ним широкие возможности для подлинно творческого труда. Автоматизация не представляет собой простой замены человека, управляющего машиной, автоматом. Последний имеет ряд особенностей: он очень быстро реагирует на внешние возбуждения, отлично «запоминает», «не утомляется». Но он не

способен самостоятельно решать задачи в новых условиях. Поэтому, чтобы наиболее полно использовать преимущества автоматизации, потребуется коренным образом пересмотреть схемы технологических и производственных процессов.

Деформация почв и грунтов сопровождается изменением их структуры и пористости, перемещением отдельных частиц, перетеканием воды и газа и представляет собой особый тип деформации, свойственный только полидисперсным системам.

В начальной фазе диаграммы сжатия почвы или грунта штампом иногда наблюдается прямолинейный участок. Поэтому некоторые специалисты считают возможным рассматривать эти среды как линейно деформируемые. Между тем, многочисленными исследованиями установлено, что у почв и грунтов особенно пластичных, прямой пропорциональности между нагрузкой и деформацией не существует. Модуль деформации таких сред является переменной величиной, в значительной мере зависящей от нагрузки, структуры и влажности. В этом случае фактической зависимости больше соответствует так называемая степенная функция:

$$\rho = q\alpha^\mu, \quad (6)$$

Где  $\rho$ -напряжение сжатия;  $q$ -константа деформируемости,  $\text{кг/см}^2$ ;  
 $\gamma = \frac{h}{D}$ - относительная деформация;  $\mu$ -безразмерный коэффициент. Физически константа  $q$  представляет собой удельное давление, соответствующее осадке штампа, равной его приведенному диаметру  $D$ . Более общая зависимость между нагрузкой и деформацией почвы основана на так называемой контактной теории прочности грунтов. Для определения напряжения  $\rho$  в зависимости от величины относительной деформации:  $\lambda = \frac{H}{L}$  ( $L$ -эквивалентная высота деформируемого слоя): при сжатии в замкнутом объеме

$$\rho = \rho_c(e^{L\lambda} - 1), \quad (7)$$

При сдвиге:

$$\rho = \rho_s(1 - e^{-L\lambda}) \quad (8)$$

При одновременном сжатии и сдвиге:

$$\rho = \rho_s \frac{\rho_c(e^{L\lambda} - 1)}{\rho_s + \rho_c e^{L\lambda}} \quad (9)$$

Здесь  $\rho_s$ -предел несущей способности почвы, кг/см<sup>2</sup>;  $\rho_c$ -начальное уплотнение, кг/см<sup>2</sup>; L-относительный коэффициент жесткости (безразмерная величина).

Эти формулы теоретически более обоснованы, но вместе с тем и более сложны, чем формула (6).

Экспериментальная проверка рассмотренных выше зависимостей в различных условиях показала, что все они имеют ограниченное применение. В связи с этим представляет интерес дальнейшее изучение закономерности сопротивления почв сжатию. Рассмотрим процесс сжатия почвы штампом. При осадке штампа площадью S на глубину h почва оказывает сопротивление:  $Q = \rho S$ .

Абсолютное перемещение точки O будет равно:

$$H_1 = h_1 - \Delta_0 + \Delta_1 \quad (10)$$

Можно предположить существование следующего равенства:

$$\frac{d\rho}{d\Delta_1} H_1 = kh_1 \text{ или } \frac{H_1}{\Delta_0 - \Delta_1} = \frac{k}{\frac{d\rho}{d\Delta_1} - k}$$

Где  $\Delta_0 - \Delta_1$ -перемещение точки O относительно рабочей поверхности штампа; k-коэффициент объемного смятия почвы, кг/ см<sup>3</sup>;  $\frac{d\rho}{d\Delta_1}$ -производная напряжения до деформации.

Если учесть, что  $\frac{d\rho}{d\Delta_1} = \frac{1}{\Delta_0} E$  (E-модуль сжатия почвы), и подставить значение  $H_1$  из формулы (10), то последнее выражение можно записать в таком виде:

$$\frac{h_1 - \Delta_0 + \Delta_1}{\Delta_0 - \Delta_1} = \frac{k}{\frac{1}{\Delta_0} E - k} \quad (11)$$

Прибавим к правой и левой частям этого равенства по единице и решим его относительно  $\Delta_1$ :  $\Delta_1 = \left( \frac{k}{\frac{1}{\Delta_0} E} - 1 \right) h_1 + \Delta_0$  дифференцируя это выражение, получим:

$$d\Delta_1 = \left( \frac{k}{\frac{1}{\Delta_0} E} - 1 \right) dh_1 \quad (12)$$

Уравнение (12) можно переписать следующим образом:

$$d\Delta_1 + dh_1 = \left( \frac{k}{\frac{1}{\Delta_0} E} - 1 \right) dh_1 \quad \text{и так как } E = \frac{\Delta_0 d\rho}{d\Delta_1}, \text{ то после некоторых преобразований получим: } \frac{d\rho}{dh_1} + \frac{d\rho}{d\Delta_1} = k \text{ или } \frac{d\rho}{dh_1} = k - \frac{1}{\Delta_0} E$$

Учитывая, что последнее выражение справедливо при любом  $h_1 = h$ , и принимая  $\Delta_0 = R$  (где  $R = \sqrt{\frac{S}{\pi}}$  - приведенный радиус штампа), имеем

$$\frac{d\rho}{dh} = k - \frac{1}{R} E \quad (13)$$

Теоретически установлено, что для двухфазной дисперсной среды модуль упругости пропорционален квадрату внешнего давления, то есть  $E = a\rho^2$ .

Подставив значение  $E$  в выражение (13), получим уравнение с разделяемыми переменными:

$$\frac{d\rho}{dh} = k - \frac{a\rho^2}{R} \quad (14)$$

Интегрируя, будем иметь:

$$h = \int \frac{d\rho}{k - \frac{a}{R}\rho^2} + C = \frac{1}{\sqrt{\frac{a}{R}k}} \operatorname{Arctg} \left[ \sqrt{\frac{a}{Rk}} \rho \right] + C \quad (15)$$

Для определения постоянного интегрирования  $C$  и коэффициента  $a$  проанализируем значение функции в начальных и конечных условиях. При отсутствии деформации, то есть когда  $h=0$ , напряжение смятия  $\rho$  также равно нулю, а это возможно только при нулевом значении гиперболического тангенса, т.е.

$$\operatorname{th} \left[ \sqrt{\frac{ak}{R}} (0 - C) = 0 \right] \text{ и } C=0$$

При увеличении деформации почвы штампом напряжение смятия  $\rho$  стремится к определенному пределу, называемому пределом несущей способности почвы  $\rho_0$ . А из теории гиперболических функции известно, что если аргумент гиперболического тангенса стремится к бесконечности, то сама функция стремится к единице. Таким образом, в пределе, когда  $h$  стремится к бесконечности.

$\rho_\infty = \rho_0 = \sqrt{\frac{Rk}{a}}$  отсюда коэффициент  $a = \frac{Rk}{\rho_0^2}$ . Подставляя значения  $C$  и  $a$  в выражение (15), получим формулу для определения сопротивления почвы сжатию:

$$\rho = \rho_0 \operatorname{th} \frac{k}{\rho_0} h \quad (16)$$

Здесь  $\rho_0$  в кг/см<sup>2</sup>,  $\rho_0 = A_0 + B_0 \frac{\Pi}{S}$ , где  $A_0$ -предельное напряжение сжатия почвы;  $B_0$ -предельное сопротивление срезу по периметру  $\Pi$ ;  $S$ -площадь штампа;

Используя функции (16) для практических расчетов не вызовет затруднений, во-первых, потому, что значения констант  $\rho_0$  и  $k$  для многих почв известны или легко могут быть определены, и, во-вторых, потому, что известные соотношения между гиперболическими функциями позволяют во многих случаях существенно упростить расчетные формулы.

### Результаты

Применяющаяся в земледельческой механике пропорциональная зависимость между нагрузкой и деформацией является частным случаем формулы (16). Это легко можно показать, разложив формулу (16) в степенной ряд, в котором известная зависимость  $\rho = kh$  является первым членом. В тех случаях когда удастся найти или уточнить значения  $\rho_0$  и  $k$ , это можно сделать либо графически с помощью диаграммы сжатия, либо расчетным путем.

Если опытом установлено, что напряжение сжатия с увеличением деформации практически не возрастает, то это напряжение можно считать пределом несущей способности почвы. Коэффициент  $k$  определяется как тангенс угла наклона к горизонту касательной, проведенной к кривой в начале координат (соответственно умноженный на отношение масштабов осей  $h$  и  $\rho$ ).

В том случае, когда по диаграмме сжатия нельзя судить о пределе несущей способности или невозможно провести касательную к кривой в начале координат, константы  $\rho_0$  и  $k$  следует определять расчетным способом. Для этого необходимо знать величины  $\rho_1$  (при деформации  $h_1$ ) и  $\rho_2$  (при деформации  $h_2$ ), причем  $h_2$  должно быть равно  $2h_1$ .

$$\text{Если } \frac{k}{\rho_0} h_1 = x, \text{ то } \frac{k}{\rho_0} h_2 = \frac{k}{\rho_0} 2 h_1 = 2x$$

На основании известных соотношений гиперболической тригонометрии:

$$\operatorname{th} 2x = \frac{2\operatorname{th} x}{1 - \operatorname{th}^2 x} \text{ тогда } \rho_1 = \rho_0 \operatorname{th} x, \rho_2 = \rho_0 \operatorname{th} 2x = 2\rho_0 \frac{\operatorname{th} x}{1 + \operatorname{th}^2 x} = \frac{2\rho_1}{1 + \operatorname{th}^2 x}$$

Следовательно,

$$\operatorname{th} x = \sqrt{2 \frac{\rho_1}{\rho_2} - 1} \text{ и } \rho_0 = \frac{\rho_1}{\operatorname{th} x} = \frac{\rho_1}{\sqrt{2 \frac{\rho_1}{\rho_2} - 1}} \quad (17)$$

Определив по таблицам гиперболических функции:

$$x = \operatorname{Arth} \sqrt{2 \frac{\rho_1}{\rho_2} - 1} \quad (18)$$

Находим  $k$  по следующей формуле:

$$k = \frac{\rho_0}{h_1} x \quad (19)$$

Теперь сравним результаты расчетов, проведенных по формулам (16), (6), (8) и (9), с экспериментальными данными.

Ниже (табл.1) даны значения напряжений  $\rho$ , полученные экспериментальным путем при вдавливании штампов диаметром 110 и 140 мм в черноземную почву на скошенном увлажненном лугу, а также сопротивления  $\rho^I$ ,  $\rho^{II}$  и  $\rho^{III}$ , найденные по формулам (6), (8) и (9).

Таблица 1- Значения напряжений  $\rho$ , полученные экспериментальным путем при вдавливании штампов диаметром 110 и 140 мм в черноземную почву на скошенном увлажненном лугу

h, см	$\rho$ , кг/см <sup>2</sup>	$\rho^I$ , кг/см <sup>2</sup>	$\rho^{II}$ и $\rho^{III}$ , кг/см <sup>2</sup>	$\frac{k}{\rho_0} h$	$\text{thx} \frac{k}{\rho_0} h$	$\rho^{III}$ , кг/см <sup>2</sup>
0,55/0,77	1,47/0,69	0,81/0,60	1,51/0,67	0,21/0,12	0,207/0,119	1,25/0,83
1,10/1,4	2,50/1,47	2,36/1,40	2,65/1,39	0,42/0,24	0,397/0,235	2,49/1,64
1,65/2,1	3,30/2,30	3,30/2,10	2,84/2,18	0,63/0,36	0,558/0,345	3,36/2,42
2,20/2,8	4,12/3,14	4,10/2,70	4,50/2,94	0,84/0,48	0,686/0,446	4,13/3,13
2,75/3,5	4,50/3,80	4,80/3,30	4,60/3,68	1,05/0,60	0,782/0,537	4,71/3,76
3,30/4,2	5,15/4,40	5,50/4,00	5,00/4,32	1,26/0,72	0,851/0,617	5,13/4,32
3,85/4,9	5,55/4,92	6,20/4,60	5,29/4,90	1,47/0,84	0,899/0,686	5,42/4,82
4,40/5,6	5,62/5,22	6,80/5,20	5,48/5,32	1,68/0,96	0,935/0,744	5,64/5,22
4,95/6,3	5,74/5,55	7,40/5,86	5,60/5,90	1,89/1,08	0,956/0,793	5,76/5,55
5,5	5,77	8,00	5,68	2,10	0,970	5,85
6,05	5,85	8,60	5,92	2,30	0,980	5,91

Примечание. Левые в графе цифры-штамп диаметром 110мм, правые-штамп диаметром 140 мм

В последней графе таблицы указаны значения  $\rho^{III}$ , вычисленные по формуле (16).

Для определения констант  $\rho_0$  и  $k$  воспользуемся условием  $h_2 = 2h_1$ . Этому условию соответствуют следующие данные из таблицы

1 (штамп диаметром 110 мм):  $h_1 = 2,2$  см и  $\rho_1 = 4,12$  кг/см<sup>2</sup>;  $h_2 = 4,4$  см и  $\rho_2 = 5,62$  кг/см<sup>2</sup>.

Подставив значения  $\rho_1$  и  $\rho_2$  в формулу (12), будем иметь:

$$\rho_0 = \frac{4,12}{\sqrt{2 \frac{4,12}{5,62} - 1}}$$

Воспользовавшись выражением (18) и таблицами гиперболических функции, получим:

$$x = \operatorname{Arth} \sqrt{2 \frac{4,12}{5,62}} - 1 = 0,84$$

по формуле (19) определим:  $k = \frac{6,0}{2,2} 0,84 = 2,3 \text{ кг/см}^3$

Аналогичным путем находятся константы  $\rho_0$  и  $k$  для штампа диаметром 140 мм:  $h_1=2,8$  и  $\rho_1=3,14 \text{ кг/см}^2$ ;  $h_2=5,67$  и  $\rho_2=5,22 \text{ кг/см}^2$ . При  $x=0,48$   $\rho_0=7,02 \text{ кг/см}^2$  и  $k=1,2 \text{ кг/см}^3$ .

На основании полученных величин  $\rho_0$  и  $k$  в таблице 1 приведены подсчитанные по формуле (16) значения сопротивлений вдавливанию штампа ( $\rho^{III}$ ). Чтобы проверить, насколько результаты проведенных расчетов соответствуют экспериментальным данным, необходимо вычислить разности (отклонения) экспериментальных  $\rho_j$  и расчетных  $\rho_{jc}$  значений напряжения. При этом, если отдельные разности превышают по абсолютной величине возможные ошибки, следует определить средние абсолютные отклонения:

$$\delta = \frac{\sum_j |\rho_j - \rho_{jc}|}{n} \quad (20)$$

и среднюю квадратичную ошибку:

$$\delta = \frac{\sum_j |\rho_j - \rho_{jc}|}{n-s} \quad (21)$$

Где  $n$ -число измерений;  $s$ -число параметров.

Подсчитанные по формулам (20) и (21) величины  $\delta$  и  $\rho$  приведены в таблице 2.

На основании таблицы 2 можно сделать вывод о том, что формула (16) в этих условиях более точно отображает фактическое изменение напряжения в зависимости от деформации сжатия, чем степенная и показательная функции. Таблица 2 - фактическое изменение напряжения в зависимости от деформации сжатия

Показатели	Применяемая формула					
	(1)		(3) или (4)		(11)	
	Штамп диаметром, мм					
	110	140	110	140	110	140
Среднее абсолютное отклонение $\delta$ , кг/см <sup>2</sup>	0,91	0,26	0,18	0,12	0,07	0,07
Средняя квадратическая ошибка $\delta$ , кг/см <sup>2</sup>	1,41	0,35	0,26	0,18	0,11	0,107

При возделывании сельскохозяйственных культур движители колесных тракторов оказывают значительное влияние на физико-механические свойства почвы, ухудшая, в основном, ее плодородие. Обеспечивая трактору тягово-сцепные качества, они образуют в ней немалые уплотненные зоны, концентрирующиеся около колес.

В процессе подготовки почвы, посева, ухода за растениями и уборки урожая различные сельскохозяйственные машины проходят по полю от 5 до 20 раз. В результате суммарная площадь следов движителей в 2 раза превышает площадь поля. Подвергается воздействию движителей от 6 до 20 раз 10...12% площади поля, от 1 до 6 раз-65...80% и только 10...15% ее не подвергается этому. В условиях интенсификации сельскохозяйственного производства одно из определяющих требований к тракторам-повышение их производительности, что неизбежно ведет к увеличению общей массы машинно-тракторных агрегатов и, как следствие, большому уплотнению почвы. Снижение плодородия почвы происходит в основном из-за увеличения плотности как пахотного, так и подпахотного слоев, являющейся фактором, обуславливающим нормальные водный, воздушный, тепловой и питательные режимы почвы.

Почва в естественных условиях формируется до определенной плотности, называемой равновесной, и в дальнейшем меняется незначительно. Для

возделывания же сельскохозяйственных культур необходимо создать требуемую, при которой будут наилучшие условия для формирования и роста урожая. Оптимальная плотность суглинистой дерново-подзолистой почвы для пропашных культур составляет  $(1,0...1,2)10^3$  кг/м<sup>3</sup>, супесчаной дерново-подзолистой для кукурузы- $(1,2...1,3) 10^3$  кг/м<sup>3</sup>, тяжелосуглинистой- $(1,0...1,1)10^3$  кг/м<sup>3</sup>. Давление почвы под колесом на всех глубинах значительно выше, чем под гусеницей. Вследствие этого объемная масса пахотного слоя под воздействием колесных движителей тоже выше, что приводит к большему снижению урожайности. Влажность почвы в момент воздействия на нее сельскохозяйственной техники также имеет важное значение. С ее увеличением уплотняющие деформации проявляются интенсивнее и способность почвы сопротивляться резким нагрузкам значительно снижается. Так, при повышении влажности на 3...4% выше физической спелости, в зависимости от типа почвы, давления под колесами, ширины протектора шин степень уплотнения пахотного слоя увеличивается на 6...12%, а подпахотного -на 3...4%. При влажности 0,7 НВ (наименьшая влагоемкость) серая лесная почва противостоит уплотнению тракторами, а при увеличении влажности до 1,0 НВ под движителями этих тракторов плотность возрастает на  $(0,15...0,2) 10^3$  кг/м<sup>3</sup>.

Очевидно, что факторами, влияющими на уплотнение почвы, являются нормальная нагрузка от движителя, тип, ее влажность, конструкция шины. Вследствие этого применяемые в настоящее время ГОСТами рекомендуется проводить агротехническую оценку сельскохозяйственных машин по максимальным и средним удельным давлениям в месте статического контакта колеса с почвой в зависимости от времени года, у учетом типа и влажности. Однако при движении эти показатели существенно изменяются. На их величину влияет напряжение сдвига на поверхности почвы в месте контакта с шиной вследствие буксования, что вызывает увеличение уплотнения на 50%. Определенно изменение объемной массы почвы, а

следовательно и твердости, пористости, водопроницаемости, а также глубины колеи из-за буксования ведущих колес. На тяжелых глинистых почвах от буксования ведущих колес трактора МТЗ уплотнение в следах бывает настолько велико, что требуется последующая многократная обработка для приведения в требуемое состояние. На светло-каштановых почвах при величине буксования до 14% глубина колеи интенсивно растет и при 30% в 2 раза превышает первоначальную.

Для сельскохозяйственного производства информация об изменениях плотности почвы в результате движения по ней машин, необходимая для разработки технико-экономических критериев оптимизации параметров перспективной мобильной, приобретает особое значение.

Дождевание является одним из действенных способов повышения урожайности многих сельскохозяйственных культур, накоплен значительный положительный опыт применения дождевания при выращивании овощей и плодов и ягод. В засушливых и полузасушливых районах страны дождевания обеспечивают получение высоких и стабильных урожаев кукурузы сахарной свеклы, картофеля, бобовых. Установлено, что в районах так называемого неустойчивого увлажнения дождевания даёт возможность значительно быстрее осваивать орошаемые площади, чем это достигается при поверхностных способах полива. Важно также отметить, что при дождевании на орошаемых землях могут быть использованы те же машины и орудия, которые применялись до орошения. При поверхностном поливе предъявляются большие требования к рельефу орошаемой территории, степени её спланированности и согласованности направления посева культур с уклонами местности. Здесь необходимо дополнительные машины для устройства и выравнивания поливных борозд и полос, планировщики и так далее точка на уплотнённый в результате такого полива почве, покрыты сетью борозд и валиков, сельскохозяйственные орудия, предназначенные для богарных земель, Часто ломается, выходит из строя. Однако дождевание не всегда

экономически более целесообразно, чем поверхностные самотечные способы полива. При необходимости полива крупными нормами рациональнее применять поверхностное орошение, например по бороздам или полосам. В частности, дождевание с целью глубокой влагозарядки и промывки почвы от вредных солей экономически себя не оправдывает.

Преимущества орошения дождеванием проявляются особенно в поймах рек и на землях с близким залеганием пресных грунтовых вод, а также на участках со сложным рельефом или с маломощными почвами, затрудняющими капитальную планировку, т.е там где требуется ограниченное число поливов небольшими нормами. Дождевание особенно эффективно на фоне глубокой влагозарядки-естественной или искусственной. По мере продвижения с юга на север прибавку урожая многих культур на кубометр воды, поданной на поля с помощью дождевания, как правило, не только не попадает, а также растёт. Это объясняется тем, что по мере продвижения на север повышается роль естественных осадков. В то же время два-три полива дождевания в наиболее жаркие и засушливые периоды практически решают судьбу урожая[8-11].

В нашей стране имеются большие возможности для широкого применения дождевания в практике земледелия, Однако до настоящего времени реализуется недалеко не полностью. Опыт дождевания на крупных массивах показал, что сравнительно высокая стоимость орошения с помощью мощных дождевальных агрегатов мостового типа объясняется главным образом не затратами труда на полив и даже не расходом энергии, а высокой стоимости этих агрегатов, короткими сроком их службы, частыми поломками и сложностью ремонтов полевых условиях. Чтобы снизить стоимость орошения, необходимо повысить надежность работы агрегатов мостового типа, удешевить ремонт, и что особенно важно, удлинить срок их службы. Поэтому наряду с дальнейшим улучшением конструкции дождевальных агрегатов (особенно в этом нуждаются водоприемное устройство агрегата и

ходоуменьшитель) необходимо организовать их массовое производство на специализированных предприятиях. Там же должны выпускаться и запасные части. Для снижения эксплуатационных расходов следует разработать рациональную технологию ремонта мостовых дождевальных агрегатов в полевых условиях. В настоящее время дождевальные машины оснащены простейшими водомерными устройствами и суммирующим счетчиком. Очень важно осуществить ряд мер по защите хотя бы только нагруженных деталей мостовой фермы (главным образом тонкостенных труб) от коррозии, которая является основной причиной, сокращающей срок службы мостовых дождевальных агрегатов. Чтобы удешевить орошение с помощью дальнеструйных дождевателей, необходимо снизить стоимость машины-смены тракторов. Один тракторист может обслуживать два дождевателя, поскольку они работают по несколько часов на одной позиции. При правильной организации групповой их эксплуатации существенно сокращаются затраты труда на регулирование подачи воды в мелкие временные оросительные каналы. Помимо этого, при сосредоточенном действии нескольких дальнеструйных аппаратов осуществима так называемая площадная схема дождевания, уменьшающая испарение воды и вредное влияние ветра. Слабым местом дальнеструйных аппаратов является высокая мгновенная интенсивность дождя и неравномерное распределение осадков при ветре. Когда скорость его превышает 3-4 м/с, из-за сильного ухудшения структуры дождя на поверхности почвы образуются уплотнённая корка, и вода стекает по пониженным элементам рельефа. В этом случае землю удастся увлажнить на глубину не более 20-25 см. Устранить вредное влияние ветра можно, меняя угол наклона главного сопла дождевателя к горизонту. Если струя действует по направлению ветра, то угол наклона необходимо увеличить до 55-60°. В этом случае она поднимается на 25-30 м и лучше дробится на капли, которые затем уносятся значительно дальше, чем при обычном угле наклона, равном 32°. Дальность полёта капель (против ветра и

по ветру) при указанных углах увеличивается на 30-40%. Как наиболее простое решение можно рекомендовать при поливе дальноструйными аппаратами по сектору увеличения угла наклона струи к горизонту с 30 до 55-60°. В этом случае резко улучшится качество дождя: вместо плохо раздробленной струи (направление ветра из струи совпадает) и массы крупных капель, выпадающих на ограниченной площади и создающих картину сильного ливня, мы получаем мелкое дробление струи на отдельные капли, которые оседает на значительно большей площади. Применение простейших средств автоматизации позволит сократить число обслуживающего персонала и использовать около половины указанных специалистов на других работах. В районах, где сосредоточены мелкие мелиоративные станции, целесообразно построить линии электропередачи 6-10 квадратов, чтобы заменить тепловые двигатели электрическими. Это позволит в два-три раза снизить затраты труда и средств на подъём воды [12-15]. Кроме того, электрификация насосных станций существенно облегчило бы их автоматизацию. В настоящее время всё более стирается грань между дождевальными и поливными машинами и установками. Поэтому развитие дождевальной техники в то же время способствует совершенствованию технических средств для механизации поверхностных поливов.

### **Заключение**

Урожайность полевых культур зависит от многих факторов, в том числе на 25...30% от качества обработки почвы. Главная цель обработки-сохранить и повысить плодородие почвы. Для повышения качества вспашки важное значение приобретает дифференцированное применение сменных корпусов, обеспечивающих требуемый оборот пласта, его крошение и эффективную борьбу с сорняками. Необходимость почвенных условий, возделываемых культур, предшественников, фона почвы, а также наличием тракторов различной энергонасыщенности и др.

### **Литература**

1. Аушев М. Х., Хамхоев, Б.И. Хажметов, Л.М., Шекихачев, Ю.А., Кишев, М. А., Эркенов, А.Н., Твердохлебов, С.А. Математическое моделирование процесса работы комбинированного почвообрабатывающего агрегата // Научный журнал КубГАУ, №99(05), 2014 года М.Х. Аушев., Б.И. Хамхоев., Л.М.Хажметов., Ю.А. Шекихачев, М.А., А.Н. Эркенов., С.А. Твердохлебов.
2. Горячкин В.П. Собрание сочинений: в 3 т. / В.П. Горячкин - М.: Колос, 1965.-755 с.
3. Кленин Н.И. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины //Н.И. Кленин, В.А. Сакур, - М.: Колос, 1994. - 751 с: ил.
4. Оськин С.В., Тарасенко, Б.Ф. Применение имитационного моделирования для оптимизации состава почвообрабатывающих агрегатов при возделывании зерновых культур// С.В. Оськин., Б.Ф. Тарасенко-Агротехника и энергообеспечение. – 2015. – № 1 (5)
5. Онучин Е.М., Неклюдов, В. Б., Алексеев, А.Э. Моделирование работы машины для обработки почвы на вырубках//Е.М. Онучиню., В.Б. Неклюдов., А.Э.
6. Федоров, С. П. Технологическое проектирование механизированных процессов растениеводства / С. П. Федоров // Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет). – 2009. – № 3(11). – С. 42-50. – EDN PAIXCL.
7. Пирожков, Д. Н. Основы теоретического обоснования технического оснащения растениеводства аграрного предприятия / Д. Н. Пирожков, В. И. Беляев, В. А. Завора // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2016. – № 3(137). – С. 166-169. – EDN VSSMYV.
8. Юрченко, И. Ф. Организационное обеспечение как фактор успешной автоматизации агро-мелиоративных технологий системы растениеводства / И. Ф. Юрченко // Международный технико-экономический журнал. – 2021. – № 3. – С. 80-88. – DOI 10.34286/1995-4646-2021-78-3-80-88. – EDN KKZORK.
9. Нино, Т. П. Формирование и оптимальное использование машинно-технологических станций в интегрированных структурах АПК / Т. П. Нино // Инженерно-техническое обеспечение АПК. Реферативный журнал. – 2010. – № 3. – С. 715. – EDN MUTEWH.
10. Качество агрегатирования сельскохозяйственной техники в растениеводстве / М. Ф. Пермигин, С. Ф. Вольвак, В. Н. Лебедь [и др.]. –

- Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2019. – 215 с. – ISBN 978-5-6043281-3-2. – EDN NVZAGK.
11. Кадомцева, М. Е. Региональные особенности использования технологий точного земледелия в сельском хозяйстве / М. Е. Кадомцева, В. В. Нейфельд // Проблемы развития территории. – 2021. – Т. 25, № 2. – С. 73-89. – DOI 10.15838/ptd.2021.2.112.5. – EDN IQWIIK.
  12. Кадомцева, М. Е. Региональные особенности использования технологий точного земледелия в сельском хозяйстве / М. Е. Кадомцева, В. В. Нейфельд // Проблемы развития территории. – 2021. – Т. 25, № 2. – С. 73-89. – DOI 10.15838/ptd.2021.2.112.5. – EDN IQWIIK.
  13. Измайлов, А. Ю. Система машин и технологий для комплексной механизации и автоматизации сельскохозяйственного производства на период до 2020 года / А. Ю. Измайлов, Я. П. Лобачевский // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2013. – № 6. – С. 6-10. – EDN RVTBHI.
  14. Измайлов, А. Ю. Система машин и технологий для комплексной механизации и автоматизации сельскохозяйственного производства на период до 2020 года / А. Ю. Измайлов, Я. П. Лобачевский // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2013. – № 6. – С. 6-10. – EDN RVTBHI.
  15. Измайлов, А. Ю. Система машин и технологий для комплексной механизации и автоматизации сельскохозяйственного производства на период до 2020 года / А. Ю. Измайлов, Я. П. Лобачевский // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2013. – № 6. – С. 6-10. – EDN RVTBHI.

### References

1. Aushev M. Kh., Khamkoev, B.I. Khazhmetov, L.M., Shekikhachev, Yu.A., Kisev, M.A., Erkenov, A.N., Tverdokhlebov, S.A. Mathematical modeling of the process of operation of a combined tillage unit // Scientific journal of KubGAU, No. 99 (05), 2014 M.Kh. Aushev., B.I. Khamkoev., L.M. Khazhmetov., Yu.A. Shekikhachev, M.A., A.N. Erkenov., S.A. Tverdokhlebov.
2. Goryachkin V.P. Collected works: in 3 volumes / V.P. Goryachkin - M.: Kolos, 1965.-755 p.
3. Klenin N.I. Agricultural and reclamation machines //N.I. Klenin, V.A. Sakun, - M.: Kolos, 1994. - 751 p: ill.
4. Oskin S.V., Tarasenko, B.F. Application of simulation modeling to optimize the composition of soil-cultivating aggregates in the cultivation of grain crops//

- S.V. Oskin., B.F. Tarasenko-Agricultural technology and energy supply. - 2015. - No. 1 (5)
5. E. M. Onuchin, V. B. Neklyudov, A. E. Alekseev. Simulation of the operation of a machine for tillage in clearings//E.M. Onchinyu., V.B. Neklyudov., A.E.
  6. Fedorov, S. P. Technological design of mechanized crop production processes / S. P. Fedorov // Vestnik NSAU (Novosibirsk State Agrarian University). - 2009. - No. 3 (11). - S. 42-50. – EDN PAIXCL.
  7. Pirozhkov, D.N., Belyaev V.I., Zavora V.A. Fundamentals of theoretical substantiation of technical equipment for crop production of an agricultural enterprise // Bulletin of the Altai State Agrarian University. - 2016. - No. 3 (137). - S. 166-169. – EDN VSSMYV.
  8. Yurchenko, I. F. Organizational support as a factor in successful automation of agro-meliorative technologies of the plant growing system / I. F. Yurchenko // International technical and economic journal. - 2021. - No. 3. - P. 80-88. – DOI 10.34286/1995-4646-2021-78-3-80-88. – EDN KKZORK.
  9. Nino, T. P. Formation and optimal use of machine-technological stations in the integrated structures of the agro-industrial complex / T. P. Nino // Engineering and technical support of the agro-industrial complex. Abstract journal. - 2010. - No. 3. - P. 715. - EDN MUTewH.
  10. The quality of aggregation of agricultural machinery in crop production / M. F. Permigin, S. F. Volvak, V. N. Lebed [et al.]. - Maisky: Belgorod State Agrarian University named after V.Ya. Gorina, 2019. - 215 p. – ISBN 978-5-6043281-3-2. – EDN NVZAGK.
  11. Kadomtseva, M. E. Regional features of the use of precision farming technologies in agriculture / M. E. Kadomtseva, V. V. Neyfeld // Problems of territory development. - 2021. - T. 25, No. 2. - S. 73-89. – DOI 10.15838/ptd.2021.2.112.5. – EDN IQWIIK.
  12. Kadomtseva, M. E. Regional features of the use of precision farming technologies in agriculture / M. E. Kadomtseva, V. V. Neyfeld // Problems of territory development. - 2021. - T. 25, No. 2. - S. 73-89. – DOI 10.15838/ptd.2021.2.112.5. – EDN IQWIIK.
  13. Izmailov, A. Yu. System of machines and technologies for complex mechanization and automation of agricultural production for the period up to 2020 / A. Yu. Izmailov, Ya. P. Lobachevsky // Agricultural machines and technologies. - 2013. - No. 6. - S. 6-10. – EDN RVTBHJ.
  14. Izmailov, A. Yu. System of machines and technologies for integrated mechanization and automation of agricultural production for the period up to

- 2020 / A. Yu. Izmailov, Ya. P. Lobachevsky // Agricultural machines and technologies. - 2013. - No. 6. - S. 6-10. – EDN RVTBHJ.
15. Izmailov, A. Yu. System of machines and technologies for integrated mechanization and automation of agricultural production for the period up to 2020 / A. Yu. Izmailov, Ya. P. Lobachevsky // Agricultural machines and technologies. - 2013. - No. 6. - S. 6-10. – EDN RVTBHJ.

© Кокиева Г.Е., 2024 *Международный журнал прикладных наук и технологий «Integral» №2/2024.*

**Для цитирования:** Кокиева Г.Е. КОМПЛЕКС МЕХАНИЗИРОВАННЫХ РАБОТ В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ// Международный журнал прикладных наук и технологий «Integral» №2/2024.

Научная статья

Original article

УДК 528.8.04

DOI: 10.55186/02357801-2024-6-2-5



**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ ПРОГРАММ ДЛЯ  
ПОСТРОЕНИЯ ЦИФРОВОЙ МОДЕЛИ РЕЛЬЕФА ВОДОСБОРНОЙ  
ТЕРРИТОРИИ Р. ЧИР**

**THE USE OF GEOGRAPHIC INFORMATION PROGRAMS TO CONSTRUCT  
A DIGITAL ELEVATION MODEL OF THE CATCHMENT AREA OF THE  
CHIR RIVER**

**Зубков Александр Юрьевич**, бакалавр кафедры геоэкологии и природопользования, Государственный университет по землеустройству (105064 Россия, г. Москва, ул. Казакова, д. 15), тел. 8(499)-261-95-45, *sascha.zub2002@yandex.ru*

**Мулин Максим Олегович**, магистрант кафедры геоэкологии и природопользования, Государственный университет по землеустройству (105064 Россия, г. Москва, ул. Казакова, д. 15), тел. 8(499) 261-95-45, Институт водных проблем РАН (119333 Россия, г. Москва, ул. Губкина, д. 3), тел. 8(499) 135-54-56, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3537-9060>, *mulin\_99@mail.ru*

**Широкова Вера Александровна**, доктор географических наук, профессор кафедры геоэкологии и природопользования, Государственный университет по землеустройству (105064 Россия, г. Москва, ул. Казакова, д. 15), тел. 8(499) 261-95-45, Институт истории естествознания и техники им. С. И. Вавилова РАН (117861 Россия, г. Москва, ул. Обручева, д. 30а), тел. 8(495) 938-60-08, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0839-1416>, [shirocova@gmail.com](mailto:shirocova@gmail.com)

**Zubkov Alexander Yuryevich**, bachelor of the department of geocology and environmental management, State University of Land Management (15 Kazakova st., Moscow, 105064 Russia), tel. 8(499)-261-95-45, [sascha.zub2002@yandex.ru](mailto:sascha.zub2002@yandex.ru)

**Mulin Maxim Olegovich**, master's student of the Department of Geocology and Environmental Management, State University of Land Management (15 Kazakova st., Moscow, 105064 Russia), tel. 8(499) 261-95-45, Institute of Water Problems of the Russian Academy of Sciences (3 Gubkin st., Moscow, 119333 Russia), tel. 8(499)135-54-56, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3537-9060>, [mulin\\_99@mail.ru](mailto:mulin_99@mail.ru)

**Shirokova Vera Aleksandrovna**, Doctor of Geographical Sciences, Professor of the Department of Geocology and Environmental Management, State University of Land Management (15 Kazakova st., Moscow, 105064 Russia), tel. 8(499) 261-95-45, Institute of History of Natural Science and Technology named after. S.I. Vavilova RAS (30a Obruchev st., Moscow, 117861 Russia), tel. 8(495) 938-60-08, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0839-1416>, [shirocova@gmail.com](mailto:shirocova@gmail.com)

**Аннотация.** В статье рассмотрен картографический метод исследования с применением геоинформационных систем, этапы построения цифровой модели рельефа, показана актуальность использования материалов спутниковых снимков для актуализации современного состояния речной сети. Карты в ГИС выполняют двойную функцию: они служат средством хранения и передачи информации, а также способом исследования и моделирования

геосистем при различных сценариях их развития, включая оценку антропогенного воздействия и его последствий. Специфика применения ГИС-технологий рассмотрена на примере водосборного бассейна реки Чир. Составленная картосхема ЦМР в дальнейшем понадобится для полной геоэкологической оценки водосбора реки Чир. Разработанная методика может быть применена для других водосборов с отсутствием данных регулярных наблюдений.

**Abstract.** The article discusses the cartographic research method using geographic information systems, the stages of constructing a digital relief model, and shows the relevance of using satellite imagery materials to update the current state of the river network. Maps in GIS perform a dual function: they serve as a means of storing and transmitting information, as well as a way to study and model geosystems under various scenarios of their development, including assessment of anthropogenic impact and its consequences. The specifics of the application of GIS technologies are considered using the example of the Chir River watershed. The compiled DEM map will be needed in the future for a complete geo-ecological assessment of the Chir River catchment. The developed methodology can be applied to other watersheds with a lack of regular observation data.

**Ключевые слова:** *Гис-технологии, геоинформационные программы, водосборная территория, Цимлянское водохранилище, река Чир, цифровая модель рельефа.*

**Keywords:** *GIS technologies, geographic information programs, drainage area, Tsimlyansk reservoir, Chir River, central relief model.*

**Введение.** Геоинформационные системы (ГИС) представляют собой компьютерные системы для картографии и анализа объектов реального мира, позволяющие работать с пространственными данными [1].

С помощью ГИС технологий можно полнее и быстрее получать нужные характеристики по сравнению с ручными трудоёмкими измерениями на

топографических картах [2]. ГИС позволяют более точно интерпретировать пространственные данные и обрабатывать космические снимки. В связи с этим возникает потребность в разработке методики использования геоинформационных технологий для определения бассейна реки, речной сети, а также построение рельефной карты на этой территории [3].

**Методы.** В условиях сокращения наземных наблюдений и экспедиционных обследований на первый план в качестве информационных источников выходят картографические и дистанционные материалы, и ГИС-технологии для их синтеза, преобразования, интерпретации, получения новых данных [4].

Для проведения исследования использована программа Quantum GIS (QGIS). QGIS – это географическая информационная система с открытым исходным кодом, позволяющая работать с векторными и растровыми данными, их комбинацией в различных форматах.

**Выбор объекта исследования.** Для исследования была выбрана водосборная территория реки Чир – правый приток реки Дон.

Река Чир – средняя река (366 км\*), имеет площадь бассейна 10600 км<sup>2\*</sup>. Исток реки – в Ростовской области в Верхнедонском районе на Донской гряде и впадает в Волгоградской области в Цимлянское водохранилище, расположенное на реке Дон.

Ландшафт двух регионов, по которым протекает р. Чир, является преимущественно равнинным степным с развитой овражно-балочной сетью. Лишь в устье реки появляется болотистая местность. Водосборная территория расположена в зоне интенсивного земледелия.

**Материалы.** Для проведения исследования использованы материалы из открытых источников:

- ❖ топографическая карта водосборной территории р. Чир (ГГЦ 2 км);

---

\* Расчет длины р. Чир и ее водосборной территории проводился в геоинформационной программе QGIS.

- ❖ спутниковое изображение водосборной территории р. Чир;
- ❖ данные радиолокационной топографической миссии шаттла съемки местности (SRTM)

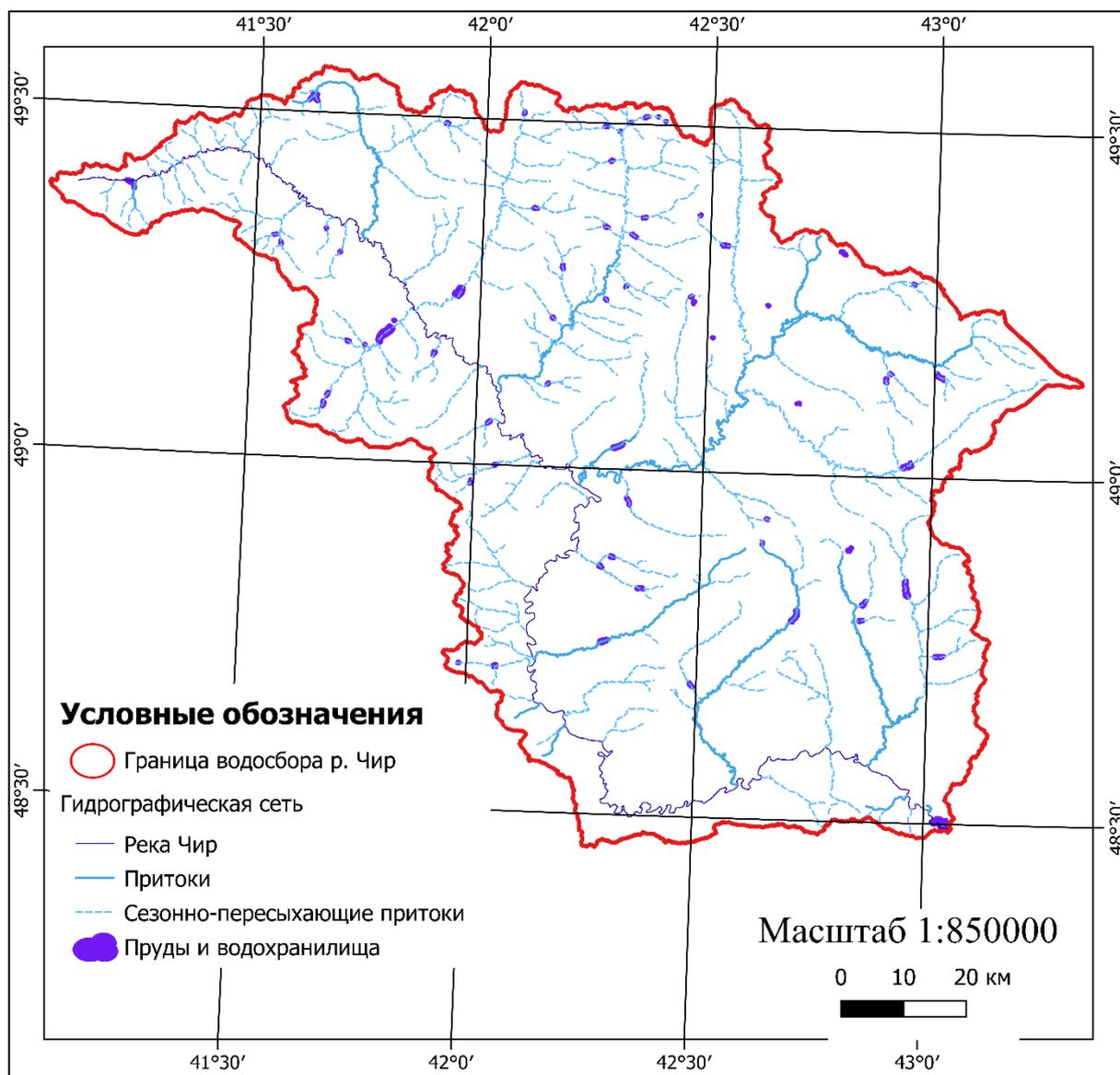
**Ход исследования.**

*1 этап. Выделение точной границы водосборной территории по топографической карте и построение картосхемы речной сети.*

Используя топографическую карту, выделена точная граница водосборной территории р. Чир в геоинформационной программе QGIS. Полученная граница используется в дальнейшем для построение базовых картосхем исследуемой территории водосбора [5].

Взятые за основу топографическая карта и спутниковое изображение местности позволили выделить современное состояние речной сети водосборной территории р. Чир в геоинформационной программе (Рисунок 1).

Большая часть притоков – пересыхающие, которые заполняются в период снеготаяния. В летнее время они полностью пересыхают. На данных притоках расположены небольшие пруды искусственного происхождения, использующиеся для сельскохозяйственных нужд.

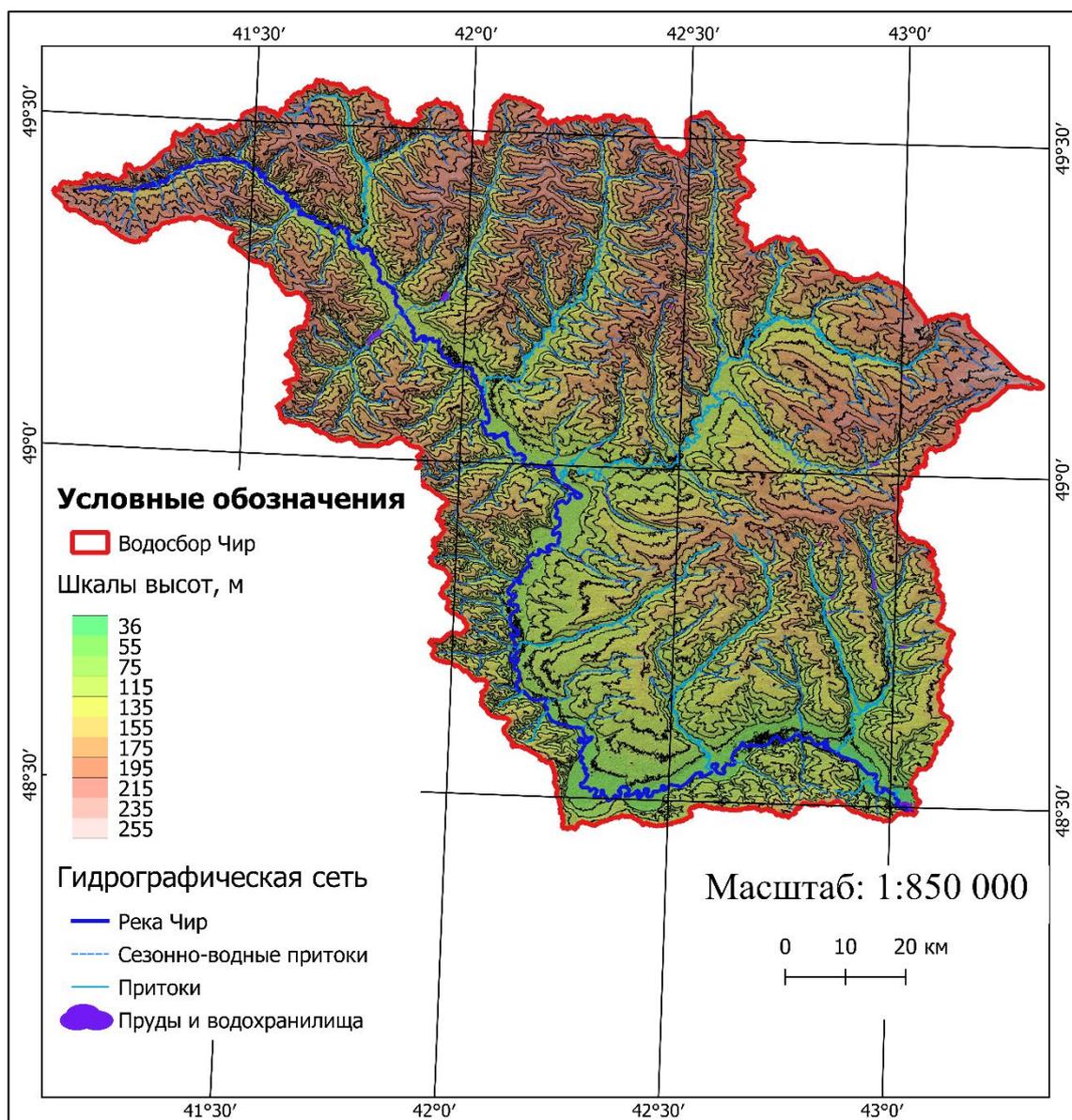


**Рисунок 1. Речная сеть водосборной территории р. Чир**

*2 этап. Построение цифровой модели рельефа местности.*

Цифровая модель рельефа (ЦМР) представляет собой способ структурного описания рельефа. ЦМР играет значимую роль в гидрологическом и геоморфологическом анализе.

Открытые данные радиолокационной топографической миссии шаттла съемки местности (SRTM) позволили, с использованием ГИС программ, построить ЦМР водосборной территории (Рисунок 2), на которую наложена речная сеть для большей репрезентативности данных.



**Рисунок 2. ЦМР водосборной территории р. Чир**

По картосхеме можно определить максимальные и минимальные высоты. Самый низкие высоты – в устье реки, в месте впадения в Цимлянское водохранилище. Нормальный подпорный уровень (НПУ) Цимлянского водохранилища составляет 36,0 м. Максимальные высоты расположены в северной и восточной части водосборной территории и достигают 255 м. В целом рельеф низменный со средними высотами от 75 до 135 м и рассеченный овражно-балочной сетью.

**Выводы.** Разработаны картосхемы и материалы с использованием ГИС-технологий, а именно картосхема речной сети и ЦМР водосборной территории р. Чир. В дальнейших работах на основе ЦМР можно построить картосхему углов наклона местности для определения интенсивности стока с различных участков ландшафта, что позволит проводить исследования по оценке состояния земель различных категорий и строить карты современного состояния территории для полной геоэкологической оценки водосбора реки [6].

Работа выполнена в рамках государственного задания темы № FMWZ-2022-0002 ИВП РАН Министерства науки и высшего образования РФ.

### Литература

1. Гусева А.В. Геоинформационные системы // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2013. № 5. С. 50–55.
2. Счастливец Е.Л., Юкина Н.И., Харлампенков И.Е. Информационно-аналитическая система геоэкологического мониторинга водных ресурсов угледобывающего региона // Вестник Кузбасского государственного технического университета. 2016. № 2. С. 157–164.
3. Yurova Y., Shirokova V. Geoeological assessment of anthropogenic impacts on the Osetr river basin // Geosciences (Switzerland). 2020. № 4(10). С. 1–13. DOI:10.3390/geosciences10040121.
4. Курбатова И.Е., Мулин М.О., Широкова В.А. Разработка блока тематических карт для обеспечения оптимального территориального развития экологического каркаса водосбора // Тематические карты и атласы: современные концепции научного содержания, новые технологии создания и использования. Материалы XI международной научной конференции по тематической картографии. 2022. С. 146–148.
5. Вершинин В.В., Хуторова А.О., Морковкин Г.Г. Практика использования природно-ресурсного потенциала урбанизированных и техногенно измененных гео- и агроэкосистем для обеспечения их устойчивого

развития. Москва: Государственный университет по землеустройству, 2023. 203 с. ISBN:978-5-521-23801-9.

6. Мулин М.О. Использование геоинформационных технологий для мониторинга земель на водосборной территории реки Цимла // Современные проблемы землепользования и кадастров: Материалы 6-й международной межвузовской научно-практической конференции. 2022. С. 360–364.

### References

1. Guseva A.V. (2013) Geoinformatsionnyye sistemy [Geographic information systems]. Mining information and analytical bulletin, no 5, pp. 50–55.
2. Schastlivtsev E.L., Yukina N.I., Kharlampenkov I.E. (2016) Informatsionno-analiticheskaya sistema geoekologicheskogo monitoringa vodnykh resursov ugledobyvayushchego regiona [Information and analytical system of geoecological monitoring of water resources in the coal mining region]. Bulletin of the Kuzbass State Technical University, no. 2, pp. 157–164.
3. Yurova Y., Shirokova V. (2020) Geoecological assessment of anthropogenic impacts on the Osetr river basin. Geosciences, no 4, pp. 1–13. DOI:10.3390/geosciences10040121.
4. Kurbatova I.E., Mulin M.O. (2023) Assessment of the geoecological condition of the catchments of lateral tributaries of the Tsimlyansk reservoir (using the example of the Rossosh River). Proceedings of the IX All-Russian scientific and practical conference with international participation “Modern problems of reservoirs and their catchments”, Perm, pp. 265–269.
5. Vershinin V.V., Khutorova A.O., Morkovkin G.G et all (2023) The practice of using the natural resource potential of urbanized and technogenically modified geo- and agroecosystems to ensure their sustainable development. Moscow: State University of Land Management.
6. Mulin M.O. (2022) The use of geoinformation technologies for monitoring land in the catchment area of the Tsimla River. Modern problems of land use and

cadastres: Proceedings of the 6th international interuniversity scientific and practical conference, Moscow, pp. 360–364.

© Зубков А.Ю., Мулин М.О., Широкова В.А., 2024 *Международный журнал прикладных наук и технологий «Integral» №2/2024.*

**Для цитирования:** Зубков А.Ю., Мулин М.О., Широкова В.А. Использование геоинформационных программ для построения цифровой модели рельефа водосборной территории р. Чир // Международный журнал прикладных наук и технологий «Integral» №2/2024.

Научная статья

Original article

УДК 633.853.494:631.52

DOI: 10.55186/02357801-2024-6-2-6



**НЕТРАДИЦИОННЫЕ КАПУСТНЫЕ КУЛЬТУРЫ – УРОЖАЙНОСТЬ  
И КАЧЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ ЖМЫХА**

**NON-TRADITIONAL CABBAGE CROPS – PRODUCTIVITY AND  
QUALITATIVE COMPOSITION OF OILCAKE**

**Кузнецова Галина Николаевна**, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции, семеноводства и агротехники капустных культур, заместитель директора по научной работе, Сибирская опытная станция – филиал ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК (646025, Омская область, г. Исилькуль, ул. Строителей, д. 2), тел. 8(38173) 2-14-13; тел. 8-950-788-14-22; ORCID: [http:// orsid. org/0000-0002-1606-9083](http://orcid.org/0000-0002-1606-9083); [kuznetsovagalina1964@mail.ru](mailto:kuznetsovagalina1964@mail.ru)

**Полякова Раиса Сергеевна**, научный сотрудник, заведующий лабораторией селекции, семеноводства и агротехники капустных культур, Сибирская опытная станция – филиал ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК (646025, Омская область, г. Исилькуль, ул. Строителей, д. 2), тел. 8(38173) 2-14-13; ORSID: [http:// orsid. org/0000-0002-1082-3057](http://orcid.org/0000-0002-1082-3057), [20raisa1971@mail.ru](mailto:20raisa1971@mail.ru)

**Kuznetsova Galina Nikolaevna**, PhD in agriculture, leading researcher, deputy director on scientific work, Siberian experimental station – a branch of the V.S. Pustovoit All-Russian Research Institute of Oil Crops (2 Stroiteley st., Isilkul, Omsk

region 646025 Russia), tel. 8(38-173) 2-14-13; 8-950-788-14-22; ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1606-9083>, kuznetsovagalina1964@mail.ru

**Polyakova Raisa Sergeevna**, head of the laboratory of breeding, seed production and agricultural technology of cabbage crops researcher Siberian experimental station – a branch of the V.S. Pustovoit All-Russian Research Institute of Oil Crops, (2 Stroiteley st., Isilkul, Omsk region 646025 Russia), tel. 8(38-173) 2-14-13; ORSID: <http://orsid.org/0000-0002-1082-3057>, 20raisa1971@mail.ru

**Аннотация.** В статье изложены характеристики капустных культур по основным хозяйственно ценным признакам. Исследования проведены путем закладки полевых опытов по типу конкурсного сортоиспытания в 2021-2023 гг., посев осуществляли по паровому предшественнику на делянках с учетной площадью 23 м<sup>2</sup> в 4 повторениях на черноземных почвах. Целью исследований было оценить продуктивность перспективных сибирских сортов капустных культур в южной лесостепи Западной Сибири (Омская область). Изучались такие капустные культуры: сурепица яровая, горчица сарептская, горчица белая и рыжик яровой. Показатели тепло- и влагообеспеченности в годы исследований сильно варьировали. Максимальная урожайность в опыте отмечена в 2021 г. Установлено, что в зависимости от климатических условий года урожайность по сортам сурепицы яровой в среднем составила 1,48-3,03 т/га, горчицы сарептской 1,94-3,29 т/га, рыжика ярового 1,20-1,95 т/га соответственно. Несмотря на острозасушливые июнь и июль месяцы в 2022 и 2023 гг. капустные культуры продемонстрировали высокую урожайность и масличность семян. Изучаемые культуры отличались коротким (73-89 суток) вегетационным периодом. Наиболее продуктивными и адаптированными к условиям Западной Сибири являются сорт сурепицы яровой Грация, из горчицы сарептской – сорт Валента, из горчицы белой – сорт Бэлла, из рыжика ярового – сорт Крепыш. Сорта горчицы белой, сарептской и рыжика ярового созданные на станции рекомендованы к выращиванию по всем регионам

возделывания и в ходе исследований показали высокую продуктивность, и адаптивность не зависимо от климатических условий в годы изучения.

**Abstract.** The article presents the characteristics of cole crops by the economically important traits. In 2021-2023, we conducted the research through field experiments following the form of competitive variety trials. We sowed by the fallow predecessor on plots with the recording area of 23 m<sup>2</sup> in 4 replications on chernozem soil. The purpose of the research was to evaluate the productivity of promising Siberian varieties of cole crops in the southern forest-steppe of Western Siberia (Omsk region). We studied the following cole crops: spring turnip rapeseed, brown mustard, white mustard, and spring false flax. Heat and water availability varied greatly during the research years. We recorded the maximum yield capacity in the experiment in 2021. We established that depending on climatic conditions of the year the average yield of spring turnip rapeseed varieties was 1.48-3.03 t/ha, of brown mustard varieties – 1.94-3.29 t/ha, of spring false flax varieties – 1.20-1.95 t/ha. Despite very dry June and July, in 2022 and 2023 the cole crops showed high yield and high oil content of seeds. The studied crops had a short (73-89 days) growing season. The following varieties were the most productive and adapted to the conditions of Western Siberia: promising turnip rapeseed variety Gratsiya, from Sarepta mustard – the Valenta variety, from white mustard – the Bella variety, from spring camelina – the Krepysh variety. The varieties of spring false flax, white and brown mustard developed at the Siberian experimental station are recommended for cultivation in all regions of cultivation and showed high productivity and adaptability during the research, regardless of climatic conditions in the research years.

**Ключевые слова:** *сурепица яровая, горчица сарептская, горчица белая, рыжик яровой, урожайность, масличность, качество жмыха*

**Keywords:** *spring turnip rapeseed, brown mustard, white mustard, spring false flax, yield, oil content*

**Введение.** Масличные культуры – большой и перспективный сегмент рынка сельскохозяйственного производства. В числе первоочередных задач, стоящих перед агропромышленным комплексом, особое значение имеет наращивание производства семян масличных культур – основного сырья для выработки растительного масла и важного источника кормового белка. В связи с перенасыщенностью севооборотов зерновыми, масличным культурам отводится особая фитосанитарная роль [1].

Растения семейства Капустные (*Brassicaceae*): сурепица, рыжик и горчица – ценные масличные и высокобелковые культуры пищевого, кормового и технического использования, имеющие большой инновационный ресурс для сельского хозяйства России. Благодаря биологическим особенностям эти культуры приобретают широкое распространение в сельскохозяйственном производстве Нечерноземной зоны [2], и в Краснодарском крае [3].

С ростом потребности населения в растительных маслах, а сельскохозяйственных животных в высокобелковых кормах в мировом земледелии наблюдается тенденция к увеличению посевных площадей масличных культур и наращивания объемов их производства. Такая же тенденция прослеживается и в России, и в Омской области. В Омской области еще несколько лет назад (2010-2015 гг.) посевные площади под масличными культурами насчитывали не более 90-110 тыс. га, но в последние годы наблюдается их значительный рост: в 2021 году до 318 тыс. га, в 2022 году до 431 тыс. га [4].

Несмотря на незначительные посевные площади такие капустные культуры как: сурепица, горчица и рыжик, благодаря своей скороспелости и малозатратности выращивания имеют преимущество над рапсом. Стабильно высокие урожаи семян капустных культур можно получать при правильном подборе сортов, приспособленных к местным условиям возделывания. По

пищевым и кормовым достоинствам эти культуры не уступают рапсу, и значительно превосходит многие сельскохозяйственные культуры.

Наряду с возделыванием двулулевых сортов ярового рапса, в условиях Омской области, особенно в северных районах, большое значение имеет яровая сурепица. Сурепица имеет некоторые преимущества в отличие от рапса, продолжительность периода вегетации ее растений на две-три недели меньше, стручки при созревании не растрескиваются, семена не осыпаются [5].

При выращивании капустных культур масличной группы (рыжик, горчица и сурепица) в результате функционирования мощной корневой системы растений в почве снижается содержание нитратов, что в определенной мере уменьшает риск загрязнения грунтовых и поверхностных вод. С агротехнической точки зрения они являются хорошими предшественниками: рано освобождают поле, улучшают структуру и плодородие почвы, препятствуют развитию патогенной микрофлоры и почвообитающих насекомых-вредителей, уменьшают засоренность полей. Возделывание зерновых культур после горчицы или сурепицы гарантируют получение прибавки урожая в 10-15 % без дополнительных затрат, повышая при этом продуктивность севооборота и эффективность растениеводства в целом [6].

В состав масла капустных культур входит большое количество ненасыщенных жирных полезных кислот (олеиновая, линолевая), которые являются необходимыми в питании человека [7]. Масло горчицы имеет наибольшую востребованность, так как маслосемена этой культуры являются источником получения высококачественного масла, широко используемого напрямую в пищу, в консервной, маргариновой, мыловаренной, текстильной и фармацевтической, парфюмерной отраслях промышленности, а также в хлебопечении и кондитерском производстве [8]. Горчица белая в растениеводстве занимает особое место благодаря своей скороспелости,

неприхотливости выращивания, устойчивости к поражению вредителями и болезнями. Масло не окисляется и имеет долгий период хранения [9].

Потенциальная урожайность семян рыжика ярового достигает 2,0 т/га и более, масличность – 40-42 %. Жмых, получаемый после извлечения из семян масла, – высокобелковый корм для животных, который содержит 36-40 % переваримого протеина [10]. Рыжиковое масло является источником ненасыщенных жирных кислот, в том числе олеиновой – 14-20 % (омега-9), линолевой – 18-22 % (омега-6) и линоленовой – 26-40 % (омега-3), что позволяет использовать его в пищевых целях. Кроме того, оно характеризуется высоким содержанием гамма-токоферолов с уникальным уровнем стабильности к окислению [11].

В настоящее время, при повышении в мире цен на нефть и истощении её природных запасов, масла капустных культур, а вместе с тем и неликвидные для пищевых целей семена подсолнечника, рыжика и любых других масличных культур, произведенных сельхозпредприятием могут успешно использоваться для производства биологического топлива. Биотопливо можно получать из любого растительного масла, однако наиболее рациональным является топливо на основе рапсового [12].

Культуры семейства капустных (горчица, сурепица, рыжик и др.) достаточно востребованы в нашей стране, что объясняется их большим разнообразием. В кормопроизводстве используют зеленую массу и приготовленный из нее силос, а также жмых и шрот в качестве высокоэнергетических добавок с высоким содержанием белка [13].

Основным потребителем жмыхов и шротов капустных культур должна стать комбикормовая промышленность, обеспечивающая полноценный контроль за качеством продукции и соблюдением нормативных параметров их ввода в концентрированные корма. Жмыхи капустных культур содержат от 29 до 45,3 % чистого белка [14]. Жмых, шрот получаемый после отжима масла из растений семейства капустных (*Brassicaceae*) в основном используется в

производстве кормов для сельскохозяйственных животных и птиц, его применение в пищевых целях может ограничиваться недостаточной степенью очистки от присущих им таких антипитательных соединений, как глюкозинолаты и эруковая жирная кислота. Глюкозинолаты, образующиеся в тканях семян рапса, сурепицы относятся к токсинам, защищающих их от травоядных животных, насекомых-вредителей, плесневых грибов и бактерий, но затрудняют использование богатых белками рапсовых жмыхов в кормовых и пищевых целях [15].

Хорошая сбалансированность по аминокислотному составу белков семян некоторых сортов рыжика делает их ценными компонентами пищевых рационов животных. Использование жмыхов масличных культур способствует повышению скорости роста и снижению затрат на производство прироста живой массы [16].

Скармливание жмыхов масличных культур (рыжикового и сурепного) в составе концентрированных кормов является перспективным приемом повышения прироста живой массы сельскохозяйственных животных. Создание высокопродуктивных трёхнулевых (жёлтосемянных, с пониженным содержанием клетчатки в оболочке и улучшенным жирнокислотным составом масла) сортов капустных культур, адаптированных к условиям Урала и Западной Сибири, является одной из важных проблем.

Цель исследований – оценить продуктивность районированных и перспективных сортов капустных культур селекции СОС-филиала ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК в южной лесостепи Западной Сибири (Омская область).

Задачи исследований: оценить сорта капустных культур по основным хозяйственно ценным признакам при разных климатических условиях и выделить из них наиболее адаптированные для условий Западной Сибири.

**Условия, материалы и методы.** Опыт проводился на экспериментальных полях СОС – филиала ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК в 2021-2023 гг. Площадь учетной делянки составляла 23 м<sup>2</sup>, в 4-х кратной повторности, размещение

делянок – систематическое. Способ посева сплошной (сеялкой – СС-11), междурядье 15 см. Норма высева – 1,5 млн всхожих семян на гектар. Объект исследований: сурепица яровая (Победа, Грация), горчица сарептская (Ника, Валента), горчица белая (Радуга, Бэлла), рыжик яровой (Омич, Крепыш).

Возделывание капустных культур осуществляли по классической технологии, рекомендуемой для Западно-Сибирского региона.

Предшественник – пар, в фазе 5-6 полных листьев (14-16 июня) у культуры и 2-4 листа у злаковых сорняков были применены в баковой смеси средства защиты от сорной растительности: противозлаковый гербицид Гурон 0,7 л/га (д.в. Галаксифоп-П-метил 104 г/л) и против двудольных сорняков (подмаренник цепкий, виды ромашки, горцы, щирицы, мари, гречишки вьюнковой, виды бодяка, осота и др.) гербицид Галеон 0,3 л/га (д.в. Клопиралид 300 г/л+ Пиклоран 75 г/л), против гусениц капустной моли два раза посева обрабатывали инсектицидом Монарх 30 г/га (д.в. Фипронил). Закладку полевых опытов, сопутствующие наблюдения и учеты проводили в соответствии с действующей методикой [17]. Дисперсионный анализ экспериментальных данных выполняли по Б. А. Доспехову [18].

Полевые опыты проводили на черноземах обыкновенных среднемощных, среднегумусных. Перед закладкой опытов ежегодно отбирали образцы для уточнения агрохимических показателей. Содержание гумуса и основных элементов питания, а также кислотность в пахотном слое различались на опытных участках в разные годы, но в целом были типичными для черноземных почв: рН<sub>сол</sub> – 5,3 (ГОСТ 26483-85), гумус (по Тюрину) – 7-14 %, (ГОСТ 2613-91), подвижного фосфора и калия (по Чирикову) – 123 и 138 мг/кг почвы соответственно (ГОСТ 26207-91).

Уборка проведена прямым комбайнированием, при влажности семян 8 %. Масличность семян определяли на ЯМР-анализаторе (АМВ-1006) в послеуборочный период в лаборатории биохимии станции.

Гидротермические условия вегетационного периода в годы исследований были контрастными, что позволило наиболее полно оценить хозяйственно ценные признаки капустных культур. По температурному режиму и условиям увлажнения годы проведения исследований отличались друг от друга и имели свои характерные особенности. Погодные условия за годы исследований приведены в виде графиков (рис. 1, 2).

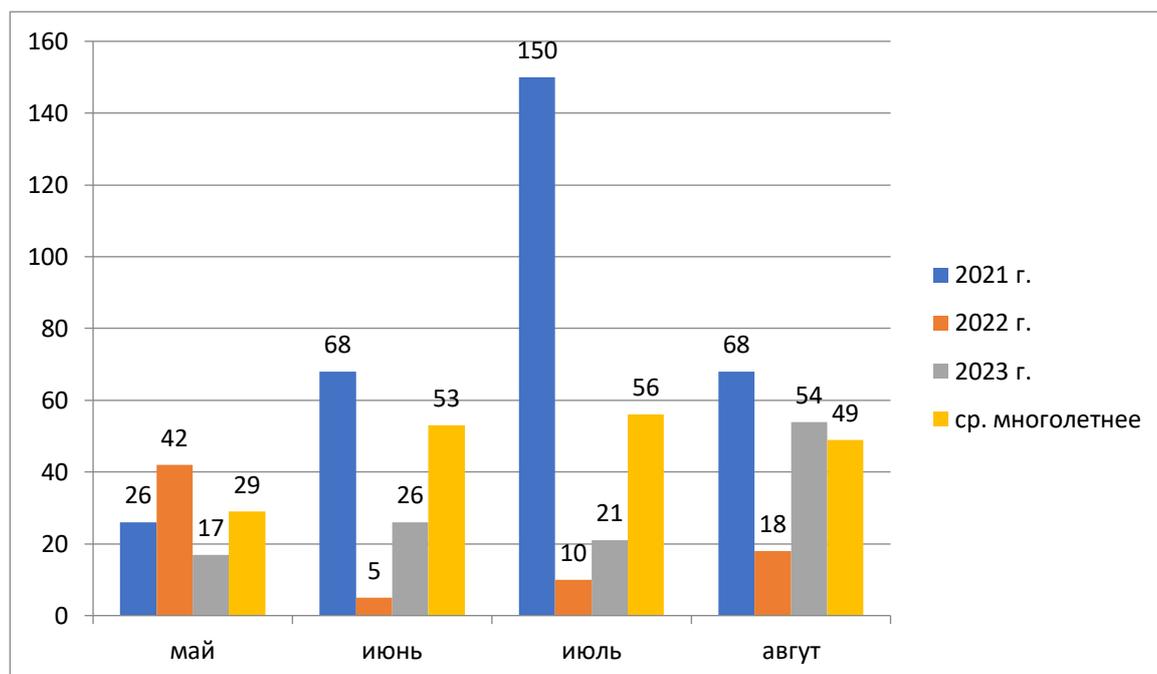


Рис. 1 Количество осадков за вегетационный период (2021-2023 гг.)

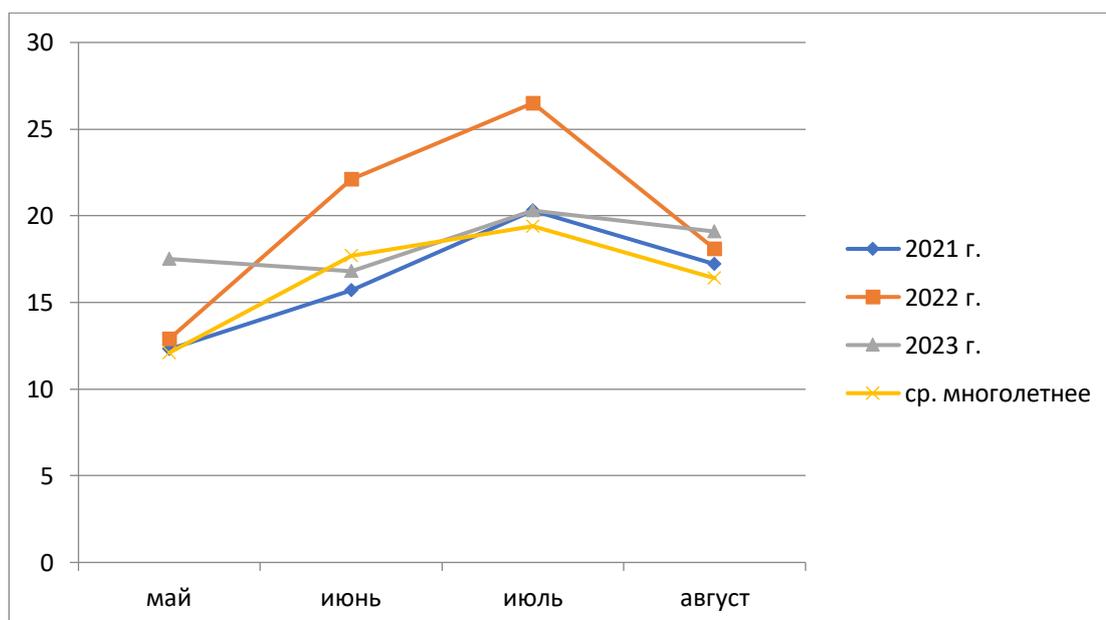


Рис. 2 Температура воздуха за вегетационный период (2021-2023 гг.)

В 2021 году в Омской области сложились благоприятные погодные условия для получения высокой урожайности семян. Так в период прорастания и интенсивного роста растений (конец мая-весь июнь) среднесуточная температура воздуха была несколько ниже нормы, а в оставшийся период вегетации (июль-август) среднесуточная температура воздуха была чуть ниже нормы или около нормы. Осадков за период вегетации выпало 391 мм, что составило 157 % от средней многолетней нормы (225 мм). ГТК по Селянинову в 2021 г. – 1,28, при норме 0,95.

Погодные условия 2022 года сложились в целом умеренно-благоприятные для роста и развития изучаемых культур. В фазе всходов наблюдалась жаркая погода, температура воздуха была выше средней многолетней на 4,2-5,6 °С, с дефицитом осадков, выпало 8 мм, это 15 % от нормы. В фазы бутонизации и цветения наблюдалась тёплая погода, температура была выше средней многолетней на 5,4 °С, выпало 17 % осадков от нормы. В фазе созревания семян наблюдался недобор осадков, выпало 20 % от нормы, температура воздуха была ниже средней многолетней на 1,9 °С. Всего за период вегетации выпало 108 мм осадков, при норме 225 мм. ГТК по Селянинову – 0,63, капустные культуры показали свою засухоустойчивость, и был получен неплохой урожай.

Погодные условия 2023 года оказались в целом не совсем благоприятные. В фазе всходов наблюдалась аномально жаркая погода, температура была выше средней многолетней на 3-6 °С, с дефицитом осадков, выпало 63 % осадков от нормы. В фазы бутонизации и цветения наблюдалась тёплая погода, температура была на уровне среднемноголетней, с дефицитом осадков, выпало 27 % осадков от нормы. В фазе созревания семян наблюдался недобор осадков, выпало 30 % от нормы, температура воздуха была выше средней многолетней на 2,9 °С. ГТК – 0,50, при среднемноголетнем показателе 0,95.

**Результаты и обсуждения.** Создание новых сортов, соответствующих запросам сельскохозяйственного производства, требованиям перерабатывающей промышленности, меняющимся условиям среды произрастания, во многом зависит от разнообразия исходного материала [13].

Основная работа по селекции капустных культур в Сибирской опытной станции ВНИИМК направлена на создание высокоурожайных, высокомасличных сортов, адаптированных к различным условиям произрастания, с улучшенным качеством масла и шрота, с коротким периодом вегетации, устойчивых к полеганию и основным патогенам.

Для создания сортов с комплексом вышеназванных признаков проводится непрерывная работа по выделению соответствующего исходного материала, а также применение более эффективных методов при создании нового исходного материала (инбридинг, межсортная и межвидовая гибридизация).

Результатом этой работы стало создание новых перспективных сортов горчицы сарептской (сизой) Валента (2018 г.), горчицы белой Бэлла (2019 г.), сурепицы яровой Грация (2022 г.) и рыжика ярового сорт Крепыш (2023 г.).

Вегетационный период у изучаемых культур составил 73-89 суток. Самым скороспелым был рыжик яровой (73 суток), затем сурепица яровая (75-77 суток) и горчица белая (79-80 суток) (табл. 1).

Таблица 1– **Хозяйственная характеристика сортов капустных культур (в среднем за 2021-2023 гг.)**

Культура, Сорт	Вегетационный период, сутки	Сбор масла, кг/га	Масса 1000 семян, г	Высота растений, см	Содержание		
					эфирного масла, %	глюкозинолатов, мкмоль/г	эруковой кислоты, %
<i>Сурепица яровая (Brassica campestris)</i>							
Победа	77	944	2,4	149	-	15,9	0,03

Грация	75	1047	2,7	147	-	14,5	0,03
Горчица сарептская ( <i>Brassica juncea</i> )							
Ника	89	1258	3,2	158	0,69	24,3	0,12
Валента	89	1335	3,4	165	0,73	18,9	0,10
Горчица белая ( <i>Sinapis alba</i> )							
Радуга	80	536	5,6	95	0,05	-	11,4
Бэлла	79	598	5,8	97	0,07	-	10,3
Рыжик яровой ( <i>Camelina sativa</i> )							
Омич	73	568	1,1	66	-	-	2,25
Крепыш	73	611	2,3	75	-	-	2,07

Наиболее продолжительный вегетационный период отмечен у сортов горчицы сарептской – 89 суток. Для условий Западной Сибири длительность вегетационного периода является важным показателем, необходимы сорта, которые позволят гарантированно вызревать в любой экстремальный год. Благодаря короткому вегетационному периоду эти культуры можно рекомендовать для возделывания в северной лесостепи и в подтаёжной зоне Западной Сибири.

Наблюдалось отличие в культурах и по массе 1000 семян. Более крупные семена отмечены у растений горчицы белой – 5,6-5,8 г, а самые мелкие были у растений рыжика (1,2-2,2 г). Новый сорт рыжика ярового Крепыш отличается от сорта стандарта Омич высокой массой 1000 семян, в среднем за годы исследований этот показатель менялся в зависимости от климатических условий от 2,1 до 2,4 г.

В зависимости от погодных условий наблюдалось изменение по высоте растений в сортах изучаемых культур. Так наиболее высокие растения были отмечены в благоприятный 2021 г., а менее высокие были в острозасушливый 2023 г. и в среднем высота растений по культурам изменялась у сортов

сурепицы от 140 до 157 см, у сортов горчицы сарептской от 146 до 177 см, у горчицы белой от 88 до 105 см и у рыжика ярового от 62 до 81 см.

Одним из актуальных на сегодняшний день направлений селекции горчицы является создание сортов с повышенным содержанием аллилгорчичного (эфирного) масла. В последние годы был отмечен интерес представителей перерабатывающей промышленности к материалу с повышенным уровнем этого компонента в семенах, что связано с выделением из эфирного масла горчицы сарептской аллилозотианатов. Эфирное масло содержит до 92 % аллилозотианатов, которые обладают противомикробными свойствами, ингибируя рост и развитие грамположительных и грамотрицательных бактерий, а также дрожжей и грибов. Дальнейшая перспектива селекционной работы с горчицей связана с созданием сортов, качество которых будет аналогично качеству семян сортов рапса типа «00», то есть не только безэруковых, но и низкоглюкозинолатных, что позволит получать не только ценное пищевое масло, но и высококачественный корм для животных [3].

Созданные на станции сорта горчицы белой (Бэлла) и сарептской (Валента) отличаются повышенным содержанием эфирного масла и являются низкоглюкозинолатными. Присутствие в пищевых жирах эруковой кислоты нежелательно, так как она отрицательно влияет на жировой обмен в организме, кроме того, усложняет технологию производства маргарина. Максимальное значение эруковой кислоты зафиксировано у растений рыжика ярового, с минимальным его содержанием у нового сорта Крепыш (2,07 %) и следами присутствия у других изучаемых культур.

В годы исследований максимальную урожайность в опыте продемонстрировала горчица сарептская в 2021 г., где урожайность по сортам составила 3,20-3,29 т/га. В аномально сухие и жаркие 2022-2023 гг. горчица показала себя как наиболее засухоустойчивая культура среди всех изучаемых капустных культур.

В среднем за годы исследований варьирование урожайности семян по сортам было значительным и составило от 17,46 % (сорт Валента) до 27,24 % (сорт Ника), а по годам 21,05-27,26 % соответственно (табл. 2).

Таблица 2 – Урожайность и масличность семян капустных культур (2021-2023 гг.)

Культура, сорт	Урожайность семян, т/га			CV, %	Масличность семян, %			CV, %
	2021 г.	2022 г.	2023 г.		2021 г.	2022 г.	2023 г.	
Сурепица яровая								
Победа	2,70	2,36	1,48	28,33	49,5	48,4	46,5	3,15
Грация	3,03	2,53	1,56	42,03	51,1	48,8	47,5	3,71
Горчица сарептская								
Ника	3,20	3,01	1,94	27,24	50,7	51,9	51,6	1,54
Валента	3,29	3,14	2,34	17,46	49,0	51,3	52,2	2,81
Горчица белая								
Радуга	2,39	2,09	1,56	20,87	30,2	29,5	29,1	1,88
Бэлла	2,62	2,29	1,72	20,60	31,1	29,3	29,8	3,09
Рыжик яровой								
Омич	1,86	1,80	1,20	22,53	39,5	39,9	41,6	2,76
Крепыш	1,92	1,95	1,31	20,92	40,0	39,8	42,0	3,00
CV, %	22,21	27,26	21,05	-	20,38	21,81	21,02	-

Наименьшая урожайность среди капустных культур отмечена у рыжика ярового. В благоприятные годы она изменялась от 1,86 (сорт Омич) до 1,95 т/га (сорт Крепыш). В зависимости от климатических условий года

урожайность сурепицы яровой в среднем по сортам составила 1,48-3,03 т/га, горчицы белой 1,56-2,62 т/га.

Основные показатели сорта для масложировой промышленности – это высокое содержание масла в семенах. У каждой культуры заложен генетический потенциал жира в семенах. В ходе исследований отмечалось незначительное варьирование масла в зависимости от погодных условий и сортовой принадлежности.

Максимальный показатель по масличности семян горчицы сарептской Валента отмечен в 2023 г. – 52,2 %. Варьирование по масличности было низким (CV – 1,54 и 2,81 %). По масличности семян сурепица яровая немного уступает горчице сизой. В зависимости от генетической принадлежности и условий года этот показатель у сурепицы сорт Победа составила 46,5-49,5 %, а у сорта Грация – 47,5-51,1 %.

К скороспелым, ценным по качеству масла, но с наименьшим содержанием жира в семенах относится горчица белая сорт Радуга (масличность 29,1-30,2 %) и сорт Бэлла 29,8-39,1 % соответственно.

Масличность семян относится к стабильному генетическому признаку, и поэтому между культурами наблюдалась средняя изменчивость признака, независимо от года исследований (CV – 20,38; 21,81; 21,02 % соответственно).

Показатель сбор масла зависит от урожайности и масличности семян. Наиболее высокий сбор масла отмечен в сортах горчицы сарептской (1,26-1,33 т/га, а минимальный был у сортов горчицы белой и изменялся от 536 до 598 кг/га, около 1 т масла с гектара можно получать при возделывании сурепицы яровой.

После переработки семян на масло капустные культуры дают полноценное по количеству (38-42 %) и качеству протеина жмыхи и шроты. По аминокислотному составу жмыха растения семейства капустные (рапс, сурепица и рыжик) достаточно разнообразны (табл. 3).

**Таблица 3 – Данные по аминокислотному составу в жмыхах сортов яровых рапса, сурепицы и рыжика селекции Сибирской опытной станции ВНИИМК**

Показатель	Жмых		
	рапсовый	сурепный	рыжиковый
Незаменимые аминокислоты			
Лизин	14,2–24,1	12,2–15,1	17,6–21,3
Метионин	6,5–7,5	1,1–3,1	6,3–6,5
Метионин + цистеин	13,6–21,4	7,7–9,2	13,9–14,3
Триптофан	3,5–7,0	4,0–4,5	3,3–3,5
Валин	17,3–21,9	18,4–21,2	19,2–23,8
Треонин	12,1–18,0	7,8–8,1	14,0–14,2
Лейцин	19,8–24,0	18,2–20,3	21,9–23, 2
Изолейцин	10,8–13,8	6,4–11,6	9,9–14,3
Гистидин	7,7–14,5	8,8–14,2	16,4–17,3
Фенилаланин	11,8–18,8	10,4–16,1	13,7–17,8
Глицин	22,3–31,3	13,5–15,0	15,4–15,7
Заменимые аминокислоты			
Аспарагиновая кислота	28,7–38,3	12,1–13,5	12,5–15,5
Глутаминовая кислота	47,0–90,4	41,1–42,3	45,5–50,4
Серин	7,7–17,5	5,9–7,0	6,5–11,0
Пролин	37,9–43,9	35,3–38,8	29,7–39,8
Аланин	7,9–23,0	12,8–25,0	15,0–15,5
Тирозин	4,4–12,8	6,7–7,7	6,6–6,8

Как свидетельствуют данные таблицы 3, рапсовый жмых имеет наибольшие показатели по лизину (24,1 %), цистеину (21,4 %) и глицину (31,3 %). Жмых сурепицы отличается довольно высоким содержанием валина (21,2

%) и лейцина (20,3 %). В рыжиковом жмыхе установлено наибольшее содержание лизина (21,3 %), гистидина (17,3 %) и валина (23,8 %), также он богат метионином и лейцином. Эффективность использования кормового белка в значительной мере зависит от доступности аминокислот.

**Выводы.** Таким образом, масличные капустные (сурепица, горчица и рыжик) – перспективные культуры, которые можно рекомендовать к возделыванию во всех регионах России, в том числе и в Сибири. По результатам комплексной оценки хозяйственно ценных признаков продуктивными и наиболее адаптированными к условиям Западной Сибири являются из сурепицы – сорт Грация, из горчицы сарептской – сорт Валента, из горчицы белой – сорт Бэлла, из рыжика ярового – сорт Крепыш. Условия внешней среды оказывают сильное влияние на урожайность и маслообразовательный процесс. Наибольший урожай маслосемян у всех изучаемых культур отмечен в 2021 году, а наименьший в аномально жаркий и сухой 2023 г. Урожайность по годам исследований у сурепицы яровой составила 1,48-3,03 т/га, горчицы сарептской 1,94-3,29 т/га, рыжика ярового 1,20-1,95 т/га. Наиболее урожайным (3,29 т/га) был сорт горчицы сарептской Валента. Низкое содержание глюкозинолатов, клетчатки и эруковой кислоты в жмыхе и шроте позволяет использовать их в рационе животных и особенно птице даже в повышенных нормах.

### Литература

1. Кузнецова Г.Н., Полякова Р.С. Результаты селекции ярового рапса и яровой сурепицы в Западной Сибири // (СІВТА2022) AIP Conference Proceedings, том 2777, 020065 (2023), DOI: 10.1063/5.0140356
2. Vinogradov D.V. Peculiarities of growing gold-of-pleasure for oilseeds and its use in feed production in the non-chernozem zone of Russia // Amazonia Investiga. 2018, Vol.7. No.16. Pp. 37-45

3. Горлова Л.А., Трубина В.С., Сердюк О.А., Шипиевская Е.Ю. Селекция горчицы сарептской (*Brassica juncea*) на повышение содержания аллилгорчичного масла. Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2018; 3(72):114-118. DOI: 10.21515/1999-1703-72-114-118
4. Лошкомайников И.А. Экономическая эффективность возделывания масличных культур в Омской области // Масличные культуры. 2021, Вып. 3 (187). С. 53-57. DOI: 10.25230/2412-608X-2021-3-187-53-57
5. Воловик В. Т., Шпаков А. С., Новосёлов Ю. К. Масличные капустные культуры в растениеводстве Центрального экономического района // Достижения науки и техники АПК. 2018. Т. 2. № 2. С. 33–35.
6. Кривошлыков К.М., Трунова М.В., Лукомец А.В. Объективные предпосылки для усиления роли государства в развитии селекции и семеноводства масличных культур в России // Масличные культуры. 2019, Вып. 3 (179). С. 79-84. DOI: 10.25230/2412-608X-2019-3-179-79-84
7. Воловик В. Т., Шпаков А. С. Производство рапса в Центральной России: состояние и перспективы // Кормопроизводство. 2020. № 10. С. 3-8.
8. Трубина В.С. Актуальные направления, методы и результаты селекции горчицы сарептской (*Brassica juncea*) и горчицы черной (*Brassica nigra*). Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2019;180(4):132-138. DOI: 10.30901/2227-8834-2019-4-132-138
9. Amosova A.V., Zoshchuk S.A., [et al.]. Phenotypic, biochemical and genomic variability in generations of the rapeseed (*Brassica napus* L.) mutant lines obtained via chemical mutagenesis // PLoS One. – 2019. – Vol. 14. – Is. 8. – P. 8–14. DOI: <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0221699>.
10. [Ratusz K.](#), [Symoniuk E.](#), [Wroniak M.](#), [Rudzinska M.](#) Bioactive Compounds, nutritional quality and oxidative stability of cold-pressed Camelina (*Camelina sativa* L.) oils // [Applied Sciences](#). 2018. № 8 (12). 2606.
11. Turina E.L., Pashtetsky V.S., Prakhova T.Ya., Efimenko S.G., Turin E.N. Camelina sp. L in field trials and crop production of crimea, IOP Conference

Series: Earth and Environmental Science 422(1), 012011 DOI: 10.1088/1755-1315/422/1/012011

12. Запевалов М.В., Сергеев Н.С., Редреев Г.В. Применение рапсового масла в качестве биодизельного топлива // Вестник Омского государственного аграрного университета. 2021. № 4 (44). С. 198-206. DOI: 10.48136/2222-0364\_2021\_4\_198
13. Gorlova L.A., Vochkaryova E.B., Strelnikov E.A., Serdyuk V.V. The use of classical and modern methods in rapeseed (*Brassica napus*) breeding at VNIIMK // Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding. – Volume 180, Issue 4, 2019, Pages 126-131. DOI: 10.30901/2227-8834-2019-4-126-131
14. Поморова Ю.Ю., Пятовский В.В., Бескорвайный Д.В. и др. Общий химический и аминокислотный состав семян наиболее распространенных масличных культур семейства Brassicaceae (обзор) // Масличные культуры. 2019, Вып. 3 (179). С. 79–84. DOI: 10.25230/2412-608X-2019-3-179-79-84.
15. De Zoysa H. K. S., Waisundara V. Y. Mustard (*Brassica nigra*) Seed. Ch. 8 // In: Oilseed: Healths Attributes and Food Applications / B. Tanwar, A. Goyal (eds.). – 2021. P. 191–206. [https://doi.org/10.1007/978-981-15-4194-0\\_2](https://doi.org/10.1007/978-981-15-4194-0_2).
16. Рензяева Т.В., Рензяев А.О., Кравченко С.Н., Резниченко И.Ю. Потенциал рапсовых жмыхов в качестве сырья пищевого назначения // Хранение и переработка сельхозсырья (ХиПС). 2020. № 2. С. 143-156. doi.org/10.36107/spfp.2020.213
17. Методика проведения полевых агротехнических опытов с масличными культурами / под общей редакцией В.М. Лукомца, чл.-кор. РАСХН, д-ра с.-х. наук. Изд. второе, переработанное и дополненное. Краснодар, 2010. 327 с.
18. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М.: ИД Альянс, 2011. 352 с.

## References

1. Kuznetsova, G.N. & Polyakova, R.S. (2023) Rezul'taty selektsii yarovogo rapsa i yarovoii surepitsy v Zapadnoi Sibiri [Results of spring rapeseed selection and spring rapeseed in Western Siberia] (CIBTA2022) AIP Conference Proceedings, tom 2777, 020065, DOI: 10.1063/5.0140356
2. Vinogradov, D.V. (2018) Peculiarities of growing gold-of-pleasure for oilseeds and its use in feed production in the non-chernozem zone of Russia [Amazonia Investiga, vol. 7. no 16. pp. 37-45
3. Gorlova, L.A. & Trubina, V.S. & Serdyuk, O.A. & Shipievskaya, E.YU. (2018) Seleksiya gorchitsy sareptskoi (Brassica juncea) na povyshenie sodержaniya allilgorchichnogo masla. Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta [Selection Sarepta mustard (Brassica juncea) to increase the content of allyl mustard oil. Proceedings of the Kuban State Agrarian University]. no 3(72): pp. 114-118. DOI: 10.21515/1999-1703-72-114-118
4. Loshkomoinikov, I.A. (2021) Ehkonomicheskaya ehffektivnost' vozdelevaniya maslichnykh kul'tur v Omskoi oblasti [Economic efficiency of cultivating oilseeds in the Omsk region]. Maslichnye kul'tury, vol. 3 (187). pp. 53-57. DOI: 10.25230/2412-608KH-2021-3-187-53-57
5. Volovik, V.T. & Shpakov, A.S. & Novoselov, YU.K. (2018) Maslichnye kapustnye kul'tury v rastenievodstve Tsentral'nogo ehkonomicheskogo raiona [Oilseed cabbage crops in crop production of the Central Economic Region]. Dostizheniya nauki i tekhniki APK. vol. 2. no 2. pp. 33–35.
6. Krivoshlykov, K.M. & Trunova, M.V. & Lukomets, A.V. (2019) Ob"ektivnye predposylki dlya usileniya roli gosudarstva v razvitii selektsii i semenovodstva maslichnykh kul'tur v Rossii [Objective prerequisites for strengthening the role of the state in the development of selection and seed production of oilseeds in Russia] Maslichnye kul'tury. vol. 3 (179). pp. 79-84. DOI: 10.25230/2412-608KH-2019-3-179-79-84

7. Volovik, V.T. & Shpakov, A.S. (2020) Proizvodstvo rapsa v Tsentral'noi Rossii: sostoyanie i perspektivy [Rapeseed production in Central Russia: status and prospects]. *Kormoproizvodstvo*. no 10. pp. 3-8.
8. Trubina, V.S. (2019) Aktual'nye napravleniya, metody i rezul'taty selektsii gorchitsy sareptskei (*Brassica juncea*) i gorchitsy chernoii (*Brassica nigra*) [selection of Sarepta mustard (*Brassica juncea*) and black mustard (*Brassica nigra*)] *Trudy po prikladnoi botanike, genetike i selektsii*. 180(4):132-138. DOI: 10.30901/2227-8834-2019-4-132-138
9. Amosova, A.V. & Zoshchuk, S.A. [et al.]. (2019) Phenotypic, biochemical and genomic variability in generations of the rapeseed (*Brassica napus* L.) mutant lines obtained via chemical mutagenesis. *PLoS One*. vol. 14. Is. 8. pp. 8–14. DOI: <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0221699>.
10. Ratusz, K. & Symoniuk, E. & Wroniak, M. & Rudzinska, M. (2018) Bioactive Compounds, nutritional quality and oxidative stability of cold-pressed *Camelina* (*Camelina sativa* L.) oils. *Applied Sciences*. no 8 (12). 2606.
11. Turina, E.L. & Pashtetsky, V.S. & Prakhova, T.Ya. & Efimenko, S.G. & Turin E.N. (2021) *Camelina* sp. L in field trials and crop production of crimea, IOP Conferense Series: Earth and Environmental Science 422(1), 012011 DOI: 10.1088/1755-1315/422/1/012011
12. Zapevalov, M.V. & Sergeev, N.S. & Redreev, G.V. (2021) Primenenie rapsovogo masla v kachestve biodizel'nogo topliva [Application of rapeseed oil as biodiesel fuel]. *Vestnik Omskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. no 4 (44). pp. 198-206. DOI: 10.48136/2222-0364\_2021\_4\_198
13. Gorlova, L.A. & Bochkaryova, E.B. & Strelnikov, E.A. & Serdyuk, V.V. (2019) The use of classical and modern methods in rapeseed (*Brassica napus*) breeding at VNIIMK // *Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding*. – Volume 180, Issue 4, , Pages 126-131. DOI: 10.30901/2227-8834-2019-4-126-131

14. Pomorova, YU.YU. & Pyatovskii, V.V. & Beskorovainyi, D.V. i dr. (2019) Obshchii khimicheskii i aminokislotnyi sostav semyan naibolee rasprostranennykh maslichnykh kul'tur semeistva Brassicáceae (obzor) [General chemical and amino acid composition of seeds of the most common oilseeds of the Brassicáceae family (review)]. *Maslichnye kul'tury*, Vyp. 3 (179). pp. 79–84. DOI: 10.25230/2412-608KH-2019-3-179-79-84.
15. Renzyaeva, T.V. & Renzyaev, A.O. & Kravchenko, S.N. & Reznichenko, I.YU. (2020) Potentsial rapsovykh zhmykhov v kachestve syr'ya pishchevogo naznacheniya // *Khranenie i pererabotka sel'khozsyrya (KhIPS)*. № 2. pp. 143-156. doi.org/10.36107/spfp.2020.213
16. De Zoysa, H.K.S. & Waisundara, V.Y. (2021) Mustard (*Brassica nigra*) Seed. Ch. 8 [The potential of rapeseed cake as a food raw material]. In: *Oilseed: Healths Attributes and Food Applications* / B. Tanwar, A. Goyal (eds.). pp. 191–206. [https://doi.org/10.1007/978-981-15-4194-0\\_2](https://doi.org/10.1007/978-981-15-4194-0_2).
17. Metodika provedeniya polevykh agrotekhnicheskikh opytov s maslichnymi kul'turami / pod obshchei redaktsiei V.M. Lukomtsa, chl.-kor. RASKHN, d-ra s.-kh. nauk. Izd. vtoroe, pererabotannoe i dopolnennoe [Methodology for conducting field agrotechnical experiments with oilseeds]. Krasnodar, 2010. 327 s.
18. Dospekhov, B. A. (2011) Metodika polevogo opyta [Field experiment methodology]. M.: ID Al'yans, 352 s.

© Кузнецова Г.Н., Полякова Р.С., 2024. *Международный журнал прикладных наук и технологий "Integral" №2/2024*

**Для цитирования:** Кузнецова Г.Н., Полякова Р.С. НЕТРАДИЦИОННЫЕ КАПУСТНЫЕ КУЛЬТУРЫ – УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ ЖМЫХА// *Международный журнал прикладных наук и технологий "Integral" №2/2024*

Научная статья

Original article

УДК 631.1

DOI: 10.55186/02357801-2024-6-2-7



**ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГИС В  
АГРОПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ**

**POSSIBILITIES OF USING GIS IN THE AGRICULTURAL COMPLEX**

**Сулимин Владимир Власович**, кандидат экономических наук, доцент кафедры государственного и муниципального управления, Уральский государственный экономический университет, г. Екатеринбург

**Sulimin Vladimir Vlasovich**, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of the Department of State and Municipal Administration, Ural State Economic University, Yekaterinburg

**Аннотация.** Статья исследует роль геоинформационных систем (ГИС) в оптимизации управления сельскохозяйственными процессами и повышении эффективности агропромышленного комплекса. В условиях современных вызовов, таких как изменение климата, необходимость повышения продовольственной безопасности и рационального использования природных ресурсов, внедрение ГИС технологий становится критически важным. В статье рассматриваются основные возможности применения ГИС для мониторинга и анализа состояния сельскохозяйственных угодий, прогнозирования урожаев, оптимизации использования удобрений и пестицидов, а также управления водными ресурсами. Особое внимание уделено анализу экономической эффективности внедрения ГИС и примерам успешного использования этих технологий в

различных странах. Авторы предлагают методические рекомендации по интеграции ГИС в системы управления агропромышленными предприятиями, акцентируя внимание на важности междисциплинарного подхода и обучения кадров. Исследование подчёркивает, что использование ГИС может значительно повысить производительность и устойчивость сельского хозяйства, способствуя достижению целей устойчивого развития и улучшению продовольственной безопасности..

**Abstract.** The article “Possibilities of using GIS in the agricultural sector” explores the role of geographic information systems (GIS) in optimizing the management of agricultural processes and increasing the efficiency of the agricultural sector. In the context of modern challenges, such as climate change, the need to improve food security and rational use of natural resources, the introduction of GIS technologies is becoming critically important. The article discusses the main possibilities of using GIS for monitoring and analyzing the condition of agricultural land, forecasting crop yields, optimizing the use of fertilizers and pesticides, and managing water resources. Particular attention is paid to the analysis of the cost-effectiveness of implementing GIS and examples of the successful use of these technologies in various countries. The authors offer methodological recommendations for integrating GIS into management systems of agro-industrial enterprises, focusing on the importance of an interdisciplinary approach and personnel training. The study highlights that the use of GIS can significantly improve agricultural productivity and sustainability, helping to achieve sustainable development goals and improve food security.

**Ключевые слова:** геоинформационные системы, агропромышленный комплекс, мониторинг сельскохозяйственных угодий, прогнозирование урожаев, управление водными ресурсами, экономическая эффективность, устойчивое развитие.

**Keywords:** geographic information systems, agro-industrial complex, agricultural land monitoring, crop forecasting, water resources management, economic efficiency, sustainable development.

Агропромышленный комплекс (АПК) играет ключевую роль в обеспечении продовольственной безопасности и экономической стабильности многих стран. В условиях современных вызовов, таких как изменение климата, рост населения и ограниченность природных ресурсов, важно искать инновационные подходы для повышения эффективности сельскохозяйственного производства. Одним из таких подходов является использование геоинформационных систем (ГИС).

ГИС представляет собой мощный инструмент, который позволяет собирать, анализировать и визуализировать пространственные данные, что открывает широкие возможности для оптимизации управления сельскохозяйственными процессами. В данной статье рассматриваются основные возможности использования ГИС в АПК, их экономическая эффективность, а также примеры успешного внедрения этих технологий в различных странах. Особое внимание уделяется методическим рекомендациям по интеграции ГИС в системы управления агропромышленными предприятиями.

Геоинформационная система (ГИС) — это интегрированная система, предназначенная для сбора, хранения, анализа, управления и визуализации географически привязанных данных. Основными компонентами ГИС являются:

1. Аппаратное обеспечение: компьютеры, серверы, GPS-устройства и другие технические средства, обеспечивающие сбор и обработку данных.
2. Программное обеспечение: специализированные программы, предназначенные для обработки, анализа и визуализации пространственных данных.

3. Данные: географически привязанные данные, которые включают информацию о местоположении объектов, их характеристиках и взаимосвязях.

Человеческие ресурсы: специалисты, обладающие знаниями и навыками в области ГИС и способные эффективно использовать эти технологии для решения конкретных задач.

Использование ГИС в АПК открывает широкие возможности для оптимизации управления сельскохозяйственными процессами на всех этапах производства. Рассмотрим основные направления применения ГИС в сельском хозяйстве.

ГИС позволяет проводить мониторинг состояния почв, включая их физические, химические и биологические характеристики. Это включает анализ содержания питательных веществ, уровня кислотности, структуры почвы и её водопроницаемости. Использование ГИС для мониторинга почв позволяет:

1. Определить зоны с дефицитом или избытком питательных веществ и оптимизировать внесение удобрений.
2. Выявить участки с различными типами почв и адаптировать агротехнические мероприятия в зависимости от их особенностей.
3. Мониторить изменения состояния почв во времени и оценивать эффективность применяемых агротехнологий.

ГИС позволяет проводить мониторинг состояния растений и прогнозировать урожай. Это включает использование данных дистанционного зондирования, таких как спутниковые снимки и данные с беспилотных летательных аппаратов (БПЛА). Применение ГИС для анализа состояния растений позволяет:

1. Оценить состояние посевов на больших площадях и выявить проблемные зоны.

2. Анализировать динамику роста растений и прогнозировать урожайность.

3. Определять потребности растений в воде, питательных веществах и защитных средствах.

Прецизионное земледелие (Precision Agriculture) представляет собой подход к управлению сельскохозяйственным производством, основанный на использовании точных данных для оптимизации внесения удобрений и пестицидов. ГИС играет ключевую роль в реализации этого подхода, предоставляя точную информацию о состоянии почв и растений. Применение ГИС в прецизионном земледелии позволяет:

1. Оптимизировать внесение удобрений и пестицидов с учётом пространственной неоднородности полей.

2. Снизить затраты на средства защиты растений и удобрения за счёт их более рационального использования.

3. Сократить негативное воздействие на окружающую среду за счёт снижения количества применяемых химических веществ.

Эффективное управление водными ресурсами является важным аспектом устойчивого сельского хозяйства. ГИС позволяет оптимизировать использование воды на сельскохозяйственных угодьях, обеспечивая:

1. Мониторинг уровня влажности почвы и потребностей растений в воде.

2. Планирование и управление системами орошения с учётом пространственной неоднородности полей.

3. Снижение затрат на водные ресурсы и предотвращение их избыточного использования.

Внедрение ГИС в агропромышленный комплекс связано с определёнными затратами, однако в долгосрочной перспективе это может привести к значительному повышению экономической эффективности

сельскохозяйственного производства. Рассмотрим основные аспекты экономической эффективности внедрения ГИС.

Использование ГИС позволяет оптимизировать внесение удобрений, пестицидов и воды, что приводит к снижению затрат на эти ресурсы. Это особенно важно в условиях роста цен на средства защиты растений и удобрения.

ГИС позволяет более точно прогнозировать урожайность и выявлять проблемные зоны на полях, что способствует повышению урожайности и качества продукции. Это, в свою очередь, повышает доходы агропромышленных предприятий.

Оптимизация использования удобрений и пестицидов с помощью ГИС способствует снижению негативного воздействия на окружающую среду, что имеет важное значение для устойчивого развития сельского хозяйства и сохранения природных ресурсов.

Рассмотрим примеры успешного внедрения ГИС в агропромышленный комплекс в различных странах, которые демонстрируют эффективность этих технологий.

В США ГИС широко используется в сельском хозяйстве для мониторинга состояния почв и растений, оптимизации использования удобрений и управления водными ресурсами. Примером успешного применения ГИС является проект «Corn Belt» в Среднем Западе, где использование ГИС позволило значительно повысить урожайность кукурузы и сократить затраты на производственные ресурсы.

В странах Европейского Союза ГИС также активно используется для оптимизации сельскохозяйственного производства. Например, в Нидерландах использование ГИС для управления водными ресурсами и системами орошения позволило значительно сократить потребление воды и повысить урожайность сельскохозяйственных культур.

В Австралии ГИС применяется для мониторинга состояния пастбищ и управления водными ресурсами в условиях засушливого климата. Использование ГИС позволяет более эффективно управлять сельскохозяйственными угодьями и адаптироваться к изменению климатических условий.

Для успешной интеграции ГИС в системы управления агропромышленными предприятиями необходимо учитывать ряд методических рекомендаций.

Интеграция ГИС требует междисциплинарного подхода, который включает участие специалистов из различных областей, таких как агрономия, география, информатика и экономика. Важно обеспечить взаимодействие и обмен знаниями между этими специалистами для успешного внедрения ГИС.

Успешное использование ГИС требует наличия квалифицированных кадров, обладающих знаниями и навыками в области геоинформационных систем и их применения в сельском хозяйстве. Важно организовать обучение и повышение квалификации сотрудников агропромышленных предприятий, а также привлекать молодых специалистов и студентов к изучению и внедрению ГИС.

Для успешного внедрения ГИС необходимо обеспечить соответствующую техническую поддержку и инфраструктуру. Это включает наличие необходимого аппаратного и программного обеспечения, доступ к данным дистанционного зондирования и другим пространственным данным, а также возможность оперативного обмена информацией между различными участниками процесса.

Внедрение ГИС требует значительных инвестиций, поэтому важно проводить оценку экономической эффективности этих технологий. Это включает анализ затрат и выгод от использования ГИС, а также разработку методик и инструментов для оценки экономической эффективности на различных этапах внедрения и эксплуатации.

Для успешного использования ГИС в агропромышленном комплексе необходимо разработать и внедрить стандарты и протоколы, которые обеспечат совместимость и интеграцию различных систем и данных. Это включает стандарты для сбора, обработки, анализа и визуализации данных, а также протоколы обмена информацией между различными участниками процесса.

Геоинформационные системы (ГИС) представляют собой мощный инструмент, который позволяет значительно повысить эффективность управления сельскохозяйственными процессами и способствовать устойчивому развитию агропромышленного комплекса. Использование ГИС открывает широкие возможности для мониторинга и анализа состояния сельскохозяйственных угодий, прогнозирования урожаев, оптимизации использования удобрений и пестицидов, а также управления водными ресурсами.

Внедрение ГИС в агропромышленный комплекс связано с определёнными затратами, однако в долгосрочной перспективе это может привести к значительному повышению экономической эффективности сельскохозяйственного производства. Примеры успешного внедрения ГИС в различных странах демонстрируют, что использование этих технологий позволяет повысить урожайность, сократить затраты на производственные ресурсы и снизить негативное воздействие на окружающую среду.

Для успешной интеграции ГИС в системы управления агропромышленными предприятиями необходимо учитывать междисциплинарный подход, обеспечивать обучение и развитие кадров, создавать соответствующую техническую поддержку и инфраструктуру, проводить оценку экономической эффективности и разрабатывать стандарты и протоколы.

Таким образом, использование ГИС в агропромышленном комплексе может значительно способствовать достижению целей устойчивого развития и улучшению продовольственной безопасности, что имеет важное значение для экономики и социальной стабильности многих стран.

### Литература

1. Алыбаев, Д. Б. Применение информационных технологий в агропромышленном комплексе / Д. Б. Алыбаев, Н. Ж. Ураимова // Наука, новые технологии и инновации Кыргызстана. – 2019. – № 7. – С. 103-106. – EDN FNQXVN.
2. Калманова, Д. М. К вопросам применения адаптивно-ландшафтных систем земледелия, ее методологии и принципов / Д. М. Калманова, А. Е. Жакупова // Наука и инновационные технологии. – 2020. – № 1(14). – С. 67-76. – DOI 10.33942/sit.nes021. – EDN SHDPUE.
3. Ковалев Д. И. Проектирование GUI веб-ориентированных ГИС агропромышленного комплекса: стандарты и технологии веб-разработки / Д. И. Ковалев, А. А. Яблокова, В. А. Подоплелова, К. Д. Астанакулов // Информатика. Экономика. Управление. – 2023. – Т. 2, № 4. – С. 227-237. – DOI 10.47813/2782-5280-2023-2-4-0227-0237. – EDN TJJUWD.
4. Ляшенко, Е. А. О технологическом развитии отраслей экономики в условиях шоков / Е. А. Ляшенко // Eromen. Global. – 2023. – № 44. – С. 101-107. – EDN HXCCXO.
5. Мочалова, Я. В. Вектор развития российского АПК - цифровизация / Я. В. Мочалова, О. П. Горшкова // Экономика: вчера, сегодня, завтра. – 2020. – Т. 10, № 1-1. – С. 593-600. – DOI 10.34670/AR.2020.91.1.065. – EDN CRUBYJ.
6. Сальников, С. Г. Технологии и системы информационного обеспечения в АПК: тенденции и проблемы / С. Г. Сальников, А. А. Личман, Н. Ю. Тухина // Вестник Московского гуманитарно-экономического института. – 2018. – № 3. – С. 88-97. – EDN YWGMAH.

7. Созаева, Т. Х. Цифровизация агроформирований региона: современное состояние, проблемы и перспективы / Т. Х. Созаева, С. А. Гурфова // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В.М. Кокова. – 2023. – № 2(40). – С. 155-167. – DOI 10.55196/2411-3492-2023-2-40-155-167. – EDN DKWZGW.
8. Сулимин, В. В. Применение ГИС-технологий в агропромышленном комплексе / В. В. Сулимин // Экономические исследования и разработки. – 2023. – № 5. – С. 239-244. – EDN SKMOYU.

### References

1. Alybaev, D. B. Application of information technologies in the agricultural sector / D. B. Alybaev, N. Zh. Uraimova // Science, new technologies and innovations of Kyrgyzstan. – 2019. – No. 7. – P. 103-106. – EDN FNQXVN.
2. Kalmanova, D. M. On the issues of application of adaptive landscape farming systems, its methodology and principles / D. M. Kalmanova, A. E. Zhakupova // Science and innovative technologies. – 2020. – No. 1(14). – pp. 67-76. – DOI 10.33942/sit.nes021. – EDN SHDPUE.
3. Kovalev D. I. Designing GUI of web-based GIS of the agro-industrial complex: standards and technologies of web development / D. I. Kovalev, A. A. Yablokova, V. A. Podoplelova, K. D. Astanakulov // Informatics. Economy. Control. – 2023. – T. 2, No. 4. – P. 227-237. – DOI 10.47813/2782-5280-2023-2-4-0227-0237. – EDN TJJUWD.
4. Lyashenko, E. A. On the technological development of economic sectors in conditions of shocks / E. A. Lyashenko // Epomen. Global. – 2023. – No. 44. – P. 101-107. – EDN HXCCXO.
5. Mochalova, Y. V. The vector of development of the Russian agro-industrial complex is digitalization / Y. V. Mochalova, O. P. Gorshkova // Economics: yesterday, today, tomorrow. – 2020. – T. 10, No. 1-1. – pp. 593-600. – DOI 10.34670/AR.2020.91.1.065. – EDN CRUBYJ.

6. Salnikov, S. G. Technologies and information support systems in the agro-industrial complex: trends and problems / S. G. Salnikov, A. A. Lichman, N. Yu. Tukhina // Bulletin of the Moscow Humanitarian-Economic Institute. – 2018. – No. 3. – P. 88-97. – EDN YWGMAH.
7. Sozaeva, T. Kh. Digitalization of agricultural formations in the region: current state, problems and prospects / T. Kh. Sozaeva, S. A. Gurfova // News of the Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after. V.M. Kokova. – 2023. – No. 2(40). – pp. 155-167. – DOI 10.55196/2411-3492-2023-2-40-155-167. – EDN DKWZGW.
8. Sulimin, V.V. Application of GIS technologies in the agricultural sector / V.V. Sulimin // Economic research and development. – 2023. – No. 5. – P. 239-244. – EDN SKMOYU.

© Сулимин В.В., 2024 *Международный журнал прикладных наук и технологий "Integral" № 2/2024.*

**Для цитирования:** Сулимин В.В. Возможности использования ГИС в агропромышленном комплексе // Международный журнал прикладных наук и технологий "Integral" № 2/2024