

Научная статья

Original article

УДК 631.34

DOI 10.55186/25880209_2025_9_2_17

**МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ЭЛЕКТРИФИЦИРОВАННАЯ
СИСТЕМА ЭКОЛОГИЧЕСКИ УСТОЙЧИВОГО ОРОШАЕМОГО
ЗЕМЛЕДЕЛИЯ**

**MULTIFUNCTIONAL ELECTRIC SYSTEM FOR SUSTAINABLE
IRRIGATED AGRICULTURE**



Мищенко Николай Андреевич, кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник Федеральное государственное научное учреждение Всероссийский научно-исследовательский институт систем орошения и сельхозводоснабжения «Радуга», (140483 Московская обл., Коломенский район, пос. Радужный, 38), тел. 8(496)6-170-474, ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-6002-5202>, mishenko.nikolai@bk.ru

Nikolay Mishchenko, candidate of technical sciences, the leading researcher, Federal State Budget Research Institution All-Russia Scientific and Research Institute for Irrigation and Farming Water Supply Systems RADUGA («Радуга»), Moscow Region, Kolomna District, settl. Raduzhny, tel. 8(496)6-170-474, ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-6002-5202>, mishenko.nikolai@bk.ru

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы необходимости разработки новых технологий и техники экологически устойчивого орошаемого земледелия на

основе мостовых агрегатов. Негативное влияние традиционной технологии выращивания сельскохозяйственных культур на почвенный покров и качество агроценозов невозможно недооценивать, деградация и процессы эрозии почвы ежегодно увеличиваются. Почва является важнейшим элементом системы земледелия, необходимо обеспечить не только регулирование продуктивности, энергетических затрат, но и сохранение верхнего слоя от эрозии, повышения ее плодородия, эффективного использования удобрений и освоения рациональных технологий возделывания сельскохозяйственных культур. Для снижения негативного воздействия на агроценозы предлагается разработать технологию и технические средства экологически устойчивого орошаемого земледелия на базе агромоста который будет разработан из серийно выпускаемых дождевальными машин фронтального перемещения типа «Кубань», из которой за основу будет взята ферменная конструкция, принцип перемещения по земельному участку, силовая и электрическая часть машины. Предлагаемый агромост путем дооснащения дождевальной машины новыми рабочими органами, сможет выполнять такие технологические операции как: орошения, опрыскивание, окашивание, высев семян гиропособом, внесение химмелиорантов. В конструкции мостового агрегата предлагается использовать схему подачи воды и электрической энергии по средствам гибкого шланга, совмещенного с электрическим кабелем, а все дополнительные рабочие органы сделать съемными и только навесными. Многофункциональный агрегат позволит реализовать основные преимущества системы земледелия, связанные с внедрением технологии производства продукции растениеводства без основной обработки почвы (как предлагалось и с минимальным на нее воздействием).

Abstract. The article revises necessity of new technologies and equipment for ecologically stable irrigation farming based on bridge aggregates development. Negative impact of traditional methods of farming crops growing on soil covering and agro-cenoses quality can't be under-estimated, degradation and soil erosion are increasing every year. A soil is the most important element of farming system, it is necessary to provide not only production and energy consumption regulation, but also to preserve upper soil layer from

erosion, its fertility increase, to boost efficiency of fertilizer use and to master rational farming crops methods. To cut down negative impact on agro-cenoses it is proposed to work out some technology and technical means for ecologically stable irrigated farming based on agro-bridge which will be designed from frontal moving irrigation machines of the “Kuban” type, produced serially; from this machine will be taken a beam construction, moving through the field principle and power and electrical systems of this machine. Presented agro-bridge will be completed with new working units and will be able to perform such technological operations as: irrigation, sprinkling, mowing round, seed sown by gyro-method and delivery of chemical meliorants. In the bridge aggregate design will be used a system of water and electrical power supply by flexible hose, combined with electric cable, and all the rest work organs will be removable and only hook-on ones. Such multi-functional aggregate could enable to realize the main advantages of farming system connected with putting in practice technology of farming plant production without general soil cultivation (as it was proposed with minimal impact on it).

Ключевые слова: гидромелиоративные системы, агромот, многофункциональная техника полива, автоматизированная система дождевания.

Key words: hydro-technical and melioration systems, agro-bridge, multi-functional irrigation machines, automated sprinkler system.

Введение. Одним из ключевых направлений развития экономики и социальной сферы агропромышленного комплекса является комплексная механизация, химизация, электрификация и мелиорация сельскохозяйственных земель, а также активное внедрение интенсивных технологий. По нашему мнению, формирование многофункциональной электрифицированной системы экологически устойчивого орошаемого земледелия на основе мостовых агрегатов способно существенно приблизить достижение данной цели. Использование единого электрифицированного агрегата или многофункционального комплекса, способного выполнять несколько операций в рамках технологического цикла орошаемого земледелия (включая обработку почвы, посев, полив, внесение

удобрений и средств защиты растений, уборку и транспортировку урожая), обеспечит значительный рост производительности труда. Кроме того, это позволит снизить механическое воздействие на почву, улучшить экологическое состояние агроценозов, а благодаря высокой степени механизации, электрификации и автоматизации – повысить точность и эффективность технологических процессов. Идея создания электрифицированных многофункциональных агрегатов для сельского хозяйства появилась в начале прошлого столетия за рубежом, где был предложен проект высокоавтоматизированного агрокомплекса, представляющего собой мостовой кран, перемещающийся по рельсовым путям. К нему подключаются различные сельхозорудия и рабочие органы для подготовки почвы, сева, культивации, уборки урожая.

В мелиорации создаются ряд многоопорных дождевальными машин фронтального и кругового действия, которые наряду с орошением при соответствующей доработке могут использоваться для внесения с поливной водой питательных веществ (органических и минеральных удобрений) [1]. Комплектуя дополнительными рабочими устройствами, можно использовать их так же для внесения с поливной водой микроэлементов, химмелиорантов, средств защиты растений и других сельскохозяйственных операций.

Цель проведенной работы – поиск технических решений по совершенствованию существующих и получению новых прототипов мостовых агрегатов с отработкой на их базе технологии экологически устойчивого орошаемого земледелия.

Основным критерием необходимости разработки систем мостового земледелия является негативное воздействие на почву сельхоз машин при традиционных технологиях выращивания сельскохозяйственных культур. Почва является важнейшим элементом системы земледелия, необходимо обеспечить не только регулирование продуктивности, энергетических затрат, но и сохранение верхнего слоя от эрозии, повышения ее плодородия, эффективного использования удобрений и освоения рациональных технологий возделывания сельскохозяйственных культур. Установлено, что для оптимального роста развития

культурных растений требуется определенная плотность (объемная масса) почвы. Для большинства культур она находится в пределах от 1,1 до 1,3 г/см³[2].

При повышении или снижении объемной массы почвы на 0,1-0,2 г/см³ по сравнению с оптимумом, урожай снижается, а при значительном уплотнении резко падает. Особенно остро реагируют на уплотнение черноземы. При повышении плотности выщелоченного чернозема на 0,1 г/см³ снижение урожая зерновых колосовых культур составляет 15%, а на 0,2 г/см³ - 50%. Плотность почвы, оптимальная для произрастания растений, регулируется агротехническими приемами: в одних случаях рыхлением, в других - уплотнением. Однако, техника, с помощью которой регулируется плотность почвы, помимо положительного влияния действует и отрицательно на плодородие почвы. Возрастание уплотнения корнеобитаемого слоя почвы во многих хозяйствах связано с тем, что вместо допустимого для большинства почв удельного давления на них, равного 0,4-0,5 кг/см² (предельное - 1,0-1,5 кг/см²), многие тракторы, особенно колесные, а также транспортные средства оказывают давление до 3-5 кг/см² и выше.

Условия, материалы и методы. В исследовании используются фондовые библиотечные и архивные материалы ФГБНУ ВНИИ «Радуга», по вопросу проектирования мостовых агрегатов и их использованию, созданию мостовых агрегатов, на базе дождевальных машин типа «Кубань». В работе, использовали офисную программу MS Excel, систему автоматизированного проектирования Компас 3D версии 21.

Специалистами ФГБНУ ВНИИ «Радуга» предложен мостовой агрегат или агромот, исключаяющий процессы переуплотнения почвы в результате выполнения сельскохозяйственных операций, агромот спроектирован на базе серийно выпускаемых широкозахватных дождевальных машин типа «Кубань». Широкое внедрение в сельскохозяйственное производство такого типа агрегатов позволит отказаться от применения наземной техники внесения мелиорантов и обеспечить регулярное мелиорирование орошаемых земель в течение практически всего вегетационного периода. Кроме того, имеется возможность значительно уменьшить нормы мелиорантов за счет более эффективного их действия при

внесении с поливной водой, повысить плодородие орошаемых почв за счет предупреждения процессов осолонцевания и потерь гумуса при проведении вегетационных поливов мелиоративно улучшенной водой. Всем этим задачам отвечает мостовое земледелие, в том числе, использование многоопорных дождевальными машин для проведения технологических операций по возделыванию сельскохозяйственных культур [3].

Если укрупненно сопоставить технологию возделывания, например, зернокармликовых культур по традиционной технологии, то она насчитывает около 10 необходимых операций (рис 1). Для их выполнения необходим трактор минимум в 5-ти операциях: пахота, боронование, малование, сев, внесение питательных веществ и средств химизации. В других операциях могут использоваться комбайны самоходные, или прицепные к трактору, косилки, сборщики укоса, пожнивных остатков, скирдователи. По полю в необходимом порядке движется автотранспорт для забора и вывоза урожая, заправщики топливно-смазочными материалами, автопередвижные мастерские для технического обслуживания и ремонта средств механизации.

Все эти технические и технологические операции не могут быть исключены. Многократные и разносторонние проезды по полю деградируют его почвенный покров: разрушается комковатая структура почвы, ликвидируются поры, что нарушает водно-воздушный режим почвы и растений. Например, после подготовки почвы к севу она имеет плотность $0,1...0,3 \text{ кг/см}^2$ а после уборки урожая превышает $2,0...3,0 \text{ кг/см}^2$. Проведение вегетационных поливов, подкормок, внесения средств химизации не достигают должного эффекта. Образуется эрозия почвы, сток воды по колеям движителей, лужеобразование, вода и питательные вещества не достигают корневой системы растений [4].



Рисунок 1. Сравнительные основные операции технологического процесса при возделывании зернокармливых культур

В предлагаемой и разрабатываемой технологии и технических средствах исключаются такие энергоёмкие операции, нарушающие радикально почвенную среду: пахота, боронование, малование и др. Высев семян по известным технологиям (гидро, пневмо, инъекционный) производится агрегатом в верхний не нарушенный, мульчированный слой почвы, богатый питательными веществами, доступный для воды и воздуха. Орошение проводят одновременно с внесением питательных веществ и средств химизации, что создает наибольший эффект от их применения. Оснащение фермы агрегата несложным и только навесным сельхоз оборудованием: косилка, транспортер, молотильный барабан, измельчители пожнивных остатков (стерни) выполняются в комплексе, в единой технологической схеме с максимальной автоматизацией процессов, что позволяет фактически полностью выдержать технологическую дисциплину по срокам и режимам, электропривод исключает подвоз топливо-смазочных материалов и не загрязняет окружающую среду. Лишь две пары колес будут воздействовать по одному следу на почву, для ликвидации образованной колеи, можно применить простейшие прицепные колесзаравнители.

Предлагаемый под вышеуказанную технологию, многофункциональный агрегат мостового земледелия состоит из следующих основных частей:

водопроводящего трубопровода, двух и более опорных тележек и набора подвесных рабочих органов для выполнения различных технологических операций (рис 2).

Водопроводящий трубопровод состоит из оцинкованных труб, комплекта раскосов и комплекта стяжек, в совокупности создающие несущую ферменную конструкцию.

Опорная тележка состоит из следующих основных элементов: мотор-редуктор, колесный редуктор, наматывающе-сматывающий барабан для водозаборного шланга и питающего кабеля, компрессора, гидropодкормщика, щита управления, колес, рамы. Как дополнительное оборудование могут быть установлены различные дождеобразующие устройства, система опрыскивания растений, устройства для пневмо и гидровысева семян, устройство для кошения сельхоз культур. Подача воздуха, удобрительных растворов, химмелиорантов и пестицидов, осуществляется автономно компрессором, насосом-дозатором и технологическими ёмкостями, размещенными непосредственно на агрегате. Подводимый расход воды к агрегату составляет до 10 л/с. Площадь обслуживания агрегатом составляет: в гумидной зоне – 20 га., субаридной зоне – 15 га., аридной – 10 га. Соответственно длина водопроводящего шланга составляет 200, 150, 100 м., при ширине одного модуля 50м. Увеличение обрабатываемой площади возможно за счет модульного принципа компоновки мостовых агрегатов.

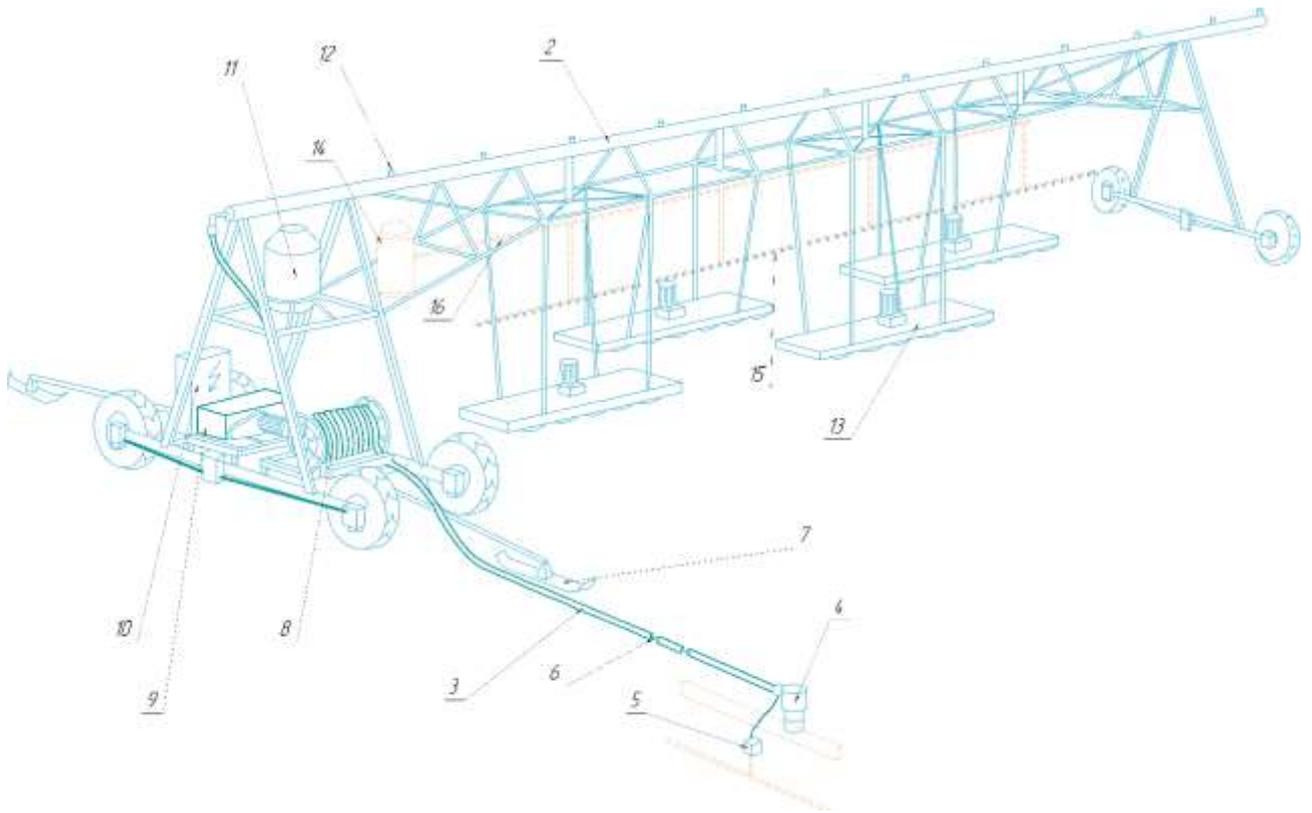


Рисунок 2. Многофункциональный агрегат мостового земледелия

1 – Ходовая опора; 2 – Водопроводящий трубопровод; 3 – Гибкий шланг; 4 – Гидрант закрытой сети; 5 – Колонка для подключения эл. питания; 6 – Кабель; 7 – Система стабилизации курса; 8 – Катушка; 9 – Компрессор; 10 – Электрошкаф; 11 – Гидроподкормщик; 12 – Дождевальные насадки; 13 – Устройство для кошения; 14 – Бункер для семян; 15 – Высевающие штанги; 16 – Дополнительный трубопровод;

Результаты исследования и их обсуждение. Исходя из концептуальных положений, можно сформулировать следующие отличительные особенности предлагаемого варианта мостового земледелия от других, что и определяет его новизну, эффективность и технологические схемы орошения и работы: 1) унификация с существующими схемами участков орошаемого земледелия; 2) максимальная унификация агрегата и оросительной сети, находящихся в эксплуатации фронтальных широкозахватных дождевальных машин; 3) сезонная нагрузка мостового агрегата соответствует технологической карте возделывания с.х. культур; 4) выдача поливных норм воды в соответствии с водопотреблением с.х. культур; 5) экологически безопасное орошение с внесением средств химизации

с поливной водой; б) универсальность - внесение с поливной водой питательных веществ, химмелиорантов и химических средств защиты растений; 7) естественное земледелие с минимальным воздействием на почву с.х. орудий; 8) возможность одновременного возделывания на одном участке различных с.х. культур; 9) мостовой агрегат при его отключении практически не препятствует проведению любых с.х. работ, а также использованию участка для пастбищ; 10) энерго и ресурсосбережение;

Выводы. Применение модернизированных дождевальных машин для прецизионного пространственно-дифференцированного дождевания в сочетании с технологией мостового земледелия позволит: – повысить эффективность орошения и экономию поливной воды до 30%. Поставка на производство предлагаемого технического решения позволит в корне изменить организацию производства продукции земледелия за счет замены всего комплекса машин для выращивания и уборки сельскохозяйственных культур, внести существенные изменения в технологию производства, работ, реальное превращение работников сельского хозяйства в разновидность индустриального.

Многофункциональный агрегат позволяет реализовать основные преимущества системы земледелия, связанные с внедрением технологии производства продукции растениеводства без основной обработки почвы (как предлагалось и с минимальным на нее воздействием).

Основными эффектообразующими факторами новой технологии, реализуемой с помощью агрегата, являются:

снижение металлоемкости производства продукции;

снижение расходов топливо-смазочных материалов и электроэнергии;

рост производительности труда;

снижение стоимости основных производственных фондов;

рост продуктивности орошаемых земель;

повышение качества технологического процесса полива и обеспечение более рационального использования водных ресурсов.

На сегодняшний день специалистами ФГБНУ ВНИИ «Радуга» разрабатывается система автоматизации управления мостовым агрегатом, а также эскизный проект однопролетного агрегата, сконструированного на базе широкозахватной дождевальная машины типа «Кубань».

Список источников

1. Турапин С.С., Мищенко Н.А., Брыль С.В., Рязанцев А.И., Козлова Л.К., Муравьев А.В., Лебедев Д.А., Травкин В.С., Петряшова Т.В. Обосновать и разработать технологию мостового земледелия на мелиорируемых землях с применением современных технологий информационного обеспечения и автоматизации процессов сельскохозяйственного производства // Отчет о НИР № 082-00079-23-01. Министерство сельского хозяйства РФ. 2023.
2. Власова, О. И. Основы адаптивно-дифференцированной системы обработки почвы / О. И. Власова, Г. Р. Дорожко, В. М. Передериева // Вестник АПК Ставрополя. – 2015. – № S2. – С. 45-52. – EDN TSLIJJ.
3. Мищенко, Н. А. Перспективы развития многоцелевого использования многоопорных дождевальных машин / Н. А. Мищенко // Вестник мелиоративной науки. – 2024. – № 3. – С. 176-181. – EDN KEPRZH.
4. Мищенко, Н. А. Влияние параметров мостового агрегата на повышение экологичности полива и снижения деградационного воздействия на почву / Н. А. Мищенко // Экология и строительство. – 2024. – № 2. – С. 29-34. – DOI 10.35688/2413-8452-2024-02-005. – EDN ZAPLFG.
5. Патент на полезную модель № 226762 U1 Российская Федерация, МПК А01В 69/00, А01G 25/09. Регулятор скорости движения мостовой сельскохозяйственной машины: № 2024108855 : заявл. 03.04.2024 : опубл. 20.06.2024 / А. И. Рязанцев, С. С. Турапин, Н. А. Мищенко [и др.]; заявитель Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Всероссийский научно-исследовательский институт систем орошения и сельхозводоснабжения "Радуга". – EDN GBTHSJ.
6. Патент на полезную модель № 217249 U1 Российская Федерация, МПК А01G 25/09, В62D 57/02. Ходовая система многоопорной дождевальной машины:

№ 2023102306 : заявл. 02.02.2023 : опубл. 23.03.2023 / А. И. Рязанцев, С. С. Турапин, Е. Ю. Евсеев [и др.]; заявитель Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Всероссийский научно-исследовательский институт систем орошения и сельхозводоснабжения "Радуга". – EDN CKZDFE.

References

1. Turapin S.S., Mishhenko N.A., Bry`l` S.V., Ryazancev A.I., Kozlova L.K., Murav`ev A.V., Lebedev D.A., Travkin V.S., Petryashova T.V. Obosnovat` i razrabotat` texnologiyu mostovogo zemledeliya na melioriruemy`x zemlyax s primeneniem sovremenny`x texnologij informacionnogo obespecheniya i avtomatizacii processov sel`skoxozyajstvennogo proizvodstva // Otchet o NIR № 082-00079-23-01. Ministerstvo sel`skogo xozyajstva RF. 2023.

2. Vlasova, O. I. Osnovy` adaptivno-differencirovannoj sistemy` obrabotki pochvy` / O. I. Vlasova, G. R. Dorozhko, V. M. Perederieva // Vestnik APK Stavropol`ya. – 2015. – № S2. – S. 45-52. – EDN TSLIJJ.

3. Mishhenko, N. A. Perspektivy` razvitiya mnogocelevogo ispol`zovaniya mnogooporny`x dozhdeval`ny`x mashin / N. A. Mishhenko // Vestnik meliorativnoj nauki. – 2024. – № 3. – S. 176-181. – EDN KEPRZH.

4. Mishhenko, N. A. Vliyanie parametrov mostovogo agregata na povы`shenie e`kologichnosti poliva i snizheniya degradacionnogo vozdejstviya na pochvu / N. A. Mishhenko // E`kologiya i stroitel`stvo. – 2024. – № 2. – S. 29-34. – DOI 10.35688/2413-8452-2024-02-005. – EDN ZAPLFG.

5. Patent na poleznuyu model` № 226762 U1 Rossijskaya Federaciya, MPK A01B 69/00, A01G 25/09. Regulyator skorosti dvizheniya mostovoj sel`skoxozyajstvennoj mashiny`: № 2024108855 : zayavl. 03.04.2024 : opubl. 20.06.2024 / A. I. Ryazancev, S. S. Turapin, N. A. Mishhenko [i dr.]; zayavitel` Federal`noe gosudarstvennoe byudzhethoe nauchnoe uchrezhdenie "Vserossijskij nauchno-issledovatel`skij institut sistem orosheniya i sel`hozvododobzheniya "Raduga". – EDN GBTHSJ.

6. Patent na poleznuyu model` № 217249 U1 Rossijskaya Federaciya, MPK A01G 25/09, B62D 57/02. Xodovaya sistema mnogoopornoj dozhdeval`noj mashiny`: №

2023102306 : zayavl. 02.02.2023 : opubl. 23.03.2023 / A. I. Ryazancev, S. S. Turapin, E. YU. Evseev [i dr.]; zayavitel` Federal`noe gosudarstvennoe byudzhethnoe nauchnoe uchrezhdenie "Vserossijskij nauchno-issledovatel`skij institut sistem orosheniya i sel`hozvodospabzheniya "Raduga". – EDN CKZDFE.

© Мищенко Н.А. 2025. International agricultural journal, 2025, № 2, 632-644

Для цитирования: Мищенко Н.А. МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ЭЛЕКТРИФИЦИРОВАННАЯ СИСТЕМА ЭКОЛОГИЧЕСКИ УСТОЙЧИВОГО ОРОШАЕМОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ // International agricultural journal. 2025, № 2, 632-644