

УДК 631.53:631.587

4.3.1 Технологии, машины и оборудование  
Для агропромышленного комплекса (технические  
науки)

**ПОДГОТОВКА СЕМЯН К ПОСАДКЕ ПРИ  
НИЗКОЙ ВЛАЖНОСТИ ПОЧВЫ**

Касьяненко Анна Владимировна  
Кандидат технических наук  
E-mail: Kasyanenko.anna@gmail.com  
*Ростовская область, Ростов-на-Дону, улица Ма-  
люгина, 214/4, 344000*

Краснов Иван Николаевич  
Доктор технических наук, профессор кафедры тех-  
нологий и механизации агропромышленного ком-  
плекса  
E-mail: krasnov1310@rambler.ru  
*Азовско-Черноморский инженерный институт  
Федерального государственного бюджетного об-  
разовательного учреждения высшего образования,  
Донской государственной аграрной университет,  
ул. Ленина, 19, Зерноград, Ростовская область,  
347740*

Титученко Алексей Анатольевич  
кандидат технических наук, доцент  
E-mail: tituchenko.a@kubsau.ru  
*ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграр-  
ный университет имени И.Т. Трубилина», г. Крас-  
нодар, ул. Калинина, 13*

Фролов Владимир Юрьевич  
Доктор технических наук, профессор  
E-mail: frolov\_v65@mail.ru  
*Федеральное государственное высшее учебное за-  
ведение «Кубанский государственный аграрный  
университет имени И.Т. Трубилина», Краснодар,  
улица Калинина, 13*

Ставицкая Ольга Николаевна  
Аспирант  
E-mail: gapeevaskkpl@yandex.ru  
*Азовско-Черноморский инженерный институт  
Федерального государственного высшего учебного  
заведения, Донской государственной аграрной  
университет, Зерноград, Ростовская область, ул.  
Ленина, 19*

Рудковский Ренат Сергеевич  
студент факультета механизации  
E-mail: Renat.rudkovskij@gmail.com  
*Федеральное государственное высшее учебное за-  
ведение «Кубанский государственный аграрный  
университет имени И.Т. Трубилина», Краснодар,  
улица Калинина, 13*

Резкие изменения климата в сочетании с засушли-

UDC 631.53:631.587

4.3.1. Technologies, machinery and equipment for the  
agro-industrial complex (technical sciences)

**PREPARING SEEDS FOR PLANTING IN LOW  
SOIL MOISTURE**

Kasyanenko Anna Vladimirovna  
Candidate of Technical Sciences  
Email: Kasyanenko.anna@gmail.com  
*Rostov Region, Rostov-on-Don, Malyugina, 214/4,  
344000*

Krasnov Ivan Nikolaevich  
Doctor of Technical Sciences, Professor, Department  
of Technology and Mechanization of the Agro-  
Industrial Complex  
Email: krasnov1310@rambler.ru  
*Azov-Black Sea Engineering Institute of the Federal  
State Budgetary Educational Institution of Higher Ed-  
ucation, Don State Agrarian University, Lenina, 19,  
Zernograd, Rostov Region, 347740*

Tituchenko Aleksey Anatolyevich  
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor  
Email: [tituchenko.a@kubsau.ru](mailto:tituchenko.a@kubsau.ru)  
*Kuban State Agrarian University named after I.T.  
Trubilin, Krasnodar, Kalinina, 13*

Frolov Vladimir Yuryevich  
Doctor of Engineering Sciences, Professor  
Email: [frolov\\_v65@mail.ru](mailto:frolov_v65@mail.ru)  
*Federal State Higher Educational Institution "I.T.  
Trubilin Kuban State Agrarian University," Krasno-  
dar, Kalinina, 13*

Stavitskaya Olga Nikolaevna  
Postgraduate Student  
Email: gapeevaskkpl@yandex.ru  
*Azov-Black Sea Engineering Institute of the Federal  
State Higher Educational Institution, Don State Agrar-  
ian University, Zernograd, Rostov Region, Lenina, 19*

Rudkovsky Renat Sergeevich  
student, Faculty of Mechanization  
Email: renat.rudkovskij@gmail.com  
*Federal State Higher Educational Institution I.T. Tru-  
bilin Kuban State Agrarian University", Krasnodar,  
Kalinina, 13*

Drastic climate changes, coupled with soil aridity dur-

востью почв в периоды выращивания зерновых культур усугубили многочисленные проблемы, связанные с подготовкой семян к посеву на почвах с низкой влажностью, самим процессом посева и сохранением рассады. Это затрагивает не только озимые зерновые культуры и их повышенную урожайность, но и яровые и осенние культуры, оказывая влияние на фермерские хозяйства практически всех зернопроизводящих регионов России. В данной статье предлагается решение этих проблем путем разработки и оптимизации технологических процессов предпосевной подготовки семян путем насыщения водой с последующей защитой поглощенной влаги от потери в сухой почве после посева путем нанесения очень тонкого слоя. Предложенная технология интенсифицирует увлажнение семян путем затягивания семян в бункер увлажнительного блока перед заполнением его водой, а затем подачи избыточного давления воздуха после добавления воды. Это заставляет влагу проникать в поры, трещины и микроскопические полости каждого семени. Дефицит кислорода в воде для замачивания определяется для обеспечения аэробного дыхания каждого семени, гарантируя полное окисление питательных веществ, хранящихся в семени и необходимых для развития зародыша. Было предложено использовать сбалансированную воду с высоким содержанием свободного кислорода в период начального увлажнения семян, а затем пополнять резервуар водой путем закачки атмосферного воздуха по мере использования воды для увлажнения семян. Предложенная технология подготовки семян была реализована с использованием специального блока, состоящего из увлажнителя и вращающегося барабана для внешней сушки семян после насыщения, обработки их защитными и стимулирующими веществами и нанесения влагостойкого покрытия. Посевные испытания по выращиванию озимой пшеницы проводились на нескольких фермах Ростовской области с использованием данной технологии подготовки семян перед посевом

Ключевые слова: СЕМЕНА, ПРЕПОСАДОЧНАЯ ОБРАБОТКА, НАСЫЩЕННОСТЬ ВОДОЙ, СУХАЯ ПОЧВА, ВОДООТТАЛКИВАЮЩЕЕ ПОКРЫТИЕ

<http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-216-033>

## Введение

Согласно результатам наших исследований [5, 6, 8, 11], обеспечить всхожесть рассады с недостаточной влажностью почвы в условиях сухого посева, особенно для озимых культур, можно, если обеспечить семена необходимым количеством воды непосредственно во время посевной кампа-

ing grain growing seasons, have exacerbated numerous problems associated with seed preparation for sowing in low-moisture soils, the sowing process itself, and the preservation of seedlings. This affects not only winter grain crops and their increased yields, but also spring and autumn crops, impacting farms in virtually all grain-producing regions of Russia. This article proposes a solution to these problems by developing and optimizing pre-sowing seed preparation processes through water saturation, followed by the application of a very thin layer to protect the absorbed moisture from loss in dry soil after sowing. The proposed technology intensifies seed moistening by drawing the seeds into the hopper of a humidification unit before filling it with water, and then applying excess air pressure after the water is added. This forces moisture into the pores, cracks, and microscopic cavities of each seed. The oxygen deficit in the soaking water is determined to ensure aerobic respiration of each seed, ensuring complete oxidation of the nutrients stored in the seed and necessary for embryo development. It was proposed to use balanced water with a high free oxygen content during the initial seed wetting period, and then replenish the reservoir with water by pumping in atmospheric air as the water is used to wet the seeds. The proposed seed preparation technology was implemented using a special unit consisting of a humidifier and a rotating drum for external drying of the seeds after saturation, treatment with protective and stimulating substances, and application of a moisture-resistant coating. Sowing trials for winter wheat cultivation were conducted on several farms in the Rostov Region using this pre-sowing seed preparation technology. Keywords: seeds, pre-planting treatment, water saturation, dry soil, water-repellent coating

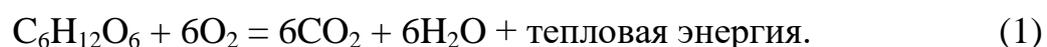
Keywords: SEEDS, PRE-PLANTING TREATMENT, WATER SATURATION, DRY SOIL, WATER-REPELLENT COATING

<http://ej.kubagro.ru/2026/02/pdf/33.pdf>

нии для их набухания, что будет способствовать активации растительных гормонов (особенно гиббереллинов) и ферментов, участвующих в расщеплении запасных питательных веществ в семенах [2, 7, 10].

Замачивание семян путем открытого полива или погружения в воду [1, 4, 9] — трудоемкий процесс. Кроме того, перенасыщенные влагой семена теряют большую часть поглощенной ими влаги в сухой почве, что сводит на нет желаемый эффект. Поэтому необходимы дополнительные меры для повышения влагопоглощения семян и защиты их от потери в сухой почве после посадки.

Кроме того, насыщение семян водой таким образом ограничивает свободный доступ кислорода из атмосферы и осуществление аэробного дыхания в каждом семени, как показано известным химическим уравнением [4, 12]:



В результате этого метаболического пути ферменты превращают крахмал в мальтозу, затем в глюкозу, которая окисляется до углекислого газа и воды, выделяя  $C_6H_{10}O_5$  и приблизительно 2822 кДж/моль тепла. Повышение температуры зерен пшеницы и, как следствие, приток кислорода ускоряют дыхание, в то время как накопление углекислого газа замедляет дыхание. Недостаточный приток воздуха во время прорастания, часто из-за замачивания, нарушает нормальное дыхание зерна. Прорастание этих семян требует значительных энергетических затрат, которые могут быть получены за счет полного окисления питательных веществ, запасенных в семени в виде углеводов и жиров. После насыщения семени водой зародыш начинает выделять гиббереллины (растительный гормон в семени), действие которых на алейроновый слой стимулирует образование ферментов (в основном  $\alpha$  – амилаза), которая начинает расщеплять питательные ве-

щества в эндосперме семени. Образующиеся продукты проникают в зародыш и обеспечивают его рост [4, 10].

Гидролиз играет ключевую роль в расщеплении питательных веществ: крахмал превращается в сахар, белки — в аминокислоты, а жиры — в глицерин и жирные кислоты. Интенсивность этих процессов зависит от дыхания и наличия кислорода. Содержание кислорода в воде обычно повышается за счет аэрации кислородом или атмосферным воздухом (барботированием).

**Актуальность** данной работы является снижение эффективности выращивания зерновых культур из-за резкого изменения климата [9].

**Цель исследования** – обеспечение прорастания семян и роста растений при посадке в почву с недостаточным количеством влаги.

**В задачи исследования** вошли вопросы, связанные с дальнейшим совершенствованием технологий и проектированием оборудования, необходимого для подготовки семян сельскохозяйственных культур перед посевом путем их насыщения водой и обработки тонким защитным слоем, предотвращающим потерю влаги из семян в сухую почву после посева.

**Результаты проведенного исследования.** Для решения упомянутых проблем в нашей работе предлагается усовершенствованный технологический процесс подготовки семян зерновых культур перед посевом, как показано на рисунке 1, с указанием временных затрат  $t$  для каждой отдельной операции.

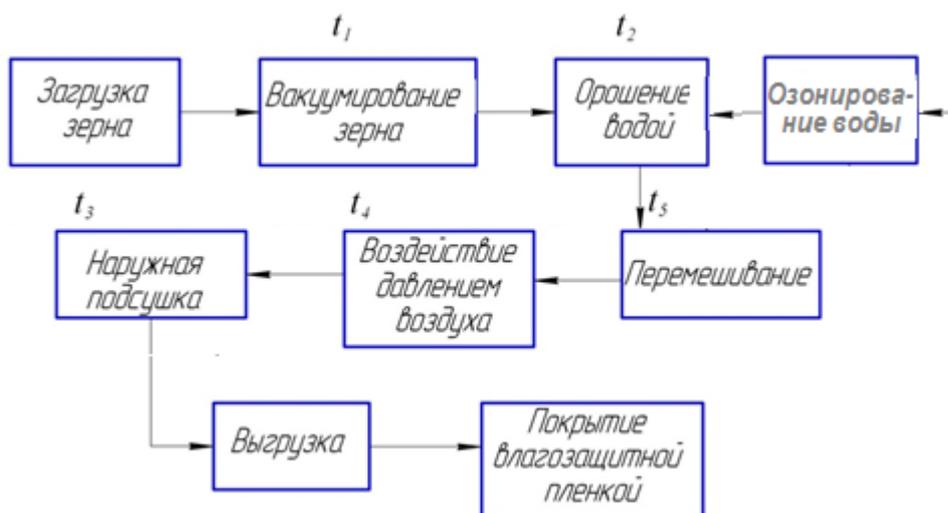


Рисунок 1 – Схема усовершенствованного технологического процесса подготовки семян зерновых культур перед посадкой в условиях засухи.

Согласно данной схеме, процесс подготовки семян к посадке в сухих условиях включает следующие ключевые технологические операции: загрузка семян в увлажнительный блок, удаление воздуха, полив насыщенной кислородом водой, периодическое перемешивание, воздействие атмосферного воздуха, наружная сушка, извлечение семян, а затем покрытие каждого семени влагостойкой пленкой в отдельном блоке.

Семена подаются из загрузочного бункера через поворотный клапан в герметичный контейнер. Этот процесс предварительно откачивает воду из внутренних пор каждого семени, способствуя быстрому поглощению влаги. Длительность этого процесса,  $t_1$ , зависит от глубины вакуума, размера пор семени, характеристик потока в микроканалах его оболочки и пористости кучи семян в бункере.

Процесс полива включает однократное внесение полного количества воды, необходимого для насыщения семян, хотя возможно и многократное внесение. По мере приближения к полному насыщению, к погруженным в воду семенам (вместо вакуума в бункере) подается избыточное давление воздуха, что еще больше увеличивает содержание влаги в них. За несколь-

ко минут до насыщения в бункер добавляются защитные растворы-стимуляторы, после чего семена перемешиваются.

Процесс предпосевной обработки семян завершается извлечением семян из увлажнителя, их просушкой на открытом воздухе и накрытием влагонепроницаемой пленкой. Семена, прошедшие эту предпосевную обработку, следует высевать не позднее одного дня. После этого можно начинать прорастание [6, 9]. Содержание воды в каждом семени достаточно для прорастания после посева в сухую почву.

В случае недостаточной влажности почвы рост и появление корней могут прекратиться, а затем возобновиться после дождя, что приведет к чрезмерному разрастанию растений из семян, не прошедших предпосадочную обработку в соответствии с предложенным технологическим планом.

Такая обработка семян требует использования резервуаров большой емкости. Например, для обработки поля площадью 100 гектаров необходимо подготовить более 20 тонн семян. Современные сушильные машины оснащены резервуарами гораздо меньшей емкости и не предназначены для сушки в воде. Поэтому мы предлагаем использовать увлажнитель, как показано на рисунке 2.

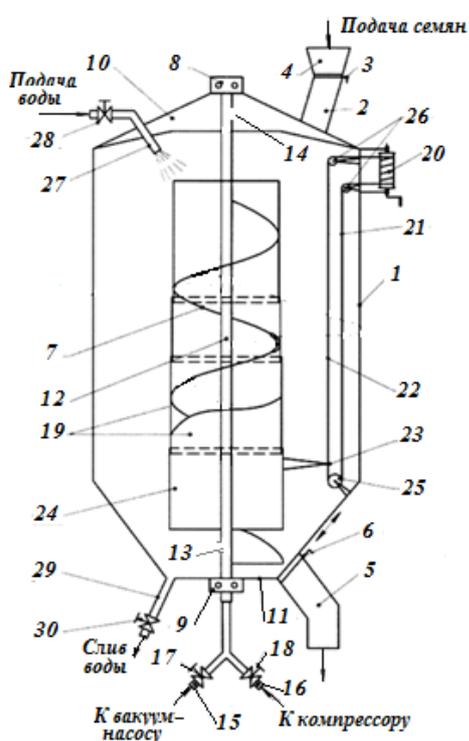


Рисунок 2 – Схема системы увлажнения семян:

1, 2 и 4 - Бункер и его загрузочные трубы; 3 и 6 - Клапаны; 5 - Разгрузочная труба; 7, 8 и 9 - Шнек и его подшипники; 10 и 11 - Крышка и дно бункера; 12 - Вал; 13 и 14 - Отверстия для подачи воздуха; 15, 16, 17 и 18 - Трубы и краны на них; 19 - Корпус шнека; 20 и 21 - Подъемник и трос; 22 и 23 - Разветвление

троса и шарнир на нем; 24 - Подвижная часть корпуса; 25 и 26 - Шкивы; 27 и 28 - Труба с краном подачи воды; 29 и

30 - Труба с краном слива воды.

Устройство состоит из бункера 1, снабженного трубкой 2 и клапаном 3 для подачи и увлажнения семян, а также трубкой 5 и клапаном 6 для выгрузки насыщенных водой семян. Вертикальный шнековый транспортер 7 установлен в качестве двигателя для перемешивания семян в двух подшипниках 8 и 9, которые закреплены соответственно на крышке бункера 10 и дне 11. Шнековый транспортер 7 имеет трубчатый вал 12 и снабжен вращающимся двигателем (не показан на схеме).

Полость вала буровой установки 7 (12) может быть соединена либо с ответвлением 15 для создания вакуума, либо с ответвлением 16 для подачи избыточного сжатого воздуха. Она снабжена клапанами 17 и 18. Корпус буровой установки 7 (19) телескопический и может подниматься в верхнее положение, открывая буровую установку снизу. Подъем корпуса осуществляется рычагом (20). Бункер 1 снабжен ответвлением 27 для подачи воды и клапаном 28, а также ответвлением 29 с клапаном 30 для удаления отходов.

Для запуска системы увлажнения сначала закройте клапан 6 и краны 17, 18 и 30. Поднимите телескопическую втулку 19 шнека 7 в полностью открытое положение. Затем, при открытом клапане 3, подавайте семена через трубу 2 в бункер 1 до заполнения на 70%, с учетом последующего расширения. Далее, управляя клапаном 17 разгрузочной линии 15, постепенно опорожняйте бункер 1, создавая вакуум в трещинах, полостях и капиллярах каждого семени. Затем, при открытом клапане 28, в пустой бункер закачивается насыщенная озоном и кислородом вода, активируя шнек 7. Семена, захваченные шнеком 7, перемешиваются и увлажняются. После заполнения бункера семенами выключите шнек 7, закройте клапан 18 разгрузочной линии и откройте клапан 17. В бункер 1 в течение приблизи-

тельно одного часа подается сжатый воздух, что способствует созданию давления в насыщенной озоном и кислородом воде внутри семян и повышению их влажности. Процесс увлажнения семян до достижения насыщения занимает приблизительно 24 часа. В течение этого времени шнековый транспортер № 7 периодически активизируется для перемешивания семенной массы, а клапан № 28, подающий сжатый воздух, открывается для его подачи в семенную массу и повышения содержания кислорода в воде. После насыщения семян открывается клапан № 30, и оставшаяся невпитавшаяся вода сливается из бункера № 1. Затем насыщенные семена выгружаются на другое предприятие для нанесения защитных, стимулирующих и влагоотводящих составов.

Процесс увлажнения семян с использованием представленной методики начинается с удаления воздуха сначала из бункера № 1 увлажняющего устройства, а затем из пор и волокон семян, загруженных в него. Время, необходимое для этого, можно представить следующим образом:

$$T_{\text{в}} = t_{\text{б}} + t_{\text{зс}} + t_{\text{нв}} \quad (2)$$

Где  $T_{\text{в}}$  обозначает общее время, необходимое для откачки воздуха из резервуара увлажнителя семян, с;  $t_{\text{б}}$  - время откачки воздуха из пустого контейнера до рабочей глубины вакуума, с;  $t_{\text{зс}}$  и  $t_{\text{нв}}$  - время загрузки семян в вакуумный контейнер и подачи в него воды, с.

Откачка воздуха  $t_{\text{в}}$  происходит из ёмкости постоянного объёма  $V_{\text{б}}$  вакуумным насосом в камеру с большим объёмом (в атмосферу) с постоянным давлением в ней. Применительно к ней известно следующее дифференциальное уравнение времени  $t$  истечения газа [3, 5]:

$$\frac{d\left(\frac{p_i}{p_{am}}\right)}{\frac{p_i}{p_{am}}} = \frac{f \mu \varphi \sqrt{p_{am} v_{am}} \cdot dt}{V_{\sigma}}, \quad (3)$$

где  $V_{\sigma}$  — объем бункера увлажнителя, м<sup>3</sup>;  $p_{am}$  и  $p_i$  — атмосферное давление воздуха и текущее давление воздуха в нем, Па;  $f$  — площадь поперечного сечения воздухоотводящего трубопровода из бункера, м<sup>2</sup>;  $\mu$  — коэффициент расхода воздуха через эту трубу;  $v_{am}$  — удельный объем воздуха при атмосферном давлении, м<sup>3</sup>/кг;  $\varphi$  — функция воздушного потока, которая принимает следующую форму:

$$\varphi = \sqrt{2g \frac{k}{k-1} \left[ \left(\frac{p_{am}}{p_i}\right)^{\frac{2}{k}} - \left(\frac{p}{p_i}\right)^{\frac{k+1}{k}} \right]}, \quad (4)$$

$k$  — показатель теплового расширения,  $k = 1,41$ .

Процесс выхода воздуха из резервуара 1 начинается в сверхкритической зоне газового потока и заканчивается в докритической зоне. Интегрируя уравнение (3) в диапазоне от 1 до  $p_{кр}/p_{am} = \beta_p/r_{am}$ , где  $\beta$  — критическое соотношение абсолютного давления  $\beta = p_{кр}/p$  а  $p$  — это абсолютное давление воздуха в вакууме  $h$ , из которого мы получаем время прохождения воздуха через сверхкритическую зону:

$$t_1 = \frac{V_{\sigma} \ln \frac{p_{am}}{\beta p}}{\mu \varphi_{\max} f \sqrt{p_{am} v_{am}}}. \quad (5)$$

Продолжительность воздушного потока в докритической зоне будет следующей:

$$t_2 = \frac{V_{\bar{o}}}{\mu f \sqrt{P_{am} v_{am}}} \int_{\frac{p}{p_{кр}}}^1 \frac{d\left(\frac{P_{am}}{P_i}\right)}{\varphi\left(\frac{P_{am}}{P_i}\right)} = \frac{V_{\bar{o}} Z_{max}}{\mu f \sqrt{P_{am} v_{am}}}, \quad (6)$$

где  $Z$  — значение интеграла,  $Z_{max} = 0,432$  [11].

Таким образом, общее время, необходимое для выхода воздуха составит:

$$t = t_1 + t_2 = \frac{V_{\bar{o}} \ln \frac{P_{am}}{\beta p}}{\mu \varphi_{max} f \sqrt{P_{am} v_{am}}} + \frac{0,432 \cdot V_{\bar{o}}}{\mu f \sqrt{P_{am} v_{am}}}. \quad (7)$$

Последние два слагаемых выражения (2 для времени загрузки бункера семенами и последующей подачи в него воды) также сопровождаются откачкой воздуха за счет его вытеснения семенами и водой, но их продолжительность в основном регулируется прямыми временными затратами на операции загрузки семян и подачи воды.

Как упоминалось выше, часть свободной  $t_n$  после полива или замачивания семян их оболочка и алейроновый слой быстро впитывают часть воды. Другая часть воды заполняет мельчайшие трещины, капилляры и поры внутри семени. Поверхность семени также удерживает значительное количество влаги благодаря своей увлажненности. Вакуумная обработка семян еще больше ускоряет эти процессы.

После периода вакуумирования воздух под высоким давлением закачивается в контейнер, а именно в его верхнюю часть, или полость над семенами и водой. Объем этой воздушной полости,  $V_{\bar{o}}$ , можно считать постоянным — приблизительно 25% от вместимости контейнера. По мере заполнения воздухом давление в этой полости изменяется от  $p$  при вакууме  $h$

до  $p_n > p_{am}$  что увеличивает давление воды внутри каждого семени. Дифференциальное уравнение для заполнения этой полости в бункере воздухом можно представить следующим образом:

$$V_{\text{в}} d\left(\frac{p_i}{p_{am}}\right) = \mu_1 \varphi \sqrt{p_{am} v_{am}} \cdot dt, \quad (8)$$

где  $\mu_1$  - коэффициент расхода воздуха в трубопроводе сжатого воздуха для наполнения контейнера воздухом.

Решение в сверхкритической зоне для газового потока будет следующим:

$$t_n^I = \frac{V_{\text{в}} \left(0,528 - \frac{p}{p_n}\right)}{\mu_1 \varphi \sqrt{p_{am} v_{am}}}. \quad (9)$$

Время, необходимое для заполнения бункера для семян воздухом в докритической зоне газового потока, будет следующим:

$$t_n^{II} = \frac{V_{\text{в}}}{\mu_1 f \sqrt{p_{am} v_{am}}} \int_{\frac{p_{sp}}{p_n}}^1 \frac{d\left(\frac{p_i}{p_n}\right)}{\varphi} = \frac{V_{\text{в}}}{\mu_1 f \sqrt{p_{am} v_{am}}} \cdot I_{max}, \quad (10)$$

где  $I_{max}$  — максимальное значение интегральной суммы,  $I_{max} = 0,361$  [11].

Следовательно, общее время, необходимое для заполнения соответствующей части контейнера воздухом в данных условиях, составляет... $p/p_n < 0,528$ . Получаем:

$$t_n = t_n^I + t_n^{II} = \frac{V_s \left( 0,528 - \frac{P}{P_n} \right)}{\mu_1 \varphi f \sqrt{P_{am} V_{am}}} + \frac{V_s}{\mu_1 f \sqrt{P_{am} V_{am}}} \cdot 0,361. \quad (11)$$

Описанные выше технологические процессы направлены на повышение влажности семян. После этого семена насыщаются влагой.

Описанная выше методика подготовки семян к посадке в условиях недостаточной влажности почвы была применена на основе экспериментальной установки (рис. 3), изготовленной ООО «Азовсельмаш».



Рисунок 3 – Общий вид экспериментальной установки для предпосевной обработки семян в условиях недостатка влаги:

1 - увлажняющая установка; 2 и 4 - ковшовые элеваторы; 3 - установка для технологических операций по обработке семян после их насыщения влагой.

Основой этого агрегата является увлажнительный блок (1) для насыщения семян кислородом. Этот блок интенсивно насыщает семена, которые затем с помощью ковшового элеватора (2) перемещаются во вращающийся агрегат (3) для внешней сушки, последующей обработки защитными и стимулирующими веществами и нанесения тонкого влагостойкого покрытия. Готовая продукция выгружается с помощью ковшового элеватора (4). По-

севные испытания озимой пшеницы проводились на нескольких фермах Ростовской области.

**Выводы.** В связи с текущими изменениями климата, вызывающими быстрое высыхание почвы в течение вегетационных периодов, рекомендуется внести существенные изменения в традиционные методы подготовки семян. Эти изменения включают предварительное насыщение семян водой, обогащенной кислородом, с последующей сушкой на открытом воздухе, обработку защитными и стимулирующими веществами, а также нанесение влагоотталкивающего покрытия. В этом году в опытах по выращиванию озимой пшеницы использовалась специально разработанная для этих целей установка, состоящая из увлажнителя и вращающегося барабана.

#### Литература

1. А. с. № 1620095 СССР, МКИ А 23 В 7/16. Устройство для покрытия фруктов и овощей защитным слоем / А. В. Скотников, Ю. В. Чигарёв и др. Опубл. в Б.И. № 19 от 10.07.2015.
2. Бельтюков Л. П. Сорт, технология, урожай / Л. П. Бельтюков – ООО «Терра Принт»: Ростов-на Дону, 2007. – 160 с.
3. Герц Е.В., Динамика пневматических приводов машин-автоматов / Е. В. Герц, Г. В. Крейнин – М.: Машиностроение, 1964. – 207 с.
4. Егоров Г. А. Управление технологическими свойствами зерна / Г. А. Егоров – ВГУ.: Воронеж, 2000. – 348 с.
5. Касьяненко А. В. Механизация посева семян зерновых культур : монография / А. В. Касьяненко, И.Н. Краснов и др. – М.: Ай Пи Ар Медиа, 2025. – 422 с.
6. И. Н. Краснов. Подготовка зерна к озимому посеву в засушливых условиях / И. Н. Краснов, И. А. Кравченко, М. А. Бондарева, Е. М. Сёмочкина / Известия высших учебных заведений. – Северо-Кавказский регион. Естественные науки. 2014. – № 4. С. 58-61.
7. Г. Я. Кривошеев. Признаки для отбора исходного материала, адаптированного к условиям недостаточного и неустойчивого увлажнения / Г. Я. Кривошеев, А. С. Игнатьев / Зерновое хозяйство России. 2013. – № 4(28). С. 29-33.
8. Патент РФ № 2464759 Способ обработки зерна перед посевом / Краснов И.Н., Таранов М.А. и др. Опубл. в Б.И. № 30 от 27.10.2012.
9. Ю. В. Саенко. Устройство для комбинированной обработки семян перед посевом / Ю. В. Саенко, Ю. В. Саенко, В. Ю. Страхов, О. С. Кузьмина, А. П. Ковтун / Аграрный научный журнал. – 2025 – №10. – С. 166-172.
10. Ю. В. Саенко. Оптимизация режимных параметров установки для проращивания зерна / Ю.В. Саенко, М.С. Широков / Техника и технологии в животноводстве. – 2025. Т15 – №2. – С. 30-37.

11. Kasyanenko, A.V. The Sowing of Grops in Dry Conditions / I.N. Krasnov, A.V. Kasyanenko, I.A. Kravshniko, V.V. Miroschnikova, T.N. Tolstoukhova / International Journal of Advanced Biotechnology and Research, India. – 2017. Vol. 8, Issue 4. – P. 957–963.
12. McDonald. Seed priming. In: Seed trchnology and its biological basis: Black M. and Bwley J.D. – 2000.

### References

1. А. с. № 1620095 SSSR, MKI A 23 V 7/16. Ustrojstvo dlya pokry`tiya fruk-tov i ovoshhej zashhitny`m sloem / A. V. Skotnikov, Yu. V. Chigaryov i dr. Opubl. v B.I. № 19 ot 10.07.2015.
2. Bel`tyukov L. P. Sort, texnologiya, urozhaj / L. P. Bel`tyukov – ООО «Terra Print»: Rostov-na Donu, 2007. – 160 s.
3. Gercz E.V., Dinamika pnevmaticheskix privodov mashin-avtomatov / E. V. Gercz, G. V. Krejnin – M.: Mashinostroenie, 1964. – 207 s.
4. Egorov G. A. Upravlenie texnologicheskimi svojstvami zerna / G. A. Egorov – VGU.: Voronezh, 2000. – 348 s.
5. Kas`yanenko A. V. Mexanizaciya poseva semyan zernovy`x kul`tur : mnografiya / A. V. Kas`yanenko, I.N. Krasnov i dr. – M.: Aj Pi Ar Media, 2025. – 422 s.
6. I. N. Krasnov. Podgotovka zerna k ozimomu posevu v zasushlivy`x usloviyax / I. N. Krasnov, I. A. Kravchenko, M. A. Bondareva, E. M. Syomochkina / Izvestiya vy`sshix uchebny`x zavedenij. – Severo-Kavkazskij region. Estestvenny`e nauki. 2014. – № 4. S. 58-61.
7. G. Ya. Krivosheev. Priznaki dlya otbora isxodnogo materiala, adaptirovannogo k usloviyam nedostatochnogo i neustojchivogo uvlazhneniya / G. Ya. Krivosheev, A. S. Ignat`ev / Zernovoe xozyajstvo Rossii. 2013. – № 4(28). S. 29-33.
8. Patent RF № 2464759 Sposob obrabotki zerna pered posevom / Krasnov I.N., Taranov M.A. i dr. Opubl. v B.I. № 30 ot 27.10.2012.
9. Yu. V. Saenko. Ustrojstvo dlya kombinirovannoj obrabotki semyan pered posevom / Yu. V. Saenko, Yu. V. Saenko, V. Yu. Straxov, O. S. Kuz`mina, A. P. Kovtun / Ag-rarny`j nauchny`j zhurnal. – 2025 – №10. – S. 166-172.
10. Yu. V. Saenko. Optimizaciya rezhimny`x parametrov ustanovki dlya prorashhivaniya zerna / Yu.V. Saenko, M.S. Shirokov / Texnika i texnologii v zhivotnovodstve. – 2025. T15 – №2. – S. 30-37.
11. Kasyanenko, A.V. The Sowing of Grops in Dry Conditions / I.N. Krasnov, A.V. Kasyanenko, I.A. Kravshniko, V.V. Miroschnikova, T.N. Tolstoukhova / International Journal of Advanced Biotechnology and Research, India. – 2017. Vol. 8, Issue 4. – P. 957–963.
12. McDonald. Seed priming. In: Seed trchnology and its biological basis: Black M. and Bwley J.D. – 2000.