

Смаилов Эльтар Абламетович, д.с.-х.н., профессор,
Кыргызско-Узбекский Международный университет
им. Б.Сыдыкова,
Кочконбаева Айнагул, аспирант, Международный
Узгенский институт технологии и образования им.
Б.Мурзубраимова,
Атамкулова Мушарап Тешевна, к.т.н., доцент,
Ошский технологический университет,
Арапбаев Русланбек Нурмаатович, к.ф.-м.н., доцент,
Ошский государственный университет,
Зулпуев Замирбек Базарбаевич, к.т.н., доцент,
Международный Узгенский институт технологии и
образования им. Б.Мурзубраимова

К ВОПРОСУ УПРАВЛЕНИЯ МИКРОКЛИМАТОМ В УСТАНОВКЕ ДЛЯ ПАРОТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ СНОПЬЕВ РАСТЕНИЯ РИСА

Паротермическая обработка позволяет за короткий промежуток времени повысить температуру материала, увеличить коэффициент диффузии влаги. Наибольшие изменения в окраске сырья происходит при температуре 40-45 °С. При дальнейшей увеличении этого показателя создаются благоприятные условия для фиксации окраски сырья, которая в процессе последующего повышения не изменяется. Поэтому, важным в этом вопросе является обеспечения контроля над параметрами процесса паротермической обработки. Из средств автоматизации управления микроклиматом в установке для паротермической доработки снопов риса с метелкой нами использованы контроллеры фирмы Unitronics типа Vision V120. Эти контроллеры полностью русифицированы, малогабаритные с базой данных на 120 кб, поддержка интерфейсов MODBUS, CAN, RS-232и RS-485, поддерживают до 166 входов / выходов и 255 информационных экранов. Питание устройства осуществляются от 12 или 24В постоянного тока. Vision V120 или газоанализатор, успешно решает задачи обеспечения автоматического регулирования температуры и влажности внутри бункера со снопами растения риса, и при необходимости можно проводить контроль других параметров из выделяемого отработанного пара. Проведенные экспериментальные исследования показали, что влагосодержание зерновки шалы перед началом паротермической обработки составляет 1,1 кг/кг, а стебля с метелкой 4,54 кг/кг. А после паро-термической обработки соответственно, эти значения составили 1,3 и 3,0 кг/кг, что свидетельствует о повышении влагосодержания как зерновки шалы, за счет набухания кожуры и перехода микроэлементов в зерновку риса. А у стебля растения риса с метелкой, после паротермической обработки влагосодержание уменьшается, влага со стебля удаляется, в то же время стебли из-за остаточной влажности они становятся мягкими. Результатами экспериментальных исследований установлено что, продолжительность паротермической обработки в зависимости от температуры пара в бункере установки составляет от 8 до 20 часов.

Ключевые слова: естественная паро-термическая обработка, микроклимат, температура, влажность, снопы риса, бункер, клапан, подача пара, кожура, зерновка риса.

Смаилов Эльтар Абламетович, а.-ч.и.д., профессор,
Б.Сыдыков атындагы Кыргыз-Өзбек Эл аралык
университети,
Кочконбаева Айнагул, аспирант, Б.Мурзубраимов
атындагы Эл аралык Өзгөн технологиялык жана
билим берүү институту,
Атамкулова Мушарап Тешевна, т.и.к., доцент,
Ош технологиялык университети,
Арапбаев Русланбек Нурмаматович, ф.-м.и.к., доцент,
Ош мамлекеттик университети,
Зулпуев Замирбек Базарбаевич, т.и.к., доцент,
Б.Мурзубраимов атындагы Эл аралык Өзгөн
технологиялык жана билим берүү институту

КАРЫЧ ӨСҮМДҮКТӨРҮН БУУ ТЕРМИЯЛЫК ДАЯРДОО ҮЧҮН МОНТАЖДА МИКРОКЛИМАТТЫК КОНТРОЛДОО ЖӨНҮНДӨ СУРООЛОРГО

Буу-термикалык иштетүү кыска мөөнөттө материалдын температурасын жогорулатууга, нымдуулуктун диффузиялык коэффициентин жогорулатууга мүмкүндүк берет. Чийки заттын түсүнүн эң чоң өзгөрүүсү 40-45°C температурада болот. Мындан ары менен бул көрсөткүчтүн өсүшү чийки заттын түсүн бекитүү үчүн жагымдуу шарттарды түзөт, ал кийинки өсүш учурунда өзгөрбөйт. Ошондуктан бул маселеде буу-термикалык тазалоо процессинин параметрлерине көзөмөлдү камсыз кылуу маанилүү. Күрүч бооруну буу-термикалык иштетүү үчүн устаковкадагы микроклиматты башкарууну автоматташтыруу каражаттарынан биз Unitronics компаниясынын Vision V120 тибиндеги контроллерлорун колдондук. Бул контроллерлор толугу менен орусташтырылган, 120 кб маалымат базасы менен чакан өлчөмдөгү, MODBUS, CAN, RS-232 жана RS-485 интерфейстерин колдоо, 166 киргизүү/чыгарууну жана 255ке чейин колдоо көрсөтөт.

Негизги сөздөр: күрүч, жыйноо, табигый буу-термикалык иштетүү, күрүч боолору, чөмөлө, беж, ачык күрөң, кара күрөң, өсүмдүктүн бийиктиги, өлчөмдөрү, көлөмү, боолордун айланасынын узундугу, боолордун диаметри, орнотуу, структуралык диаграмма, бункер, клапан, буу менен камсыз кылуу.

Ismailov Eldar Ablametovich, doctor of agricultural sciences, professor,
Kyrgyz-Uzbek International University named after B.Sydykov,
Kochkonbaeva Ainagul, graduate student, International Uzgen Institute of Technology and Education named after B.Murzubraimov,
Atamkulova Musharap Teshevna, candidate of technical sciences, associate professor,
Osh Technological University,
Arapbayev Ruslanbek Nurmamatovich, candidate of physical and mathematical sciences, associate professor,
Osh State University,

Zulpuev Zamirbek Bazarbayevich, candidate of technical sciences, associate professor,
International Uzgen Institute of Technology and Education
named after B.Murzubraimov

SELECTION OF AUTOMATION TOOLS FOR MICROCLIMATE CONTROL IN INSTALLATION FOR STEAM THERMAL TREATMENT OF RICE PLANT SHEETS

Steam-thermal processing allows for a short period of time to increase the temperature of the material, to increase the diffusion coefficient of moisture. The greatest changes in the color of raw materials occur at a temperature of 40-45 °C. With a further increase in this indicator, favorable conditions are created for fixing the color of the raw material, which does not change during the subsequent increase. Therefore, it is important in this matter to ensure control over the parameters of the steam-thermal processing. From the means of automating the microclimate control in the installation for the steam-thermal processing of sheaves of rice with a whisk, we used controllers from Unitzonics type Vision V120. These controllers are fully Russified, small-sized with a 120 kb database, support for MODBUS, CAN, RS-232 and RS-485 interfaces, support up to 166 inputs / outputs and 255 information screens. The device will be powered by 12 or 24V DC. The Vision V120, or gas analyzer, successfully solves the problem of providing automatic control of temperature and humidity inside the bunker with sheaves of rice plants, and if necessary, other parameters can be monitored from the emitted exhaust steam. The conducted experimental studies have shown that the moisture content of the shaly weevil before the start steam-thermal treatment is 1.1 kg/kg, and the stem with panicle is 4.54 kg/kg. And after the steam-thermal processing, respectively, these values were 1.3 and 3.0 kg/kg, which indicates an increase in moisture content as a grain of shaly, due to swelling of the peel and the transfer of microelements to the grain of rice. And in the stem of a rice plant with a panicle, after steam processing, the moisture content decreases, moisture is removed from the stem, at the same time, the stems become soft due to residual moisture. The results of experimental studies have established that the duration of steam thermal treatment, depending on the temperature of the steam in the bunker of the installation, is from 8 to 20 hours.

Key words: natural steam-thermal treatment, microclimate, temperature, humidity, sheaves of rice, bunker, valve, steam supply, peel, grain of rice.

Введение. Ранее в наших работах [1-4] отмечено, что существенным недостатком естественной паротермической обработки в течении определенного промежутка времени (3-7 -10 и более дней) является отсутствия контроля за состоянием происходящих физико-химических процессов, под влиянием температуры и влажности наружного воздуха, состояния стебля (ее влажности) поступившего для естественной паротермической обработки. А также не контролируемости всего процесса от начала до его окончания (температуры внутри скирды, влажности), которое в данном случае определяется только днями которые установлены, в общем, и погодно-климатическими условиями (температуры и влажности наружного воздуха). В связи с этим, для сохранения качественных показателей Узгенского риса, разработана, передвижная экспериментальная установка для паротермической доработки снопов растения риса с метелкой [5].

При паротермической обработке достигается эффективный подвод тепла к сырью в виде пара, легко проникающего в межклеточное пространство, где конденсируется, отдавая тепло с требуемой равномерностью, углубляя зону обработки. Известно, что при конденсации пара происходит самая высокая интенсивность проникновения и

одновременного испарения [6,7]. Паротермическая обработка позволяет за короткий промежуток времени повысить температуру материала, увеличить коэффициент диффузии влаги.

Наибольшие изменения в окраске сырья происходит при температуре 40-45 °С. Дальнейшее увеличение этого показателя создаются благоприятные условия для фиксации окраски сырья, которая в процессе последующего повышения не изменяется. Поэтому, важным в этом вопросе является обеспечения контроля над параметрами процесса паротермической обработки.

Целью работы является выбор средств автоматизации управления микроклиматом в установке для паротермической доработки снопов риса с метелкой.

В соответствии с поставленной целью необходимо решить следующие **задачи**:
- обеспечить установку газоанализатора для автоматического регулирования температуры и влажности внутри бункера со снопами растения риса, и при необходимости проводить контроль других параметров из выделяемого отработанного пара.

Объект и методика исследований. Для управления промышленными процессами, в частности, микроклиматом широко используются контроллеры фирмы Unitronics типа Vision V120 [6-8] (рис.1). Эти контроллеры полностью русифицированы, малогабаритные с базой данных на 120 кб, поддержка интерфейсов МОДБУС, CAN, RS-232и RS-485, поддерживают до 166 входов / выходов и 255 информационных экранов. Питание устройства осуществляется от 12 или 24В постоянного тока. Vision V120 успешно решает задачи обеспечения микроклимата в производственных помещениях и оборудованях.

Выбор датчиков: для измерения температуры наружного воздуха - датчик TG R3/PT1000; для измерения температуры воздуха - датчик TG KH1/PT1000; для измерения перепада давления воздуха на фильтрах и вентиляторе - датчик DPS 500 и др.

Выбор исполнительных механизмов: для управления регулирующими клапанами - электрический привод SQX GZ. Привод имеет встроенный потенциометрический датчик положения штока; для управления воздушной заслонкой на воздухозаборнике – электрический привод с датчиком GCA 326.1E.



Рис. 1. Общий вид Vision V 120

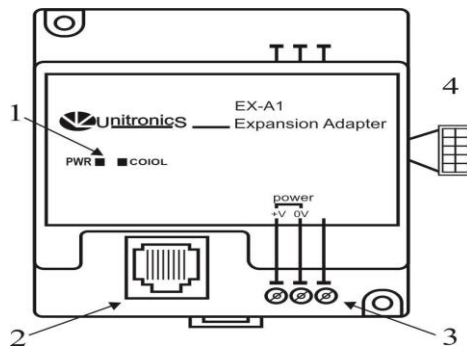


Рис. 2. Модуль расширения: 1-индикатор статуса; 2-порт для подключения контроллера; 3-клеммы питания; 4-разъем для подключения модуля входов/выходов.

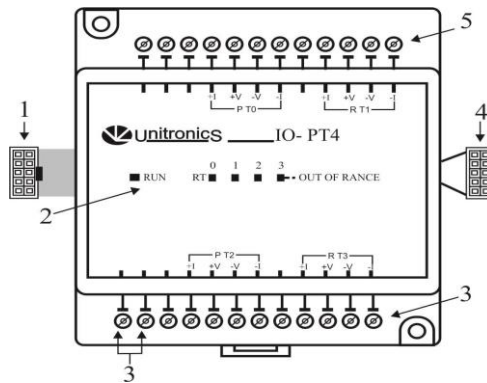


Рис. 3. Модуль входов/выходов IO-PT4K: 1- 4-разъемы для подключения модулей расширения; 2-индикатор статуса; 3-клеммы для подключения преобразователей сопротивления; 5 – клеммы аналоговых выходов

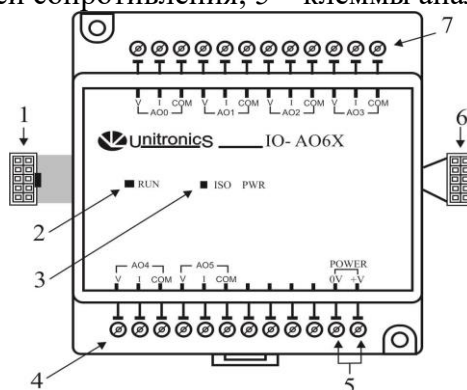


Рис. 4. Модуль входа/выходов IO-AO6X: 1-6-разъемы для подключения модулей расширения; 2-индикатор статуса сети; 3-индикатор питания выходов; 4, 7-клеммы аналоговых выходов; 5-клеммы для подключения питания.

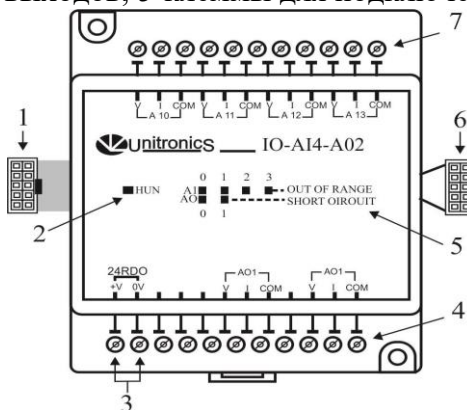


Рис. 5. Модуль расширения IO-AI4-AO2: 1-6-разъемы для подключения модулей расширения; 2- индикатор сети; 3-клеммы для подключения питания; 4-

клеммы аналоговых выходов; 5-индикаторы статуса входов/выходов; 7-клеммы аналоговых входов.

Величина ΔT^{II} которая зависит от способа подачи пара в установку, объема бункера, кратности воздухообмена и инфильтрации воздуха составляет 3...-3⁰С, что является допустимым.

Соотношение температур $t_{\text{пр}}$, $t_{\text{к}}$ и $t_{\text{уд}}$ оценивается коэффициентом:

$$m = \frac{t_{\text{к}} - t_{\text{пр}}}{t_{\text{уд}} - t_{\text{пр}}} \quad (1)$$

Методика выбора средств автоматизации управления микроклиматом бункера установки включает выбор: контроллера VisionV120; датчиков для измерения температуры наружного воздуха (TGR3 / PT 1000), для измерения температуры и влажности внутри бункера (TGKH1 / PT 1000), исполнительных механизмов для управления регулирующими клапанами (электрический привод SGXGZ), для управления воздушной заслонкой на воздухозаборнике (электрический привод с датчиком GCA326/ 1E), а также моделирование автоматической системы и программирование контроллера.

Поскольку объектом моделирования является внутренний объем бункера, который составляет контур стабилизации температуры приточного пара, наиболее подходящей моделью является передаточная функция. В общем виде передаточная функция определяется как отношение преобразований Лапласа выходного и входного сигналов с учетом свойств данного преобразования:

$$W(P) = \frac{L\{Y(t)\}}{L\{V(t)\}} = \frac{Y(P)}{V(P)} = \frac{\sum_{j=0}^{n_b} B_j \cdot p^j}{\sum_{i=0}^{n_a} a_i \cdot p^i} \quad (2)$$

где $L\{\cdot\}$ – символ преобразования Лапласа;

P – комплексная переменная.

Передаточная функция контура стабилизации температуры, включая клапан приточного пара, имеет следующий вид:

$$W_0 = \frac{K_1 \cdot K_2}{(t_b \cdot p + 1) \cdot (t'_b \cdot p + 1)}, \quad (3)$$

где K_1, K_2 – параметры клапана приточного пара.

Передаточная функция ПИ – регулятора:

$$W_p = K_p = \frac{(t_u \cdot p + 1)}{t_u \cdot p}, \quad (4)$$

где $t_u = t_b + t'_b$;

Параметры регулятора (клапана приточного пара)

$$K_p = \frac{(t_b + t'_b)}{K_0 \cdot \tau}, \quad (5)$$

где τ – время регулирования параметра.

Результаты исследования. Результаты расчетов и предварительные экспериментальные исследования изменения скорости и температуры пара, поступающего в бункер по ширине в различных сечениях и по высоте могут показать, что выбранные средства автоматизации управления основными параметрами (скорость и температура пара) позволяют обеспечить необходимый микроклимат в бункере установки для быстрого и качественного завершения процесса паротермической доработки снопов шалы.

Анализ полученных экспериментальных данных позволил установить особенности паротермической обработки. Установлено, что оптимальный технологический режим, характеризующий получение сырья определенного качества, должен обеспечиваться по характеристике агента непосредственно в массе снопов риса. Наибольшие изменения в окраске снопов риса происходят при температуре 40-45 °С. С увеличением значения этого показателя создаются благоприятные условия для фиксации окраски риса. Наилучшие результаты были получены при $t_c = 80-100$ °С, $t_m = 80-82$ °С.

Данные по качественной оценке, полученного сырья, и формированию окраски свидетельствуют о том, что при указанных параметрах сырьё лучшими технологическими свойствами.

Совместное рассмотрение температурных и кривых паротермической доработке риса определило особенности формирования их окраски при различных режимах. Режим, где $t_c = 90-100\text{ }^\circ\text{C}$; $t_m = 80-82\text{ }^\circ\text{C}$ принято называть «мокрым», а режим, где $t_c = 40-60\text{ }^\circ\text{C}$; $t_m = 42-45\text{ }^\circ\text{C}$ - «сухим».

Установлено, что концентрация массы снопов растения риса и скорость движения паровоздушной смеси влияют на продолжительность прогрева риса до заданной температуры и массу воды, образующейся между слоями снопов. Чем выше концентрация плотности снопов риса, тем более длителен процесс прогрева и меньше масса воды, испаряемого из межлиственного пространства.

Если выделившаяся вода из межслойном пространства не будет удалена своевременно, возможно усиление риска снижения товарного качества сырья.

Для исключения выявленного явления рекомендовано послеуборочную обработку проводить в два этапа. На первом этапе температура паровоздушной смеси должна быть $t \geq 100\text{ }^\circ\text{C}$, а её влагосодержание - $d \geq 250\text{ г/м}^3$, скорость движения воздуха $v \geq 0,3\text{ м/с}$, время продувания $t = 15\text{ мин}$.

На втором этапе при той же температуре, скорости движения воздуха и продолжительности обработки быстро снижается влагосодержание смеси до $40-50\text{ г/м}^3$ за счет отключения острого пара с высокой температурой.

Для приблизительного расчета кинетики теплообмена установлена зависимость между критерием Ребиндера и влагосодержанием риса, которая может быть описана уравнением вида:

$$R_b = -1,7 \exp[-0,65(u_1 - u_2)],$$

Где R_b - критерий Ребиндера, представляющий собой соотношение теплоты на нагревание риса к теплоте на испарение влаги [6];

-1.7 и -0.65 - эмпирические коэффициенты;

u_1 - влагосодержание риса до обработки;

u_2 - влагосодержание риса после обработки.

Полученная зависимость R_b от влагосодержания позволяет рассчитать температуру материала в любой момент падающей скорости сушки.

Исходя из уравнений материального и теплового балансов процесса паротермической обработки, выведена формула для расчета расхода пара на проведение процесса в расчете на единицу площади бункера экспериментальной установки

камеры:

$$\frac{Cr}{F} = 0,1d - 0,556 \frac{m_T}{F} * L^{-10,47d} \quad (2)$$

Где, Cr - массовый расход пара, кг/с:

F - площадь основания камеры, м^2

d - влагосодержание воздуха г/кг:

u_1 - влагосодержание зерновки риса после обработки: m_i - масса риса, кг:

m_T - основание натурального логарифма.

При этом полученная экспериментальная кривая была аппроксимирована уравнением:

$$\frac{\Delta U}{T} = 289,2 * L^{-10,47} \quad (3)$$

где U - влагосодержание снопов риса, кг/кг:

t - время, с.

Основываясь на расчетах по формуле, можно построить номограмму для определения расхода пара в зависимости от температуры наружного воздуха.

Установлено, что при подготовке растения риса к паротермической обработке и выборе режима послеуборочной доработки снопов, предпочтение необходимо отдавать таким режимам, которые обеспечивают наиболее глубокое проникание пара в межслоинное пространство, с тем, чтобы условия последующего протекания процесса не повлияли на ухудшение качества риса.

Математическая обработка результатов исследований с помощью программы гиперболической регрессии позволила получить следующую зависимость для определения продолжительности процесса паротермической доработки снопов риса, при

$$100 \geq t \geq 40 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$T = A + B + \frac{1}{u} \quad (4),$$

Где, T – продолжительность паротермической обработки, час;

A и B -эмпирические коэффициенты; U - влагосодержание, кг/кг.

Проведенные экспериментальные исследования показали, что влагосодержание зерновки шалы перед началом паротермической обработки составляет 1,1 кг/кг, а стебля с метелкой 4,54 кг/кг. А после паро-термической обработки соответственно, эти значения составили 1,3 и 3,0 кг/кг, что свидетельствует о повышении влагосодержания как зерновки шалы, за счет набухания кожуры и перехода микроэлементов в зерновку риса. А у стебля растения риса с метелкой, после паротермической обработки влагосодержание уменьшается, влага со стебля удаляется, в то же время стебли из-за остаточной влажности они становятся мягкими.

В таблице 1 приведены данные о продолжительности паротермической обработки, при различных температуры внутри бункера. Из данных табл.1 видно, что при поддержании температуры внутри бункера паротермической установки, продолжительность процесса составляет 19,64 часа, а при повышении температуры до 60 °С и выше продолжительность ее сокращается в и более раза. Но здесь необходимо учитывать качественные показатели сырья, о чем будет изложено в наших последующих сообщениях.

Таблица 1

Эмпирические коэффициенты и продолжительность паротермической обработки

Температура паро-термической обработки, °С	Значения эмпирических коэффициентов		Продолжительность паро-термической обработки, час	
	A	B	Зерновки риса	Стебля растения риса
40	18.57	1,24	19,64	20,03
60	5,01	4,10	9,26	9,33
80	3.01	5.10	8,26	8,33
100	1.125	6,10	7,38	7,45

Однако, по результатам исследований предпочтение нужно отдать «мокрому» режиму, который обеспечивает наилучшую фиксацию цвета и быстрому переходу микроэлементов из кожуры в зерновку риса, близкого по значению ферментированного рисового сырья.

По данным проведенных исследований установлено, что наиболее эффективно осуществлять паротермическую доработку снопов растения риса сразу после завершения погрузки их в бункер. Чем выше концентрация снопов растения риса в объеме камеры установки, тем меньше расход тепловой энергии. Это позволило получить сырьё с улучшенными потребительскими свойствами, без посторонних

запахов гниения, что зачастую наблюдалась при естественной паротермической доработке, минимизировать расход тепловой и электрической энергии.

Выводы:

1. Для управления процесса паротермической обработки снопьев растения риса, эффективно использовать контроллеры фирмы Unitronics типа Vision V120.
2. Результатами экспериментальных исследований продолжительность паротермической обработки в зависимости от температуры пара в бункере установки составляет от 8 до 20 часов.
3. Для выбора оптимальной продолжительности процесса паротермической обработки, необходимо провести дополнительные экспериментальные исследования по установлению влияния температуры на качественные показатели риса.

Литература:

1. **Пестова, Л.П.** Технология производства конкурентоспособного табачного сырья на основе использования кратковременной паротермической обработки вытомленных табачных листьев [Текст] / Л.П. Пестова, А.И. Петрий // Краснодар: Сб. научных трудов Всероссийского научно-исследовательского института табака, махорки и табачных изделий. Просвещение-Юг, 2012. № 180. С. 143-150.
2. **Смаилов, Э.А.** Недостатки и пути улучшения существующей технология естественной паро-термической доработки снопьев риса [Текст] /Э.А. Смаилов, А.А. Кочконбаева, М. Жороева // - Бишкек: научн. практ. журнал Инж. акад. КР, №23, 2021. – С.26-34.
3. **Смаилов, Э.А.** Анализ существующей технологии естественной паро-термической обработки снопьев с колосом зерновки риса [Текст] /Э.А. Смаилов, А.А. Кочконбаева, М. Жороева // – Бишкек: ННТИИ КР, № 4, 2021. – С.244-250.ë
4. **Смаилов, Э.А.** Технология естественной паро-термической обработки снопьев с колосом зерновки риса [Текст] / Э.А. Смаилов, А.А. Кочконбаева, М. Т.Атамкулова// – Ош: МНЖ МКУУ Наука. Образование. Техника, № 3(72), 2021. – С.3-13.
5. **Смаилов, Э.А.** Физические свойства смеси пара для обоснования технологических параметров установки паротермической доработки зерновки шалы [Текст] / Э.А. Смаилов, Р.Н. Арапбаев, А.А. Кочконбаева и др. // – Ош: межд.научн.журнал МКУУ, № , 2022. – С.
6. **Смаилов, Э.А.** Обоснования основных параметров бункера установки для паротермической доработки снопьев растения риса [Текст] / Э.А. Смаилов, А.А. Кочконбаева, М. Т. Атамкулова и др // – Барнаул: Вестник АГАУ, № , 2022. – С.
7. **Лыков, А.В.** Теория сушки [Текст] /А.В. Лыков // - М.: Энергия,1968. 471 с.