

РЕЗЮМЕ

В статье отмечено, что совершенствование рабочих органов посевных машин является решением одной из многих задач по повышению урожайности сельскохозяйственных культур. Также отмечено, что на посевных машинах широкое распространение получил в применении двухдисковый сошник и присущему к нему преимуществами и недостатками, а заключительная операция посева считается наиболее важной для семян, так как она создаёт условия для их прорастания и дальнейшего развития.

Приведены значимые факторы, влияющие на прорастание и развитие растений после посева сеялками оборудованные дисковыми сошниками, одним из которых является плотный контакт семян с дном бороздки при рыхлом поверхностном слое.

Предложена схема усовершенствования двухдискового сошника прижимной пластиной, установленной в междисковом пространстве, а детали сошников максимально унифицированы с сошниками зерновых сеялок типа СЗ-3,6, выпускаемых серийно отечественными производителями. Прижимная пластина, перемещаясь вместе с сошником, наклонной частью сминает мелкие почвенные комочки и горизонтальным хвостовиком вдавливают семена в дно бороздки, обеспечивая их плотный контакт с почвой. Предложена методика определения основных геометрических параметров прижимной пластины в зависимости от внешних сил, действующих со стороны почвы, приведены зависимости характеристик поперечного сечения пластины от геометрических размеров.

УДК 631.171:636.034
МРНТИ 68.85.15

DOI 10.52578/2305-9397-2023-2-3-77-86

Джапарова Д.А., кандидат технических наук, (РФ), **основной автор**, <https://orcid.org/0000-0001-7023-7300>

НАО «Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана». г. Уральск, ул. Жангир хана 51, 090009, Казахстан, dinara_jra@mail.ru

Ербаев Е.Т., доктор PhD, и.о. доцента, руководитель высшей школы «Электротехника и автоматика», <https://orcid.org/0000-0002-3186-9994>

НАО «Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана». г. Уральск, ул. Жангир хана 51, 090009, Казахстан, erbol.erbaev@mail.ru

Утемисова Н. Е., магистр технических наук, <https://orcid.org/0000-003-2921-6086>

НАО «Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана». г. Уральск, ул. Жангир хана 51, 090009, Казахстан, nurchi@mail.ru

Буранова Н.Г., магистр технических наук <https://orcid.org/0000-0003-0440-5948>
ЧВПОУ «Западно-Казахстанский инновационно-технологический университет». г. Уральск, ул. Ихсанова 44/1, 090009, Казахстан, nurslu_1986@mail.ru

Басирова А. Б., магистр технических наук, <https://orcid.org/0000-003-2004-6818>

НАО «Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана». г. Уральск, ул. Жангир хана 51, 090009, Казахстан, a.bassirova@mail.ru

Сахипова Ш. Б., магистр технических наук, <https://orcid.org/0000-003-3970-2993>

НАО «Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана». г. Уральск, ул. Жангир хана 51, 090009, Казахстан, sahipova-shynar@mail.ru

Japarova D. A., candidate of technical sciences, **the main author**, <https://orcid.org/0000-0001-7023-7300>

NJSC «West Kazakhstan Agrarian and Technical University named after Zhangir khan», Uralsk, st. Zhangir khan 51, 090009, Kazakhstan, dinara_jra@mail.ru

Yerbayev Y. T., Doctor PhD, acting associate professor, Head of the Higher School «Electrical Engineering and Automation», <https://orcid.org/0000-0002-3186-9994>

NJSC «West Kazakhstan Agrarian and Technical University named after Zhangir khan», Uralsk, st. Zhangir khan 51, 090009, Kazakhstan, erbol.erbaev@mail.ru

Utemisova N. E., master of technical sciences, <https://orcid.org/0000-003-2921-6086> NJSC «West

Kazakhstan Agrarian and Technical University named after Zhangir khan», Uralsk, st. Zhangir khan 51, 090009, Kazakhstan, nyrchi@mail.ru

Buranova N. G., master of technical sciences, <https://orcid.org/0000-0003-0440-5948>

PHPEI «West Kazakhstan innovation and Technology University». Uralsk, Ikhsanova st. 44/1, 090009, Kazakhstan, nurslu_1986@mail.ru

Bassirova A.B., master of technical sciences, <https://orcid.org/0000-003-2004-6818>

NJSC «West Kazakhstan Agrarian and Technical University named after Zhangir khan», Uralsk, st. Zhangir khan 51, 090009, Kazakhstan, a.bassirova@mail.ru

Sahipova Sh.B., master of technical sciences, <https://orcid.org/0000-003-3970-2993>,

NJSC «West Kazakhstan Agrarian and Technical University named after Zhangir khan», Uralsk, st. Zhangir khan 51, 090009, Kazakhstan, sahipova-shynar@mail.ru

АВТОМАТИЗАЦИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ОБЪЕКТА НА ПРИМЕРЕ ПТИЦЕФАБРИКИ ЗКО AUTOMATION OF AN AGRICULTURAL FACILITY ON THE EXAMPLE OF A POULTRY FARM IN THE WEST KAZAKHSTAN REGION

Аннотация

В статье представлен обзор автоматизации процессов сельскохозяйственного производства. Автоматизация технологических процессов является актуальной задачей, в условиях интенсивного развития сельхоз продукции а также увеличения спроса на нее. Что в свою очередь ставит конкретные задачи перед руководством предприятия по замене человеческого труда автоматическими устройствами. В статье рассмотрены примеры деятельности человека в сельскохозяйственном производстве приводящие к появлению многочисленных потерь товара, а также расходов ресурсов на всех этапах производства.

Статья рассматривает автоматизированный способ кормления птиц на птицефабрике с системой управления по замкнутому циклу. Что позволяет свести к минимальному порогу ошибки системы автоматизации и позволит управлять регулируемой величиной по необходимому закону. В данной системе отсутствуют контроль показаний возмущающих воздействий. Канал обратной связи системы управления контролирует данный параметр.

Также в статье производится преобразование структурной схемы динамических звеньев электропривода поточной линии кормораздатчика в передаточную характеристику с последующим расчетом рассматриваемой автоматической системы управления на устойчивость по частотному критерию Найквиста, для подтверждения устойчивости данной системы к возмущающим воздействиям.

ANNOTATION

The article presents an overview of the automation of agricultural production processes. Automatization of technological processes is an urgent task, in conditions of intensive development of agricultural products and increasing demand for it. Which, in turn, sets specific tasks for the management of the enterprise to replace human labor with automatic devices. The article considers examples of human activity in agricultural production leading to the appearance of numerous losses of goods, as well as resource expenditures at all stages of production.

The article considers an automated method of feeding birds at a poultry farm with a closed-loop control system in such a way as to reduce the error to zero or to an acceptable value, thereby ensuring a change in the regulated value according to the required law. At the same time, none of the disturbances is measured, and their influence on the controlled value is perceived by the control system via the feedback channel. Also in the article, the structural scheme of the dynamic links of the electric drive of the feed feeder production line is transformed into a transfer characteristic, followed by the calculation of the considered automatic control system for stability according to the Naikvist frequency criterion, to confirm the stability of this system to disturbing influences.

Ключевые слова: *поточная линия, кормораздатчик, автоматическая система управления, сельское хозяйство, автоматизация*

Key words: *production line, feed dispenser, automatic control system, agriculture, automation*

Введение. Автоматизация технологического процесса сельскохозяйственного производства является событием комплексной механизации, предусматривающий освобождение производства от человека и замена его функций управления технологическим процессом автоматическим устройствам управления и контроля. Повышение качества и количества сельскохозяйственной продукции а также интенсивный рост ее потребления, недостаток рабочей силы, желающей работать на предприятиях сельскохозяйственного значения, привели к решению проблемы с помощью полной либо частичной заменой человека на производстве. Наиболее распространенным способом решения проблемы отсутствия сотрудников в условиях является временное перераспределение обязанностей между оставшимися сотрудниками. Практика работы предприятий различных отраслей показывает, что решением этой проблемы является максимальное избавление имеющихся сотрудников от рутинных операций, которые могут составлять значительный объем его профессиональных обязанностей. Многочисленные исследования показывают, что процесс автоматизации деятельности в большинстве работ не полностью раскрыт. При этом необходимо отметить, что задача полной автоматизации деятельности сотрудника во многих профессиях не является возможной. Однако, множество операций, совершаемых работниками в рамках его профессиональной деятельности, касается сбора и обработки информации, выполнения большого комплекса рутинных операций. Именно эти действия могут быть полностью автоматизированы [1].

Автоматизация процессов в сельскохозяйственном производстве имеет принципиальное значение при выполнении основных производственных процессов. В 255 этом случае происходит значительное упрощение и ускорение выполнения профессиональных задач отдельных специалистов. Особенностью большинства сельскохозяйственных предприятий является то, что производственные процессы на их базе создавались достаточно давно. Внесение изменений в работу любого отдельного предприятия требует выполнения различных согласований.

Обращаясь к специфике работы сельскохозяйственных предприятий необходимо отметить следующие особенности:

- выполнение различных видов работ имеет временные рамки и не может быть отложено;
- качество выполняемых работ прямо влияет на конечный результат;
- потребность в работниках прямо связана с объемом выполняемых работ и их качеством;
- значительная часть работ является достаточно тяжелой, что не позволяет перераспределить освободившийся объем на других сотрудников. Имеющиеся на сельскохозяйственном предприятии кадры являются достаточно специфическими и при этом часто контактируют с другими сотрудниками, как на самом предприятии, так и за его пределами. Большинство предприятий сельскохозяйственного производства и работают в условиях кадрового голода [2].

Решением кадровой проблемы сельскохозяйственных предприятий является расширение процесса автоматизации различных составляющих работы, как отдельного сотрудника, так и всего предприятия. Автоматизация деятельность любых промышленных предприятий приводит к снижению участия человека в производстве, что вызывает рост эффективности работ. Процесс автоматизации в рамках сельскохозяйственного предприятия зачастую касается стандартных и типовых действий. Именно эти действия в сельском хозяйстве являются наиболее затратными по времени и тяжести. Следовательно, именно автоматизация этих действий и является обязательной задачей, стоящей перед руководством предприятия.

Различные исследования показывают, что деятельность человека в сельскохозяйственном производстве приводит к появлению многочисленных потерь товара, а также расходов ресурсов на всех этапах производства. Например, в молочном производстве уровень потерь может достигать 53%, зерновое производство – до 48%, производство корнеклубневой и плодовоовощной продукции до 75% и 57% соответственно [3-19].

Системы автоматического управления подразделяют на на составные части. По функциональным признакам можно выделить: исполнительный орган либо элемент, управляющий элемент, орган регулирования. Но при этом, вышеуказанное разделение носит чисто теоретический характер и является необоснованным. Разделение элементов по их динамическим критериям, является выходом из данной ситуации, благодаря этому описание

некоторых элементов системы автоматического управления в форме дифференциальных выражений их динамических свойств. Следовательно описание поведения этих динамических звеньев в условиях переходного процесса можно спрогнозировать и рассчитать.

Материалы и методы исследований. В данной статье будет произведен анализ автоматической системы управления, а именно управляемый электропривод кормораздатчика поточной линии (рис. 1, а), а также произведен анализ устойчивости автоматической системы управления по алгебраическим и частотным критериям.

Небольшие операции, расчлененные на отдельные части крупного объекта автоматизации, в котором обеспечены такие качества как согласованность и непрерывность является методом организации производства. Также этот метод называется поточным производством. В поточной линии сконцентрирован комплекс машин отвечающих за выполнение определенных операций, при этом процесс последовательного перехода продукта от одного вида оборудования к другому последователен. Количество машин и оборудования, принимающее участие в данной поточной линии определяются согласно условиям технологического процесса. При этом, количество машин имеют прямое воздействие на надежность производства. Чем больше оборудования задействовано в поточной линии тем ниже показатели надежности ее функционирования.

Сложность схем поточных линий, наличием большого количества электрических машин, предполагает правильный пуск системы электрических двигателей, что в противном случае может привести к лавинному пуску и скачку пусковых токов. Именно поэтому любая разработка поточной линии требует включение электропривода в порядке противоположном направлению движения продукта, а отключение в обратной последовательности. На рисунке 1, б) представлена схема включения электроприводов поточной линии.



а)

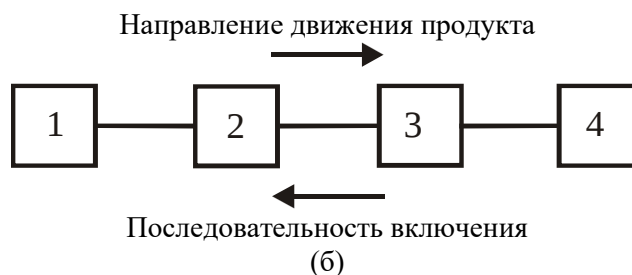


Рисунок 1 – Управляемый электропривод кормораздатчика поточной линии

а) Процесс автоматизированного кормления птиц

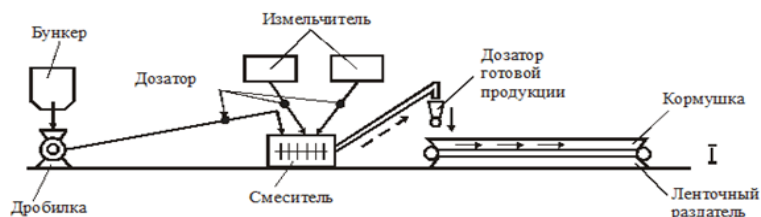
б) Последовательное включение электроприводов поточной линии

Остановка даже одного электродвигателя предполагает остановку всех машин, которые загружают, при этом выгрузка с помощью машин должна продолжаться [7, 20].

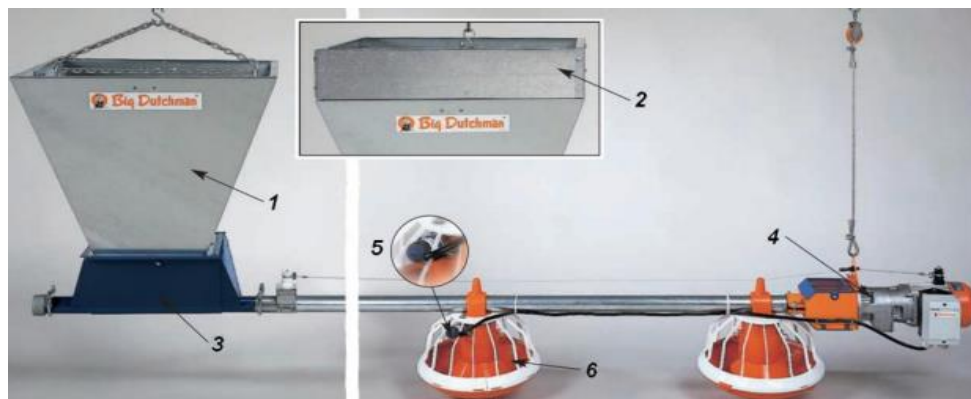
Все электрические двигатели должны быть оснащены сигнализирующими устройствами, а также предусматривается наличие защитных устройств от возможной перегрузки двигателя либо нарушения технологического процесса, схема которой показана на рисунке 2, а.

При этом автоматическая система управления может работать как по замкнутому так и по разомкнутому циклу. Для замкнутого цикла характерно отсутствие регулирующего воздействия на регулируемую величину, а как следствие нет контроля параметров и ее значений (рис. 1, б). Данные системы обычно используют для пуска и торможения электропривода.

В зависимости от методики кормления (досыта или нормируемое) оборудование для откорма птицы должно всесторонне удовлетворять потребности этой птицы с учетом ее возраста, кросса и прочих специфических факторов. Оно должно быть приемлемо как для однодневных цыплят, так и для уже взрослой, тяжелой птицы. Важным при этом является обеспечение легкого доступа к корму и предотвращение его потерь. С этой целью разработаны различные типы кормушек (рис. 2, б), подача корма к которым осуществляется при помощи, отлично зарекомендовавшей себя кормораздаточной системы [4, 5, 11, 13].



а)



б)

Рисунок 2 – Технологический процесс кормораздаточной системы

а) Схема поточной линии приготовления и раздачи кормов

б) Кормораздаточная система

Автоматическая система, работающая по замкнутому циклу (рис. 3, а) предусматривает два канала информации. Это канал задающей информации $g(t)$; канал информации о фактическом значении регулируемой величины, а также $y(t)$ – обратная связь, именно наличие обратной связи способно определить ошибку управления $x(t)=g(t)-y(t)$. Значение ошибки определяет и вырабатывает регулирующее воздействие $m(t)$. Этот сигнал должен свести ошибку к нулю, для дальнейшей работы системы по требуемому закону. Измерение возмущающего воздействия не происходит, система управления отслеживает возмущение при помощи канала обратной связи. Такой вид управления называется регулирование по ошибке (рис. 3,б).

На схемах приведены следующие обозначения: ПЭ – переводящий элемент; U_c – напряжение сети; Y – контролируемая величина; m – стабилизирующее воздействие; g – команда задающей информации; f_1-f_n – возмущения; ЗЭ – указывающий элемент; СУ – суммирующее устройство; УЭ – правящий элемент; П – силовой преобразователь; М – электрическая машина; ГОС – основная ОС; ВОС – дополнительная ОС [15, 18].

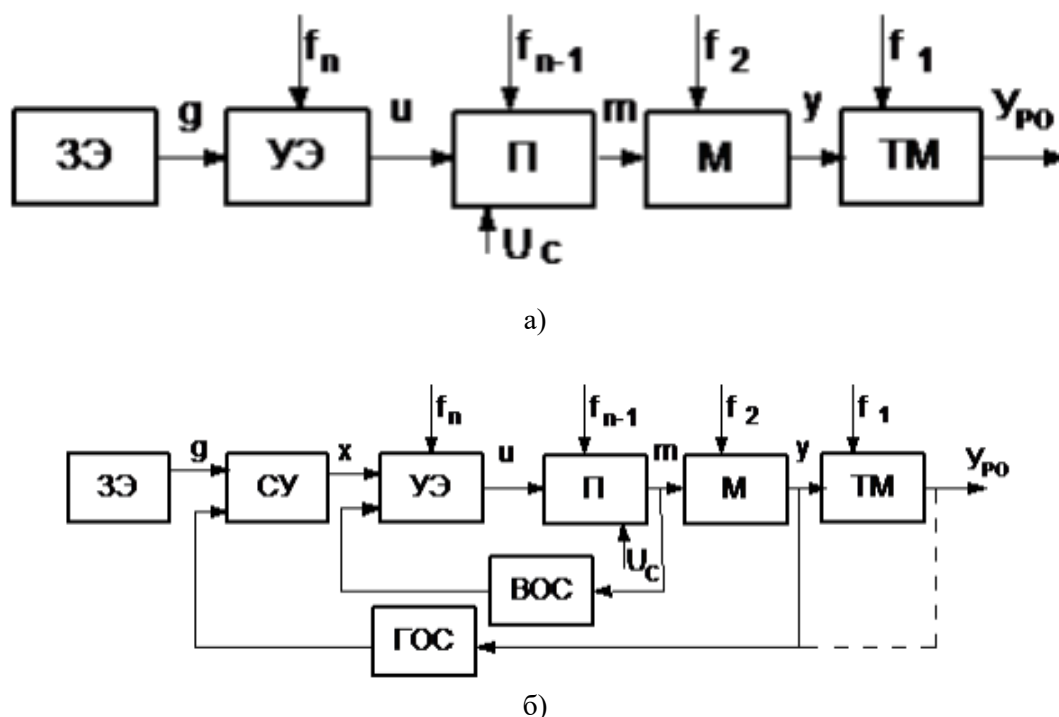


Рисунок 3 – Автоматическая система управления

- а) Автоматическая система управления, работающая по разомкнутому циклу
 б) Автоматическая система управления по замкнутому циклу

Результаты и их обсуждение. Свойство работы системы с ОС значительно выше, чем в разомкнутой системе и их применяют: углубленно контролируемых ЭП; при сложных изменениях задающего влияния $g(t)$; в приводах, гармонично функционирующих органов одного механизма или многих разнообразных механизмов; когда требуется устройство подходящих процессов пуска, торможения и реверса.

Преобразование в структурную схему поточной линии кормораздачи с блоками типовых динамических звеньев изображенную на рисунке 4.

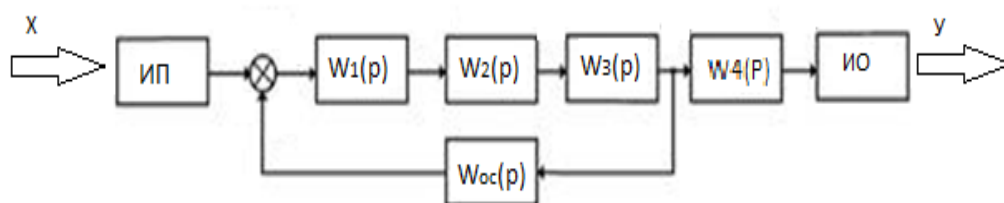


Рисунок 4 – Структурная схема динамических звеньев электропривода кормораздатчика

Согласно схеме преобразуем в передаточную функцию согласно формуле 1

$$W(p)_{\text{рез}} = \frac{W(p)n}{1+W(p)n \cdot K_{\text{ос}}} \quad (1.1)$$

где $W(p)$ - передаточные функции каждого звена;
 $K_{\text{ос}}$ – коэффициент обратной связи.

При этом $W(p)$ - передаточные функции отдельного звена представляется в разных зависимостях.

Для определения надежности работы спроектированной модели электропривода кормораздатчика на птицефабрике проведем анализ устойчивости по критерию Михайлова [14, 16].

$$W(p)_{\text{раз}} = \frac{k_1 * k_2 * k_q * k_m}{T_q * T_{2M}^2 p^3 + (T_q * T_{1M} + T_{2M}^2) p^2 + (T_q + T_{1M}) p + k_2} =$$

$$= \frac{0,5 * 1 * 1,25 * 4,5}{1,4(0,35)^2 p^3 + (1,4 * 0,1 + (0,35)^2) p^2 + (1,4 + 0,1) p + 1}$$

$$= \frac{2,81}{0,17 p^3 + 1,4 p^2 + 1,5 p + 1}$$

Для получения аналитических выражений ЧХ исследуемой системы производим формальную замену оператора P на $j\omega$, тогда имеем

$$W(j\omega)_{\text{раз}} = \frac{2,81}{(1 - 1,4\omega^2) + j(1,5\omega - 0,17\omega^3)};$$

Умножим и разделим числитель и знаменатель на комплексное число, сопряженное знаменателю:

$$(1 - 1,4\omega^2) - j(1,5\omega - 0,17\omega^3)$$

Отсюда получим:

$$W(j\omega) = \frac{2,81[(1 - 1,4\omega^2) - j(1,5\omega - 0,17\omega^3)]}{(1 - 1,4\omega^2)^2 + (1,5\omega - 0,17\omega^3)^2}$$

$$P(\omega) = \frac{2,81(1 - 1,4\omega^2)}{(1 - 1,4\omega^2)^2 + (1,5\omega - 0,17\omega^3)^2} - \text{действительная часть}$$

$$Q(\omega) = \frac{-2,81j(1,5\omega - 0,17\omega^3)}{(1 - 1,4\omega^2)^2 + (1,5\omega - 0,17\omega^3)^2} - \text{мнимая часть}$$

Подставив в формулу значения ω 1 до 10 заносим результаты расчета в таблицу 1.

Таблица 1 – Результаты расчета

ω	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$P(\omega)$	2,81	-0,5827	-0,3159	-0,2385	-0,1248	0,0710	-0,0429	-0,0275	-0,0184	-0,0127
$Q(\omega)$	0	-0,2645	-0,1932	0,0018	0,0284	0,0287	0,0242	0,0195	0,0156	0,0124

Согласно полученным данным построим график зависимостей вещественной частотной характеристики от мнимой частотной характеристики (рис. 5). Годограф по критерию Михайлова.

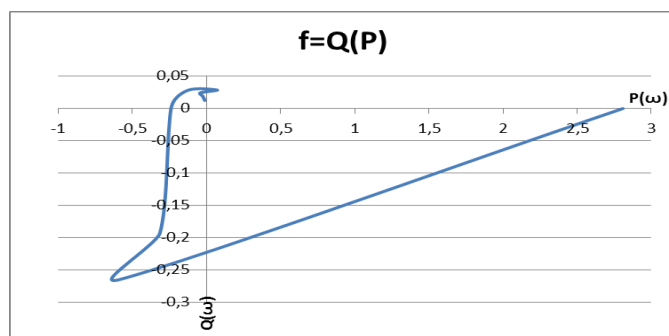


Рисунок 5 – Годограф по критерию Найквиста

Заключение. Согласно годографа Найквиста, данная система автоматического регулирования процесса раздачи кормов на птицефабрике является устойчивой, что в свою очередь является немаловажным показателем надежности автоматизированной системы управления кормораздатчика.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Галушко, Е.В. Система поддержки принятия решений в кормопроизводстве [Текст] / Галушко Е.В. [и др.] // Переработка и управление качеством сельскохозяйственной продукции: сборник статей II Междунар. науч.-практ. конф. - Минск: БГАТУ, 2015. - С. 223-226.
- 2 Ловчикова, Е.А. Цифровая экономика и кадровый потенциал АПК: стратегическая взаимосвязь и перспективы [Текст] / Е.А. Ловчикова, Н.А. Первых, А.И. Солодовник // Вестник аграрной науки. - №5(68). - 2015. - С. 107-112.
- 3 Федоренко, В.Ф. Информационные технологии в сельскохозяйственном производстве: науч. аналит. обзор [Текст] / В.Ф. Федоренко. - 2014. - М. : Росинформагротех, - 217 с.
- 4 Фазылова, С.С. Цифровизация в сельском хозяйстве региона как инструмент развития [Текст] / С.С. Фазылова, Т.М. Яркова, // Креативная экономика. - 2020. - Том 14. - № 8. - С. 1737-1748. doi: 10.18334/ce.14.8.110704.
- 5 Lyubchenko, A.A. An Approach to Data Transmission Process Modelling in Automated Power Accounting Systems [Text] / A.A. Lyubchenko, E.Y. Kopytov, A.G. Malyutin, A.A. Bogdanov // Journal of Physics: Conference Series. 1791(1), 012054, 2021. <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85102357173>.
- 6 Korovkin, N.V. Determination of Consumer Powers by Measurements at the Supply Feeder Ends [Text] / N.V. Korovkin, T.G. Minevich, E.A. Bodrenkov // Proceedings of the 2021 IEEE Conference of Russian Young Researchers in Electrical and Electronic Engineering, ElConRus, 2021, 9396318, с. 1454-1457. <https://www.scopus.com/sourceid/21101043346>.
- 7 Ikramov, N. Monitoring system for electricity consumption at pumping stations [Text] / N. Ikramov, T. Majidov, E. Kan, A. Mukhammadjonov // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering // International Scientific Conference Construction Mechanics, Hydraulics and Water Resources Engineering, CONMECHYDRO, 2020. - Tashkent City. - 23 April. - Код 161842. <https://www.scopus.com/sourceid/19700200831>.
- 8 Protosovitskii, I.V. Ensuring the reliability and efficiency of the power industry in the agricultural sector of the Republic of Belarus in Modern conditions [Text] / I.V. Protosovitskii, E.P. Zabello, M.A. Prishchepov, V.A. Daineko // Energetika. Proceedings of CIS Higher Education Institutions and Power Engineering Associations// - 63(2), с. 116-128. <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85085377121>.
- 9 Единое окно доступа к образовательным ресурсам: информационная система [сайт]: URL: <https://elib.gstu.by/>.
- 10 Чиркова, И.Г. Государственная поддержка энергосберегающей деятельности сельскохозяйственных предприятий [Текст] / И.Г. Чиркова, И.А. Бикейкина // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. - 2007. - № 11. - 0,8 п.л. (авт. - 0,7 п.л.)
- 11 Резванов, О.Г. Автоматизированная система коммерческого и технического учета электрической энергии на базе многотарифных электронных счетчиков [Текст] / Резванов, О.Г. // «Энергия и менеджмент». - № 3, 2002.

12 Ожегов, А.Н. Системы АСКУЭ [Текст]: Учебное пособие Ч.1 / А.Н. Ожегов. - Киров: Изд-во ВятГУ, 2006, - 102 с.

13 [Zhu, J. Evaluating the sustainability of rural complex ecosystems during the development of traditional farming villages into tourism destinations: A diachronic emergy approach \[Text\] / J. Zhu, X. Yuan, X. Yuan, S. Liu, B. Guan, J. Sun, H. Chen // Journal of Rural Studies 86, - с. 473-484, 2021. <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85111020603&origin>.](#)

14 [Sosnina, E.N. Application of SOFC for Power Supply of Remote Agricultural Enterprises \[Text\] / E.N. Sosnina, A.V. Shalukho, L.E. Veselov // Proceedings - ICOECS 2020: 2020 International Conference on Electrotechnical Complexes and Systems 9278478, 2020. <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0.085098864791&origin=resultslist>.](#)

15 [Awan, S.H. Smart energy control internet of things based agriculture clustered scheme for smart farming \[Text\] / S.H. Awan, S. Ahmed, A. Ishtiaq, N. Zeeshan, A. Muhammad Yousaf, N. Asif, Fahad, M., Tayyab, M. // International Journal of Advanced Computer Science and Applications 11\(3\), 2020. - С. 162-169, <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85083219476>.](#)

16 [Wu, J. A two-stage power system frequency security multi-level early warning model with DS evidence theory as a combination strategy \[Text\] / J. Wu, L. Li, F. Shi, P. Zhao, B. Li // International Journal of Electrical Power and Energy Systems. 108372, 2022. <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85132324913>.](#)

17 [Liu, N. Rice husks as a sustainable source of nanostructured silicon for high performance Li-ion battery anodes \[Text\] / N. Liu, K. Huo, M.T. McDowell, J. Zhao, Y. Cui // Scientific Reports 3, 1919, 2013. <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-84878718267>.](#)

18 [Zhu, L. Emergy analysis of compound agricultural fruit production system in central Loess Plateau \[Text\] / L. Zhu, F. Wu, H. Wang // Journal of Food, Agriculture and Environment 11\(3-4\), с. 1305-1310, 2013. <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-84887597508>.](#)

19 Бородин, И.Ф. Энергообеспечение сельского хозяйства [Текст] / И.Ф. Бородин // Техника в сельском хозяйстве. 1994. – №4. - С. 8 – 13.

20 Методика энергетического мониторинга сельскохозяйственных объектов, выявление резервов и потенциала экономии топливно-энергетических ресурсов (ТЭР) [Текст] / В.Р. Краусп [и др.]. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2001. – 100 с.

REFERENCES

1 Galushko, E.V. Sistema podderzhki prinjatija reshenij v kormoproizvodstve [Tekst] / Galushko E.V. [i dr.] // Pererabotka i upravlenie kachestvom sel'skohozjajstvennoj produkcii: sbornik statej II Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. - Minsk: BGATU, 2015. - S. 223-226.

2 [Lovchikova, E.A. Cifrovaja jekonomika i kadrovyy potencial APK: strategicheskaja vzaimosvjaz' i perspektivy \[Tekst\] / E.A. Lovchikova, N.A. Pervyh, A.I. Solodovnik // Vestnik agrarnoj nauki. - №5\(68\). – 2015. - S. 107-112.](#)

3 [Fedorenko, V.F. Informacionnye tehnologii v sel'skohozjajstvennom proizvodstve: nauch. analit. obzor \[Tekst\] / V.F. Fedorenko. – 2014. – М. : Rosinformagroteh, – 217 s.](#)

4 [Fazylova, S.S. Cifrovizacija v sel'skom hozjajstve regiona kak instrument razvitija \[Tekst\] / S.S. Fazylova, T.M. Jarkova, // Kreativnaja jekonomika. – 2020. – Tom 14. – № 8. - S. 1737-1748. doi: 10.18334/ce.14.8.110704.](#)

5 [Lyubchenko, A.A. An Approach to Data Transmission Process Modelling in Automated Power Accounting Systems \[Text\] / A.A. Lyubchenko, E.Y. Kopytov, A.G. Malyutin, A.A. Bogdanov // Journal of Physics: Conference Series. 1791\(1\), 012054, 2021. <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85102357173>.](#)

6 [Korovkin, N.V. Determination of Consumer Powers by Measurements at the Supply Feeder Ends \[Text\] / N.V. Korovkin, T.G. Minevich, E.A. Bodrenkov // Proceedings of the 2021 IEEE Conference of Russian Young Researchers in Electrical and Electronic Engineering, ElConRus, 2021, 9396318, s. 1454-1457. <https://www.scopus.com/sourceid/21101043346>.](#)

7 [Ikramov, N. Monitoring system for electricity consumption at pumping stations \[Text\] / N. Ikramov, T. Majidov, E. Kan, A. Mukhammadjonov // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering // International Scientific Conference Construction Mechanics, Hydraulics and Water Resources Engineering, CONMECHYDRO, 2020. - Tashkent City. - 23 April. - Kod 161842. <https://www.scopus.com/sourceid/19700200831>.](#)

8 [Protosovitskii, I.V. Ensuring the reliability and efficiency of the power industry in the agricultural sector of the Republic of Belarus in Modern conditions \[Text\] / I.V. Protosovitskii, E.P. Zabello, M.A. Prishchepov, V.A. Daineko // Energetika. Proceedings of CIS Higher Education](#)

Institutions and Power Engineering Associations// - 63(2), s. 116-128.
<https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85085377121>.

9 Edinoe okno dostupa k obrazovatel'nym resursam: informacionnaja sistema [sait]: URL: <https://elib.gstu.by/>.

10 Chirkova, I.G. Gosudarstvennaja podderzhka jenergosberegajushhej dejatel'nosti sel'skohozjajstvennyh predpriyatij [Tekst] / I.G. Chirkova, I.A. Bikejkina // Jekonomika sel'skohozjajstvennyh i pererabatyvajushhih predpriyatij. – 2007. - № 11. - 0,8 p.l. (avt. - 0,7 p.l.)

11 Rezvanov, O.G. Avtomatizirovannaja sistema kommercheskogo i tehničeskogo ucheta jelektricheskoy jenerгии na baze mnogotarifnyh jelektronnyh schetchikov [Tekst] / Rezvanov, O.G. // «Jenergija i menedzhment». – № 3, 2002.

12 Ozhegov, A.N. Sistemy ASKUE [Tekst]: Uchebnoe posobie Ch.1 / A.N. Ozhegov. - Kirov: Izd-vo VjatGU, 2006, - 102 s.

13 Zhu, J. Evaluating the sustainability of rural complex ecosystems during the development of traditional farming villages into tourism destinations: A diachronic emergy approach [Text] / J. Zhu, X. Yuan, X. Yuan, S. Liu, B. Guan, J. Sun, H. Chen // Journal of Rural Studies 86, - s. 473-484, 2021. <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85111020603&origin>.

14 Sosnina, E.N. Application of SOFC for Power Supply of Remote Agricultural Enterprises [Text] / E.N. Sosnina, A.V. Shalukho, L.E. Veselov // Proceedings - ICOECS 2020: 2020 International Conference on Electrotechnical Complexes and Systems 9278478, 2020. <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0.085098864791&origin=resultslist>.

15 Awan, S.H. Smart energy control internet of things based agriculture clustered scheme for smart farming [Text] / S.H. Awan, S. Ahmed, A. Ishtiaq, N. Zeeshan, A. Muhammad Yousaf, N. Asif, Fahad, M., Tayyab, M. // International Journal of Advanced Computer Science and Applications 11(3), 2020. - S. 162-169, <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85083219476>.

16 Wu, J. A two-stage power system frequency security multi-level early warning model with DS evidence theory as a combination strategy [Text] / J. Wu, L. Li, F. Shi, P. Zhao, B. Li // International Journal of Electrical Power and Energy Systems. 108372, 2022. <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85132324913>.

17 Liu, N. Rice husks as a sustainable source of nanostructured silicon for high performance Li-ion battery anodes [Text] / N. Liu, K. Huo, M.T. McDowell, J. Zhao, Y. Cui // Scientific Reports 3, 1919, 2013. <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-84878718267>.

18 Zhu, L. Emergy analysis of compound agricultural fruit production system in central Loess Plateau [Text] / L. Zhu, F. Wu, H. Wang // Journal of Food, Agriculture and Environment 11(3-4), s. 1305-1310, 2013. <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-84887597508>.

19 Borodin, I.F. Jenergoobespechenie sel'skogo hozjajstva [Tekst] / I.F. Borodin // Tehnika v sel'skom hozjajstve. 1994. – №4. - S. 8 – 13.

20 Metodika jenergeticheskogo monitoringa sel'skohozjajstvennyh ob'ektov, vyjavlenie rezervov i potenciala jekonomii toplivno-jenergeticheskix resursov (TJeR) [Tekst] / V.R. Krausp [i dr.]. – M.: FGNU «Rosinformagroteh», 2001. – 100 s.

ТҮЙІН

Мақалада ауылшаруашылық өндірісінің процестерін автоматтандыруға шолу берілген. Технологиялық процестерді автоматтандыру ауыл шаруашылығы өнімдерінің қарқынды дамуы, сондай-ақ оған сұраныстың артуы жағдайында өзекті міндет болып табылады. Бұл өз кезегінде адам еңбегін автоматты құрылғылармен ауыстыру бойынша кәсіпорын басшылығының алдына нақты міндеттер қояды. Мақалада ауылшаруашылық өндірісіндегі адамның іс-әрекетінің мысалдары қарастырылады, нәтижесінде тауардың көптеген шығындары, сондай-ақ өндірістің барлық кезеңдеріндегі ресурстардың шығындары пайда болады.

Мақалада құс фабрикасында құстарды тұйық циклды басқару жүйесімен тамақтандырудың автоматтандырылған әдісі қарастырылады, осылайша қатені нөлге дейін немесе рұқсат етілген мәнге дейін азайтады, осылайша талап етілетін заң бойынша реттелетін шаманың өзгеруін қамтамасыз етеді. Сонымен қатар, ақаулардың ешқайсысы өлшенбейді және олардың реттелетін шамаға әсері кері байланыс арнасы және басқару жүйесі арқылы қабылданады. Сондай-ақ, мақалада жем таратқыштың ағындық желісінің электр жетегінің динамикалық буындарының құрылымдық сұлбасы беріліс сипаттамасына түрлендіріліп, содан кейін осы жүйенің зиянды әсерлерге төзімділігін растау үшін Найквистың жиілік критерийі бойынша қаралатын автоматты басқару жүйесін тұрақтылыққа есептейді.