

РАЗРАБОТКА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ПОЛИВА ДЛЯ ВЫРАЩИВАНИЯ ЧАЙНОЙ ПЛАНТАЦИИ

Дж. Ф. Мамедов, Р. О. Нариманова

*Кафедра «Автоматизация процессов», cavan62@mail.ru;
Сумгаитский государственный университет,
г. Сумгаит, Республика Азербайджан*

Ключевые слова: автоматизированная система полива; датчик; нечеткая логика; чайная плантация.

Аннотация: На основе проведенного сравнительного анализа в области автоматизированного полива чайной плантации поставлена задача по созданию интеллектуальной системы управления полива чайных кустарников. Предложена архитектура технического, информационного и программного обеспечения для автоматизации процесса полива чайной плантации. С учетом биологических свойств чайного кустарника, водного баланса земельного участка плантации и метеорологических показателей предложена схема автоматизации эффективно-го полива с применением информационно-измерительных элементов и системы управления. Для моделирования процесса управления полива предложен нечеткий алгоритм с его реализацией на Fuzzy Logic (на базе MATLAB).

Введение

Как известно, 60 – 70 % людей в мире употребляют чай. Выращивание и уход за чайной плантацией – долгий и сложный мелиорационный и агротехнический процесс, длящийся 60...70 лет и требующий эффективной агротехнической работы и своевременного полива посевных площадей. Улучшение качества чайных листьев во многом зависит от субтропических метеорологических показателей (требуемой температуры, относительной влажности, скорости ветра, нормы дождя), геофизических данных земельных участков и биологических характеристик выращиваемых сортов чайных кустарников [1, 2].

В настоящее время одним из направлений применения информационных технологий и компьютерной техники является сельское хозяйство, где применяются прогрессивные технологии и методы мелиорации и агротехнических операций. Для улучшения качества чайных листьев требуется применение инновационного подхода для выбора вида полива, достаточной нормы воды и обеспечения высокого урожая из чайных кустарников.

Цель статьи – разработка интеллектуальной автоматизированной системы полива для обеспечения достаточного потребления воды за счет информационно-измерительных элементов управления и регулирования.

Поставлены следующие задачи:

- создание информационного обеспечения на основе системы выбора;
- алгоритмическое обеспечение для системы автоматизированного элементов для измерения метеорологических и геофизических данных;

- разработка интеллектуального устройства полива для обеспечения автоматизированного орошения чайной плантации за счет измерения метеорологических и геофизических датчиков;
- разработка полива чайной плантации.

Информационное обеспечение интеллектуальной автоматизированной системы полива

Разработка автоматизированного устройства для достаточного потребления воды при поливе чайных кустарников плантации осуществляется поэтапно. На начальном этапе рассматривается вопрос создания информационного обеспечения из базы данных: биологических данных сортов чая, выращиваемых в Индии и Шри-Ланка (табл. 1); метеорологических и геофизических данных, соответствующих для выращивания сортов чая в регионах Азербайджана (табл. 2); формирования базы данных типов датчиков для измерения и регулирования при орошении чайных плантаций; создания базы знаний для поиска и управления в процессе работы устройства автоматизированного полива чайной плантации.

В базе данных сортов чая (см. табл. 1), выращиваемых в Индии и Китае [3], для субтропического региона Азербайджана осуществляется поиск и выбор наиболее подходящего сорта для его дальнейшего выращивания с наибольшей производительностью и высоким качеством.

Анализ показывает, что существующие климатические и рельефные показатели для выращивания сортов черного чая [4] в провинциях Даржилинг и Ассам соответствуют показателям на северном склоне Кавказского хребта [5], региону прикаспийской зоны Ленкорань и Закавказских регионов Азербайджана.

Метеорологические и геофизические показатели для выращивания черного чая в провинциях:

- Даржилинг – климат муссонный. Максимальная средняя температура +22 °С, минимальная – +10 °С; минимальная относительная влажность – 70 %, максимальная – 95 %; почва – краснозем. Высота над уровнем моря – 2134 м;

Таблица 1

База данных сортов чая, выращиваемых в Индии и Китае



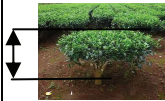



Марка чая	Высота куста	Сорт чая	Вид листа	Вкус листа
Даржилинг	0,7 м 	Черный	Крупный (Super Fine Tippy Golden Flowery Orange Pekoe) 	Мягко-сладкий
Ассам	1,5...2 м 	Черный	Крупный (Super Fine Tippy Golden Flowery Orange Pekoe) 	Терпкий
Цейлонский (Нувара Элия)		Черный, зеленый		Нетерпкий

Таблица 2

Метеорологические и геофизические данные регионов Азербайджана

Показатель	Шеки	Гусар	Губа	Закаталы
Тип почвы	краснозем	желтозем		краснозем
Механический состав почвы	суглинистый	рыхлый	глинистый	суглинистый
Уклон рельефа, °	22...35	12...18	20...32	15...20
Средняя температура воздуха, °С	+16...29	+14...29	+13...27	+14...31
Средняя относительная влажность воздуха, %	64 – 88	50 – 94	52 – 98	68 – 93
Количество дождя, мм	290...1020	310...620	300...690	320...1290

– Ассам – тропический муссонный климат. Максимальная температура весной, летом и осенью – +35...38 °С, минимальная температура зимой – +6...8 °С; минимальная относительная влажность – 35 % (летом), максимальная – 92 % (осенью и зимой); почва – желтозем. Высота над уровнем моря – 1500...2000 м;

– Нуvara Элия – экваториальный климат. Максимальная температура весной, летом и осенью – +20...25 °С, минимальная температура зимой – +1...4 °С; минимальная относительная влажность – 75 % (летом), максимальная – 85 % (осенью и зимой); почва – краснозем. Высота над уровнем моря – 1400...2400 м.

Для плодотворного выращивания высокосортного чая в Азербайджане необходимо выбрать соответствующий сорт чая по метеорологическим данным регионов Даржилинг, Ассам и Нуvara Элия. При этом сопоставим данные этих регионов с метеорологическими и геофизическими данными регионов Азербайджана (см. табл. 2).

Проведем сравнительный анализ регионов Азербайджана и регионов Индии, Китая, где выращиваются известные и качественные сорта чая, чтобы провести правильный выбор сорта чая и определить регион для выращивания этого сорта в регионе Азербайджана.

Исходя из того, что наиболее близким по метеорологическим и геофизическим данным для Азербайджана (см. табл. 2) на примере горного района Закаталы является регион Нуvara Элия, наиболее целесообразно для выращивания выбрать марку чая данного региона.

Алгоритмически процесс выбора можно представить в виде блок-схемы (рис. 1).

Как видно из блок-схемы, для выращивания чая в районе Закаталы (Азербайджан) наиболее приемлем выбор чая марки Нуvara Элия, так как метеорологические и геофизические параметры соответствуют этому региону. На основе данных параметров начинается этап выбора датчиков для измерения температуры, относительной влажности и баланса воды в красноземной почве. В соответствии с метеорологическими и геофизическими данными [6] района Закаталы (Азербайджан), представленными выше.

Датчик относительной влажности типа DT269 – трубчатый, имеет близкие к требованиям по техническим характеристикам диапазон измерения относительной влажности 0 – 100 %; точность измерения относительной влажности $\pm 2\%$ (при 5 – 95 %); выходной сигнал относительной влажности 4...20 мА.

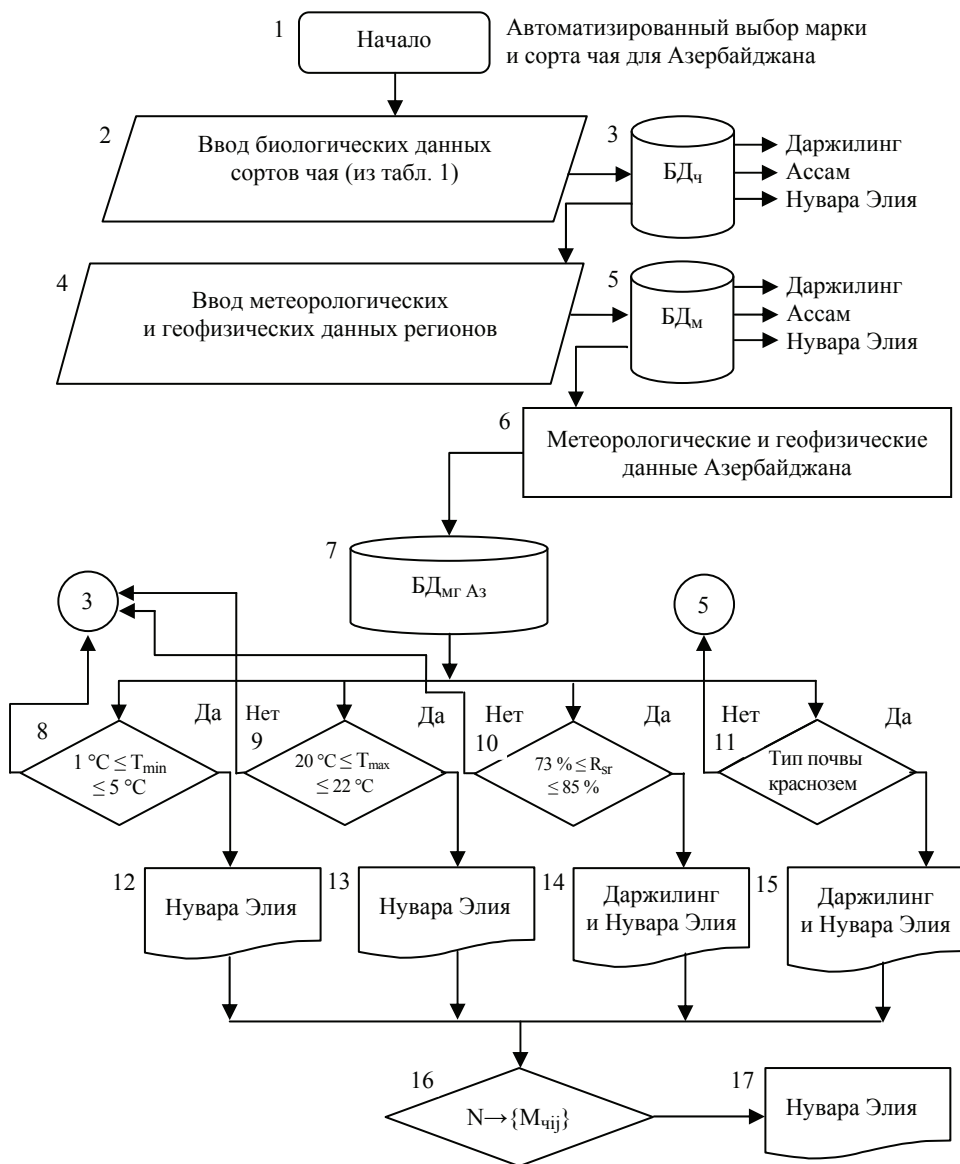


Рис. 1. Блок-схема выбора марки чая для его выращивания в районе Закаталы, Азербайджан:

N – число выбранных марок чая; M_{ij} – марки чая, выбранные в результате условий блоков 8 – 11; $БД_{мгАз}$ – база данных метеорологических и геофизических характеристик Азербайджана

Терморегулятор типа DPC FRONT COMFORT параметризован как PID-регулятор; применим как двухпозиционный регулятор; имеет измерительные входы термометра сопротивления Pt100, MB – нормальных сигналов, термоэлементов; проводит передачу сигнала квитирования фактической величины через устройство аналогового вывода 4...20 мА.

Датчик измерения водного баланса почвы WET имеет погрешность измерения $\pm 3\%$, диапазон измерения влажности почвы 0 – 100 %, выходной сигнал относительной влажности 4...20 мА.

В интеллектуальную систему полива чайной плантации, кроме выбранных информационно-измерительных датчиков и терморегулятора, подключаются исполнительный механизм (водяной насос), обратные клапаны (2 шт.), обеспечивающие закрытие и открытие водного потока для дождевого и озонового поливов, программируемый логический контроллер (ПЛК) для автоматизированного управления всей системой полива.

Автоматизированная схема и принцип работы системы водоснабжения чайной плантации

Общая схема автоматизации системы достаточного водоснабжения чайной плантации представлена на рис. 2.

Автоматизированная схема системы водоснабжения и полива чайной плантации функционирует следующим образом. При фиксировании датчиком 6 температуры воздуха в пределах 15...20 °С, регулирующей с помощью терморегулятора, и датчиком 5 относительной влажности в пределах 65 – 75 %, включается центробежный водяной насос 11, который начинает всасывание воды из бака 1 и подает ее через специальные устройства полива (озоновый 13 (при достаточной влажности почвы, водой орошаются листья чайного куста) или дождевой 14 (при недостаточной влажности почвы, вода подается в корни чайного куста)). Выбор того или иного вида полива осуществляется посредством обратных клапанов 10 и 11; с помощью датчика влажности почвы 4 фиксируется требуемый показатель водного баланса в пределах 1г/80 000 м³...1г/100 000 м³ (корни чайных кустов потребляют воду в небольшом объеме, так как потребление большого объема воды приводит к преждевременному гниению корней куста чая); после установления требуемой влажности почвы чайной плантации, подача воды отключается.

Процесс управления системой водоснабжения и полива чайной плантации осуществляется с помощью программы, записанной на ZelioSoft и сохраненной в ПЛК 9. Программируемый логический контроллер, размещенный в блоке управления 7, посредством кабелей 3 на входе принимает аналоговые сигналы с датчиков температуры, относительной влажности, водного баланса, а на выходе подключает центробежный насос, и затем включаются и отключаются обратные клапаны.

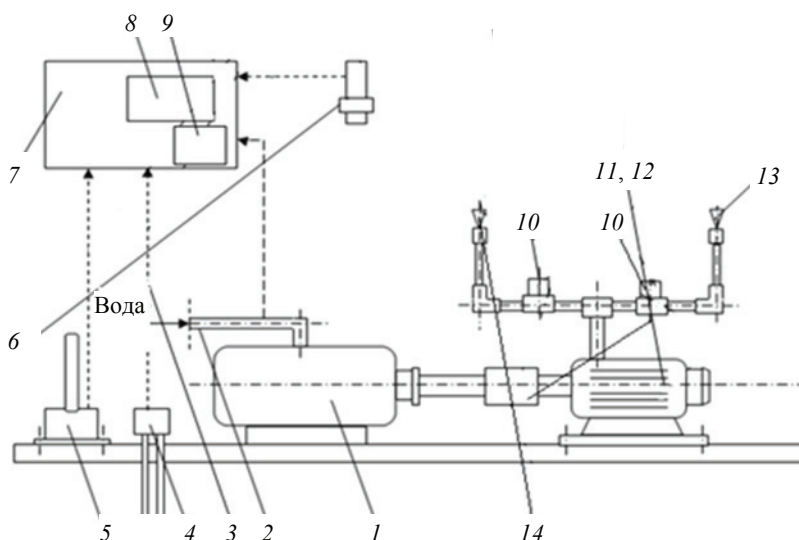


Рис. 2. Автоматизированная схема системы водоснабжения и полива чайной плантации

Алгоритмическое обеспечение управления системы водоснабжения и полива чайной плантации

Для автоматизации управления достаточного водоснабжения и полива используется нечеткий алгоритм на основе лингвистических термов [7]. С учетом того, что члены функции – a , b , c , то функция принадлежности имеет вид:

$$\mu(x) = \begin{cases} 0, & x < a \\ \frac{x-a}{b-a}, & a < x < b \\ \frac{c-x}{c-b}, & b < x < c \\ 0, & c < x \end{cases} \quad (1)$$

В соответствии с (1), метеорологическими (температура – 15...20 °С и относительная влажность – 65 – 70 %) и геофизическими (водный баланс почвы – 1г/80000 м³...1г/100000 м³) данными составим нечеткий алгоритм из лингвистических термов.

Полив чайной плантации осуществляется при прохладной погоде. Температура воздуха не должно превышать 20 °С.

- T_1 → температура воздуха *очень низкая* ($a_1 = 11$ $b_1 = 12$ $c_1 = 13$ (°С));
- T_2 → температура воздуха *низкая* ($a_1 = 13$ $b_1 = 14$ $c_1 = 15$ (°С));
- T_3 → температура воздуха *средняя* ($a_1 = 15$ $b_1 = 16$ $c_1 = 17$ (°С)).

- R_1 → относительная влажность воздуха *низкая* ($a_2 = 55$ $b_2 = 57$ $c_2 = 60$ (%));
- R_2 → относительная влажность воздуха *средняя* ($a_2 = 60$ $b_2 = 62$ $c_2 = 65$ (%));
- R_3 → относительная влажность воздуха *в норме* ($a_2 = 65$ $b_2 = 67$ $c_2 = 70$ (%));

- V_1 → водный баланс почвы *низкая* ($a_3 = 0,113$ $b_3 = 0,115$ $c_3 = 0,117$ (1м²/м³));
- V_2 → водный баланс почвы *средняя* ($a_3 = 0,117$ $b_3 = 0,119$ $c_3 = 0,121$ (1м²/м³));
- V_3 → водный баланс почвы *в норме* ($a_3 = 0,121$ $b_3 = 0,123$ $c_3 = 0,124$ (1м²/м³));

Для установления режима работы водяного центробежного насоса с помощью лингвистических термов запишем нижеследующее выражение:

- S_1 → водяной центробежный насос *не работает* (3 1 0 (мин));
- S_2 → водяной центробежный насос работает в режиме озонового полива листьев чайной плантации *короткое время* (0 3 5 (мин));
- S_3 → водяной центробежный насос работает в режиме дождевого полива *длительное время* (5 7 9 (мин)).

В соответствии с созданными лингвистическими термами строится алгоритм управления для достаточного потребления воды чайной плантации:

ЕСЛИ «температура воздуха *очень низкая*»;

И «относительная влажность воздуха *средняя*»;

И «водный баланс почвы *в норме*»;

ТО «водяной центробежный насос работает в режиме озонового полива листьев чайной плантации *короткое время* (0 3 5 (мин))».

ЕСЛИ «температура воздуха *низкая*»;

И «относительная влажность воздуха *средняя*»;

И «водный баланс почвы *низкий*»;

ТО «водяной центробежный насос работает в режиме дождевого полива *длительное время* (5 7 9 (мин))».

ЕСЛИ «температура воздуха *средняя*»;
И «относительная влажность воздуха в *средняя*»;
И «водный баланс почвы *средний*»;
ТО «водяной центробежный насос работает в режиме озонового полива листьев чайной плантации *короткое время* (0 3 5 (мин))».

ЕСЛИ «температура воздуха *средняя*»;
И «относительная влажность воздуха в *норме*»;
И «водный баланс почвы в *норме*»;
ТО «водяной центробежный насос *не работает*».

ЕСЛИ «температура воздуха в *норме*»;
И «относительная влажность воздуха *средняя*»;
И «водный баланс почвы в *норме*»;
ТО «водяной центробежный насос работает в режиме озонового полива листьев чайной плантации *короткое время*».

Предлагаемый алгоритм управления позволяет в достаточной мере сэкономить расход воды при поливе чайной плантации.

Заключение

1. На основе анализа видов чайных сортов, их биологических характеристик, метеорологических и геофизических данных регионов, где выращиваются данные сорта чая, создано информационное обеспечение интеллектуальной автоматизированной системы полива.

2. Разработана блок-схема выбора марки чая для его выращивания в регионе Азербайджан, и осуществлен процесс выбора информационно-измерительных элементов автоматизированной системы полива.

3. Предложены автоматизированная схема и принцип работы системы водоснабжения чайной плантации.

4. Предложен нечеткий алгоритм, обеспечивающий эффективное управление системы водоснабжения и полива чайной плантации.

Список литературы

1. Обоснование необходимости орошения чайных плантаций в Адыгее на основе оценки почвенных и климатических условий / С. В. Добежина, Т. Д. Беседина, М. Т. Туов, Э. К. Пчихачев // Вестник АПК Ставрополья. – 2015. – № 4 (20). – С. 155 – 160.

2. Параскевов, А. В. Предпосылки и особенности разработки автоматизированной системы «Микроклимат» / А. В. Параскевов, С. С. Лебедев // Политемат. сетевой электрон. науч. журнал Кубанского гос. аграрного ун-та. – 2015. – № 112. – С. 1881 – 1892.

3. Prakashgoud, P. Intelligent Irrigation Control System by Employing Wireless Sensor Networks / P. Prakashgoud, B. L. Desai // International Journal of Computer Applications. – 2013. – Vol. 79, No. 11. – P. 33 – 40.

4. Development of Complex Intellectual System for Efficiency Growing Tee Plant / E. B. Ghuseynov, J. F. Mammadov, A. A. Iskenderov, G. Y. Abbasova // Theoretical Applied and Science. – 2015. – No. 8 (28). – P. 37 – 43. doi: 10.15863/TAS.2015.08.28.5

5. Впльчинский, Н. Б. Итоги испытания чайного куста на северном склоне Кавказского хребта: – Тр. Сочинской оп. ст. – Туапсе / Н. Б. Впльчинский // Ударник. – 2001. – № 16. – С. 3 – 57.

6. Алиев, З. Г. Обоснование применения прогрессивной техники и технологии полива в сельском хозяйстве Азербайджана / З. Г. Алиев // Вестн. Алтайского гос. аграрного ун-та. – 2013. – № 7 (105). – С. 44 – 49.

7. Деменков, Н. П. Нечеткое управление в технических системах : учеб. пособие / Н. П. Деменков. – М. : МГТУ имени Н. Э. Баумана, 2005. – 200 с.

Development of Intellectual Irrigation System for Growing Tea Plantation

J. F. Mammadov, R. O. Narimanova

*Department of Process Automation, cavan62@mail.ru;
Sumgait State University, Sumgait, Republic of Azerbaijan*

Keywords: automated irrigation system; sensor; fuzzy logic; tea plantation.

Abstract: Based on the conducted comparative analysis in the field of automated watering of tea plantations the task of creating an intelligent control system for watering tea bushes has been set. The architecture of technical, information and software for automating the process of watering a tea plantation is proposed. Given the biological properties of the tea shrub, the water balance of the plantation land and meteorological indicators, a scheme for automating efficient irrigation using information-measuring elements and a control system is proposed. To model the irrigation control process, a fuzzy algorithm is proposed with its implementation on Fuzzy Logic (based on MATLAB).

References

1. Dobezhina C.V., Besedina T.D., Tuov M.T., Pchikhachev E.K. [Justification of the need to irrigate tea plantations in Adygea based on the assessment of soil and climatic conditions], *Vestnik APK Stavropol'ya* [Vestnik APK Stavropol], 2015, no. 4 (20), pp. 155-160. (In Russ.)

2. Paraskevov A.V., Lebedev S.S. [Background and features of the development of the automated system "Microclimate"], *Politematicheskii setevoj elektronnyy nauchnyy zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Political Mathematical Electronic Scientific Journal of the Kuban State Agrarian University], 2015, no. 112, pp. 1881-1892. (In Russ., abstract in Eng.)

3. Prakashgoud P., Desai B.L. Intelligent Irrigation Control System by Employing Wireless Sensor Networks, *International Journal of Computer Applications*, 2013, vol. 79, no. 11, pp. 33-40.

4. Ghuseynov E.B., Mammadov J.F., Iskenderov A.A., Abbasova G.Y. Development of Complex Intellectual System for Efficiency Growing Tee Plant, *Theoretical Applied and Science*, 2015, no. 8 (28), pp. 37-43, doi: 10.15863/TAS.2015.08.28.5

5. Vpl'chinskiy N.B. [Results of the test of tea bush on the northern slope of the Caucasus Range: - Tr. Sochi Op. Art. - Tuapse], *Udarnik* [Drummer], 2001, no. 16, pp. 3-57. (In Russ.)

6. Aliyev Z.G. [The rationale for the use of advanced technology and irrigation technology in agriculture in Azerbaijan], *Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Bulletin of the Altai State Agrarian University], 2013, no. 7 (105), pp. 44-49. (In Russ., abstract in Eng.)

7. Demenkov N.P. *Nechetkoye upravleniye v tekhnicheskikh sistemakh: uchebnoye posobiye* [Fuzzy control in technical systems: a tutorial], Moscow: MGTU imeni N. E. Bauman, 2005, 200 p. (In Russ.)

Entwicklung eines intelligenten Bewässerungssystems für den Anbau von Teeplantagen

Zusammenfassung: Auf der Grundlage der durchgeführten vergleichenden Analyse im Bereich der automatisierten Bewässerung von Teeplantagen ist die Aufgabe gestellt, ein intelligentes Steuerungssystem für die Bewässerung von Teebüschen zu schaffen. Es ist die Architektur von Technik-, Informations- und Softwareversicherung zur Automatisierung des Bewässerungsprozesses einer Teeplantage vorgestellt. Unter Berücksichtigung der biologischen Eigenschaften des Teestrauchs, des Wasserhaushalts des Plantagenlandes und meteorologischer Indikatoren ist ein Schema zur Automatisierung der effektiven Bewässerung unter Verwendung von Informationsmeselementen und einem Steuerungssystem vorgeschlagen. Zur Modellierung des Bewässerungssteuerungsprozesses ist ein ungerader Algorithmus mit seiner Implementierung auf Fuzzy Logic (basierend auf MATLAB) vorgeschlagen.

Élaboration d'un système d'arrosage intelligent pour la culture d'une plantation de thé

Résumé: A la base d'une analyse comparative réalisée dans le domaine de l'arrosage automatisé de la plantation de thé est posé un problème de créer un système intelligent de la commande de l'arrosage des arbustes à thé. Est proposée une architecture du logiciel pour automatiser le processus d'arrosage de la plantation de thé. Compte tenu des propriétés biologiques de l'arbuste à thé, de l'équilibre hydrique de la parcelle de plantation et des indicateurs météorologiques est proposé un schéma d'automatisation de l'arrosage efficace avec l'utilisation des éléments d'information et de mesure ainsi que d'un système de contrôle. Pour simuler le processus du contrôle de l'arrosage, est proposé un algorithme flou avec sa mise en œuvre sur Fuzzy Logic (à la base de MATLAB).

Авторы: *Мамедов Джаванишир Фирудин оглу* – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Автоматизация процессов»; *Нариманова Роя Октай гызы* – докторант кафедры «Автоматизация процессов», Сумгаитский государственный университет, г. Сумгаит, Республика Азербайджан.

Рецензент: *Дмитриевский Борис Сергеевич* – доктор технических наук, профессор кафедры «Информационные процессы и управление», ФГБОУ ВО «ТГТУ», г. Тамбов, Россия.