Научная статья
Original article
УДК 519.711

# ИНТЕЛЛЕКТУАЛИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ

INTELLECTUALIZATION OF TECHNICAL SYSTEMS CONTROL

**Зуева Дарья Владимировна,** студент 4 курс, факультет "Управление в технических системах", Московский институт электронной техники, НИУ МИЭТ, Россия, г. Москва

**Голубев Вячеслав Валерьевич,** студент 4 курс, факультет "Управление в технических системах", Московский институт электронной техники, НИУ МИЭТ, Россия, г. Москва

**Дзевицкая Анастасия Владимировна,** студент 4 курс, факультет "Управление в технических системах", Московский институт электронной техники, НИУ МИЭТ, Россия, г. Москва

**Zueva Daria Vladimirovna,** 4th year student, faculty "Management in technical works", Moscow Institute of Electronic Technology, NRU MIET, Russia, Moscow

**Golubev Vyacheslav Valerievich,** 4th year student, faculty "Control in technical systems", Moscow Institute of Electronic Technology, NRU MIET, Russia, Moscow

**Dzevitskaya Anastasia Vladimirovna,** 4th year student, faculty "Control in technical systems", Moscow Institute of Electronic Technology, NRU MIET, Russia, Moscow

**Аннотация:** В статье анализируется интеллектуализация управления техническими системами. Выявляются закономерности функционирования и

особенности управления техническими системами, специфика и разновидности автоматизации. Приводятся виды принципов построения систем автоматического управления и задачи, ставящиеся при управлении техническими системами. Рассматриваются процесс интеллектуализации управления, понятие и сущность интеллектуализации, направления развития интеллектуальных систем и требования, которым они должны отвечать.

**Annotation:** The article analyzes the intellectualization of the management of technical systems. The regularities of functioning and peculiarities of management of technical systems, specificity and types of automation are revealed. The types of principles for constructing automatic control systems and the tasks posed in the management of technical systems are given. The process of intellectualization of management, the concept and essence of intellectualization, directions of development of intelligent systems and the requirements that they must meet are considered.

**Ключевые слова:** интеллектуализация, технические системы, управление техническими системами, интеллектуальные системы, системы управления.

**Key words**: intellectualization, technical systems, control of technical systems, intelligent systems, control systems.

**Введение**

В условиях перманентно возрастающего усложнения разнообразных технических систем повышается значимость грамотного управления этими системами, поскольку эффективность их функционирования зависит как от эффективности составляющих их элементов, так и от планирования, регулирования и оценивания управления [1]. Масштабные технические системы состоят из множества подсистем и элементов, которые должны быть учтены для обеспечения бесперебойности и высоких показателей результативности технологического процесса. С целью обеспечения непрерывного производственного процесса с наилучшими технико-экономическими показателями и минимальной долей участия человека

применяются современные системы автоматизации и интеллектуализации управления техническими системами [2]. Использование методов и средств интеллектуализации позволяет обеспечить принятие решений в реальном времени в условиях неполноты исходных данных и жёсткого дефицита времени, значительно повысить качество и оперативность управления и решить ряд других задач, что делает актуальным изучение особенностей интеллектуализации процесса управления техническими системами.

Целью работы является изучение интеллектуализации управления техническими системами. Для её достижения были использованы методы анализа и синтеза научных публикаций и литературных источников по рассматриваемой теме.

**Особенности управления техническими системами**

Техническая система представляет собой совокупность материальных элементов, находящихся в определённых зависимостях, связанных посредством физических взаимодействий и составляющих единую целостность, целью создания которой является решение задач по составленным человеком программам [3]. Как и прочие системы, технические системы основаны на следующих закономерностях:

- эмерджентность;
- целостность;
- аддитивность;
- синергизм;
- прогрессирующие изоляция и систематизация;
- изофункционализм;
- изоморфизм;
- коммуникативность;
- иерархичность;
- энтропийные закономерности;
- полисистемность;

- противодействие внешнему возмущению;
- принцип Парето;
- закономерность «наиболее слабых мест».

Управление в технических системах осуществляется посредством автоматических систем, выполняющих поставленные задачи без непосредственного участия человека [4]. Автоматизация может быть частичной и комплексной. В первом случае технические средства автоматики выполняют только простые функции управления, сопряжённые с анализом, измерением и контролем значений физических величин и отработкой решений, принимаемых оператором в виде программ, уставок и прочих сигналов управления, во втором – обеспечивают автоматизацию функций управления, связанных как с отработкой сигналов управления, так и с выработкой этих сигналов либо принятием решений с учётом целей управления.

Система автоматического управления включает две подсистемы: управляемый объект и подсистема, управляющая им [5]. При этом управляемый объект обычно представляет собой систему, содержащую совокупность взаимодействующих объектов. Управляющая подсистема, как и управляемый объект, является ориентированным объектом, выходными переменными для которого являются управляющие воздействия, а входными – переменные состояния управляемого объекта.

Вне зависимости от цели управления система автоматического управления может функционировать по одному из циклов, в соответствии с которым определяется принцип её построения [6]:

1. Замкнутый. В таких системах реализуется принцип управления по отклонению ошибки от заданного сигнала посредством использования датчика отрицательной обратной связи по регулируемому параметру.
2. Разомкнутый. В этих системах датчик обратной связи отсутствует, а заданное качество управления обеспечивается измерением и компенсацией возмущающих воздействий.

3. Комбинированный. В системах этого типа сочетаются особенности замкнутых и разомкнутых систем, что позволяет достичь высокого качества управления за счёт коррекции управляющего воздействия как по величине ошибки, так и по возмущающему воздействию [7].

В число основных задач при работе с системами автоматического управления входит определение условий, обеспечивающих устойчивость системы, длительности переходного процесса и отклонений выходных величин при переходных процессах, а также системных ошибок при функционировании в установившемся режиме [8]. Таким образом, ключевыми задачами при управлении техническими системами являются обеспечение качества, устойчивости и точности регулирования.

**Процесс интеллектуализации управления**

Интеллектуальность системы представляет собой совокупность её автономности в окружении, то есть функциональности по самостоятельному принятию решений в границах своей компетенции, и адаптивности к перманентно изменяющимся параметрам среды, в которой эта система функционирует [9]. В свою очередь интеллектуализация является своеобразной траекторией перехода системы во время её жизненного цикла из низкого интеллектуального состояния в более высокое.

Интеллектуализация управления техническими системами осуществляется за счёт внедрения интеллектуальных систем, представляющих собой автоматизированные системы, основанные на знаниях, либо комплексы лингвистических, программных и логико-математических средств для реализации поддержки человеческой деятельности и поиска данных в режиме продвинутого диалога, осуществляемого на естественном языке [10]. К интеллектуальным может быть отнесена любая информационная система, применяющая методы искусственного интеллекта либо решающая интеллектуальную задачу.

Можно выделить следующие ключевые направления развития и применения интеллектуальных систем при управлении сложными техническими системами [11]:

1. Имитация творческих процессов:
    - доказательство теорем;
    - игровые задачи;
    - синтез программ;
    - обучающие программы.
2. Интеллектуализация ЭВМ:
    - системы планирования решения задач;
    - базы знаний;
    - интеллектуальный интерфейс.
3. Робототехнические процессы:
    - обработка зрительной информации;
    - перемещение в реальной среде;
    - нормативное поведение роботов.
4. Новые технологии решения задач:
    - оперативное управление;
    - планирование в автоматизированных системах управления;
    - системы автоматизированного проектирования;
    - автоматизация научных исследований.

В основе интеллектуальных систем управления техническими системами лежит интеллектуализированный анализ, представляющий собой процесс обнаружения знаний, требуемых для принятия конкретных решений, которые не определяются экспертным путём либо стандартными алгоритмическими методами обработки [12]. Предметом интереса при осуществлении интеллектуального анализа выступают нетривиальные знания, потенциально полезные знания, неявные зависимости, заранее неизвестные знания и аномальные изменения.

Интеллектуальные системы управления должны отвечать следующим требованиям, предъявляемым техническими системами нового поколения [13]:

- обеспечение высокого уровня адаптивности к внешним возмущающим воздействиям, имеющим различную природу;
- обеспечение автоматической подстройки к перемене параметров объекта управления и системы;
- прогноз вероятного развития событий;
- сохранение полноценной работоспособности в условиях неопределённости;
- наличие адаптивного человеко-машинного интерфейса;
- возможность применения анализа и обобщения результатов функционирования для организации режимов самообучения.

Важным компонентом интеллектуализации управления является петля контроля собственного состояния, осуществляемого каждым элементом системы [14].

**Заключение**

Стремительное развитие технологий открывает широкие возможности по автоматизации и интеллектуализации управления разнообразными техническими системами. Совершенствование интеллектуальности систем управления технологическими процессами позволит повысить устойчивость объектов управления с их внутренней средой и эффективность различных схем управления технологическими процессами, сократить время, требующееся на обнаружение аварийных и внештатных ситуаций, их исправление и возврат систем управления и объектов в штатный режим, а также снизить расходы на функционирование системы управления и эксплуатацию всего комплекса объектов управления. Дальнейшие исследования в области интеллектуального управления, разработка инженерных методик анализа и синтеза и средств автоматической настройки и обучения интеллектуальных систем дадут возможность создания принципиально новых технических систем, предназначенных для автономного функционирования в условиях неопределённости и неполноты поступающих данных при наличии случайных возмущений внешней среды.

**Список литературы**


1. Кузнецов Е.С. Управление техническими системами: учеб. пособие / Е.С. Кузнецов. – М.: МАДИ (ТУ), 2003. – 247 с.
2. Сачко М.А. Интеллектуализация обучения параметрическому синтезу систем автоматического управления технологическими процессами: автореф. дисс. … канд. техн. наук: 05.13.06 / Максим Анатольевич Сачко; Владивосток. гос. ун-т экономики и сервиса. – Владивосток, 2014. – 19 с.
3. Грицкевич О.В. Жизненный цикл технических систем: учеб.-метод. пособие / О.В. Грицкевич, А.В. Шабурова. – Новосибирск: СГУГиТ, 2019. – 113 с.
4. Деменков Н.П. Управление в технических системах: учеб. / Н.П. Деменков, Е.А. Микрин. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2017. – 452 с.
5. Рачков М.Ю. Оптимальное управление в технических системах: учеб. пособие для бакалавр. и магистр. / М.Ю. Рачков. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Изд-во Юрайт, 2019. – 120 с.
6. Деменков Н.П., Васильев Г.Н. Управление техническими системами: учеб. – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2013. – 399 с.
7. Кирюшин О.В. Управление техническими системами: курс лекций. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2004. – 116 с.
8. Трифонова Г.О. Управление техническими системами: учеб. пособие / Г.О. Трифонова, В.В. Буренин, О.И. Трифонова. – М.: МАДИ, 2019. – 192 с.
9. Мохов А.И., Душкин Р.В. Функциональный подход к интеллектуализации объектов на основе комплексотехники // E-Management. – 2020. – Т. 3, № 4. – С. 13-25.
10. Интеллектуальные системы / А.В. Остроух. – Красноярск: Научно-инновационный центр, 2015. – 110 с.
11. Акиншин О.Н., Кулешов А.В., Столяров А.А. Основные направления развития и применения интеллектуальных систем управления сложными

техническими системами // Электронные информационные системы. – 2019. – № 2 (21). – С. 73-78.

12. Соловьёв С.В. Содержание и структура задач интеллектуализированного контроля состояния космических аппаратов в процессе управления полётом // Космическая техника и технологии. – 2021. – № 1 (32). – С. 119-126.
13. Лохин В.М., Романов М.П. Интеллектуальные системы управления – перспективная платформа для создания техники нового поколения // Вестник МГТУ МИРЭА. – 2014. – № 1 (2). – С. 1-24.
14. Душкин Р.В. Интеллектуализация управления техническими системами в рамках функционального подхода // Программные системы и вычислительные методы. – 2019. – № 2. – С. 43-57.

**Bibliography**

1. Kuznetsov E.S. Management of technical systems: textbook. allowance / E.S. Kuznetsov. - M .: MADI (TU), 2003 .-- 247 p.
2. Sachko M.A. Intellectualization of teaching parametric synthesis of automatic control systems for technological processes: author. diss. ... Cand. tech. Sciences: 05.13.06 / Maksim Anatolevich Sachko; Vladivostok. state University of Economics and Service. - Vladivostok, 2014 .-- 19 p.
3. Gritskevich O.V. Life cycle of technical systems: study guide. allowance / O.V. Gritskevich, A.V. Shaburov. - Novosibirsk: SGUGiT, 2019 .-- 113 p.
4. Demenkov NP Management in technical systems: textbook. / N.P. Demenkov, E.A. Mikrin. - M .: Publishing house of MSTU im. N.E. Bauman, 2017 .-- 452 p.
5. Rachkov M.Yu. Optimal control in technical systems: textbook. manual for a bachelor. and master. / M.Yu. Rachkov. - 2nd ed., Rev. and add. - M .: Yurayt Publishing House, 2019 .-- 120 p.
6. Demenkov NP, Vasiliev GN. Management of technical systems: textbook. - M .: MGTU im. N.E. Bauman, 2013 .-- 399 p.
7. Kiryushin O.V. Management of technical systems: a course of lectures. - Ufa: USPTU Publishing House, 2004 .-- 116 p.

8. Trifonova G.O. Management of technical systems: textbook. allowance / G.O. Trifonova, V.V. Burenin, O. I. Trifonov. - M .: MADI, 2019 .-- 192 p.
9. Mokhov A.I., Dushkin R.V. A functional approach to the intellectualization of objects based on complex technology // E-Management. - 2020. - T. 3, No. 4. - S. 13-25.
10. Intelligent systems / A.V. Pointy-eared. - Krasnoyarsk: Research and Innovation Center, 2015 .-- 110 p.
11. Akinshin O.N., Kuleshov A.V., Stolyarov A.A. The main directions of development and application of intelligent control systems for complex technical systems // Electronic information systems. - 2019. - No. 2 (21). - S. 73-78.
12. Solovyov S.V. Content and structure of tasks of intellectualized control of the state of spacecraft in the process of flight control // Space technology and technology. - 2021. - No. 1 (32). - S. 119-126.
13. Lokhin V.M., Romanov M.P. Intelligent control systems - a promising platform for creating a new generation of technology // Vestnik MGTU MIREA. - 2014. - No. 1 (2). - S. 1-24.
14. Dushkin R.V. Intellectualization of management of technical systems within the framework of the functional approach // Software systems and computational methods. - 2019. - No. 2. - S. 43-57.

*© Зуева Д.В., Голубев В.В., Дзевицкая А.В., 2022 Научно-образовательный журнал для студентов и преподавателей «StudNet» №1/2022.*

**Для цитирования**: Зуева Д.В., Голубев В.В., Дзевицкая А.В. ИНТЕЛЛЕКТУАЛИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ// Научно-образовательный журнал для студентов и преподавателей «StudNet» №1/2022.