

Методический подход и план разработки методики для оценки эффективности организации, разработки и эксплуатации информационного и специального программного обеспечения для интеграции АСУТП металлургического комбината и лабораторной информационной менеджмент-системы

А. Катенин, к.т.н, АО «ГНИНГИ»

Н. Лиманский

В. Милушков

Ключевые слова: доменное производство, доменный цех, методика для оценки эффективности организации, разработки и эксплуатации информационного и специального программного обеспечения для интеграции АСУТП металлургического комбината и лабораторной информационной менеджмент-системы

Цель данной статьи – обосновать структуру методики для оценки эффективности организации, разработки и эксплуатации информационного и специального программного обеспечения для интеграции АСУТП металлургического комбината и лабораторной информационной менеджмент-системы. Методика должна учитывать современные подходы к разработке масштабируемого, отказоустойчивого, «относительно недорогого» в проектировании, внедрении и эксплуатации ПО.

Методический подход и план разработки методики для оценки эффективности организации, разработки и эксплуатации информационного и специального программного обеспечения для интеграции АСУТП металлургического комбината и лабораторной информационной менеджмент-системы включает:

- обоснование и учёт стоимости, времени и др. показателей разработки, внедрения и т.п. ИО и ПО на разных этапах жизненного цикла ИС, метрик коммерческой разработки ПО (аспект разработки);
- учёт технологических и бизнес-процессов доменного производства, отбора проб, пробоподготовки, лауораторной деятельности, включая ХА, ГРА, ТИ и др., (аспект технологических и бизнес-процессов);
- априорную оценку эффективности и гипотезу о приросте эффективности после внедрения ЛИМС и интеграции ЛИМС с АСУТП (аспект возможного прироста эффективности);
- учёт вариантов построения СПО за счёт разной архитектуры приложений (архитектурный аспект);
- учёт разрабатываемых и поддерживаемых ЛИМС сложившейся архитектуры из 14 модулей ЛИМС (аспект предложений на рынке СПО).

Проанализированы некоторые актуальные методы анализа и проектирования информационного и программного обеспечения:

- в части АСУТП [7-13];
- извлечения знаний, в т.ч. при проектировании ЛИМС [14];
- анализа программных архитектур [15-18];
- выбора и обоснования критериев и показателей эффективности ИС [19-38].

Предлагается методический подход к разработке методики для оценки эффективности организации, разработки и эксплуатации информационного и специального программного обеспечения для интеграции АСУТП металлургического комбината и лабораторной информационной менеджмент-систем, учитывающий следующие аспекты ИС.

1 Аспект разработки

Информационное обеспечение – совокупность единой системы классификации и кодирования информации, унифицированных систем документации и информационных массивов.

Программное обеспечение – программа или множество программ, используемых для управления компьютером (ISO/IEC 26514:2008); совокупность программ системы обработки информации и программных документов, необходимых для эксплуатации этих программ (ГОСТ 19781-90). Существуют и другие определения. В данной статье будем рассматривать ПО как основную часть информационной системы (ИС) для автоматизации предприятия, а ИО как часть ПО в виде кода и данных, содержащую форматы и инструкции по представлению и обработке целевой информации.

Специальное программное обеспечение – (здесь) ИС, разработанная для автоматизации технологических и бизнес-процессов ДП.

Жизненный цикл ИО (ПО) – модель развития информационного (программного) обеспечения, включающая этапы анализа требований, планирования, проектирования, кодирования, тестирования, валидации, развёртывания, обучения персонала, сопровождения, модернизации и утилизации. Возможны другие названия и полнота включения этапов: разработка, внедрение, настройка, обучение, эксплуатация опытная, эксплуатация штатная, сопровождение, модернизация, вывод из эксплуатации, утилизация и т.п.

Указанное определение не противоречит применению сложившихся практик и подходов, например, ITIL – по управлению ИТ-услугами, учёт SLA [6] и т.п.

На упомянутых стадиях ЖЦ в качестве показателей учитывают следующие характеристики процессов, мероприятий и т.п., например:

- время (время разработки, время внедрения ...);
- стоимость (стоимость разработки и т.п.);
- количество строк кода;
- вероятность (вероятность ошибок в коде определённого назначения и размера, вероятность отказа ПО, вероятность отказа инфраструктуры для установки СПО и т.п.).

Таким образом, разрабатываемая методика должна учитывать временные (Т), вероятностные (Р), стоимостные (С) характеристики, а также оценку рисков (R) и целевой эффект (Q). На рис. 2 это условно обозначено как модель качества вида $E = \langle T, P, C, Q, R \rangle$.

Метрики коммерческой разработки ПО рассмотрены, например, в [1] и [2].

2 Аспект технологических и бизнес-процессов

Методика должна учитывать существующие и перспективные (после внедрения автоматизации с ЛИМС и интеграции менеджмент-системы с АСУТП ДП) бизнес- (БП) и технологические процессы, а также специфику доменного производства:

- 1) структуру БП с ОВП, ДЦ, КП, поставщиками, схемой пробоотбора;
 - 2) АСУТП доменной печи (ДП) управляет выплавкой, в масштабе времени, близком к реальному, или в РМВ выполняется съём показаний с датчиков и корректируется управление выплавкой;
 - 3) пробоотбор, пробоподготовку, лабораторную деятельность (ХА, ГРА, ТИ), плавку.
- Известен комплекс методик и лабораторного оборудования для определения свойств кокса и шлаков в зоне плавления доменной печи [3].

3 Аспект возможного прироста эффективности

Должны быть выполнена оценка эффективности ДП до внедрения ЛИМС, с внедрением ЛИМС, с интеграцией АСУТП ДП и ЛИМС. Возможный прирост эффективности ΔQ необходимо доказать.

Используем следующие обозначения:

- Q0 – эффективность ДП до внедрения ЛИМС (ДП+АСУТП);
- Q1 – эффективность ДП после внедрения ЛИМС (ДП+АСУТП+ЛИМС);
- Q2 – эффективность ДП после интеграции ЛИМС и АСУТП (ДП+ИНТ(АСУТП+ЛИМС)).

В работе [4] рассмотрен вариант ДП+АСУТП.

4 Варианты построения СПО за счёт разной архитектуры приложений

Архитектура ПО – совокупность реализованных технологических стеков (ЯВУ, средства разработки и т.п.) и способов декомпозиции и синтеза программных компонентов в единой ИС.

Методика должна учитывать различную архитектуру ЛИМС, включая серверную часть, клиентскую часть (например, DESKTOP, упрощённый клиент для производственных цехов, броузерное приложение, мобильное приложение, SaaS).

В свою очередь и серверная, и клиентская части могут строиться по разным стекам и разными командами.

Предлагается учесть указанные варианты оценкой временных показателей, вероятности решения определённых задач, рисков, стоимости.

Ответ на вопрос, следует ли внедрять ЛИМС, означает предварительную количественную оценку вариантов ИО и ПО (например, с ETL и/или РСУБД, монолит или MSA серверной части, тулчейн для серверной части и т.п.).

Формально список вариантов может быть ограничен следующим декартовым множеством с лингвистическими переменными:

- варианты интеграции ЛИМС и АСУТП ДП (ETL/ELT, РСУБД);
- варианты реализации серверной части ЛИМС (монолит, MSA) x Стек x Тулчейн;
- варианты реализации клиентской части ЛИМС (монолит, MSA) x (DESKTOP, УКЛ DESKTOP, УКЛ броузер, Моб, SaaS).

Здесь обозначения в скобках типа «ETL/ELT, РСУБД, монолит, MSA» и т.п. обозначают актуальные архитектуры построения и интеграции ИС, под стеком и тулчейном понимаем ЯВУ, средства разработки (для стека), деплоя, контроля версий и т.п. – для тулчейна. При всей важности определений уточнение указанных понятий выходит за рамки статьи.

5 Оценка предложений на рынке ЛИМС

Обзор авторами существующих отечественных ЛИМС показал, что внедрение «коробочных» ЛИМС, как правило, выполняется в вариантах 1..14 модулей. Эти модули включают настройку основного процесса, т.е. лабораторной деятельности, настройку НСИ, серверной части, клиентской части и т.п. Вариант типовых модулей в одном из коробочных решений известной ЛИМС «АИСТ» представлен на рис. 3.

В настоящее время практически все отечественные ЛИМС могут быть усовершенствованы за счет следующих доработок:

- 1) внедрения атласа проб (шаблоно проб), включающего формализованное описание разделения на экземпляры, навески, фракции, дубликаты в виде графа; отображаемый граф может быть доступен для редактирования оператором;
- 2) реализации редактируемого списка контролируемых параметров (КП) для конкретных методов анализа (МА) из соответствующих ГОСТов и другой НТД; текущий уровень контроля обозначений в разных МА, экспорта-импорта КП, сортировок как в Excel или системах компьютерной алгебры (СКА) не соответствует актуальным требованиям (кратко: в современных ЛИМС отсутствует удобный редактор КП с контролем значений и сортировками как в известных табличных редакторах или системах компьютерной алгебры);
- 3) реализации языка описания формул как в СКА типа MapleSoft Maple, в отчетах LaTeX-редакторов, в формулах Excel;
- 4) для визуализации флота и характеристик ДП РФ, например, в ГИС.

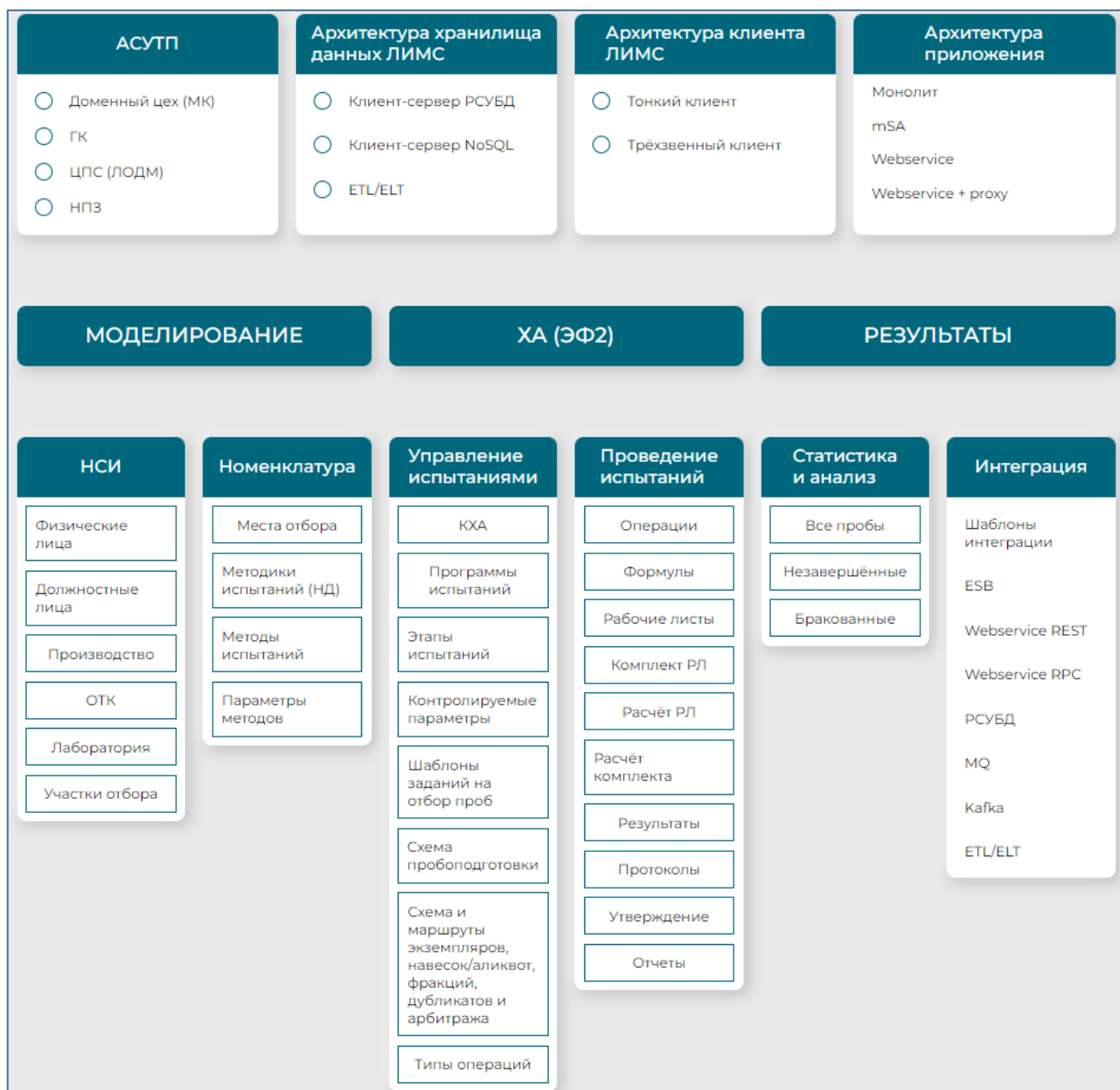


Рисунок 1 – Макет стенда для разработки методики

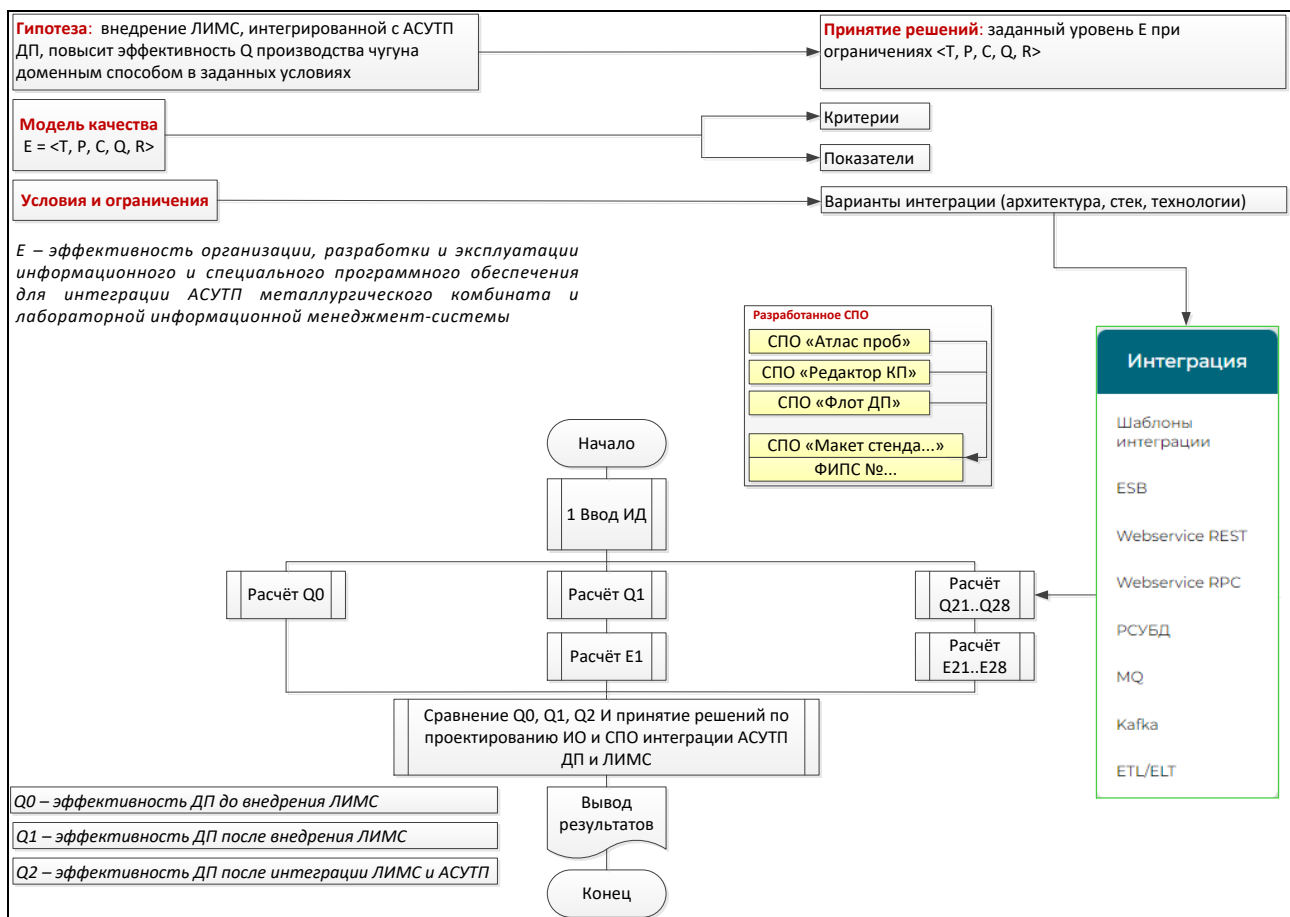


Рисунок 2 – Методический подход

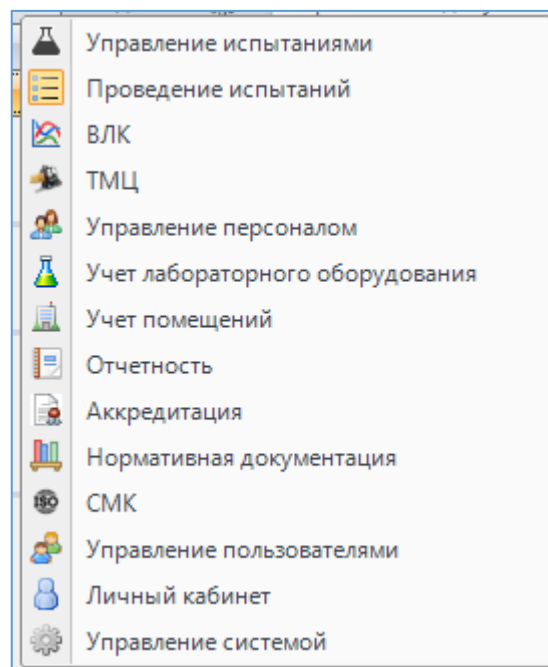


Рисунок 3 – Упорядоченный по этапам основного процесса испытаний и настройкам список целевых модулей

ВЫВОДЫ

- 1 Предложен методический подход к оценке эффективности организации, разработки и эксплуатации информационного и специального программного обеспечения для интеграции АСУТП металлургического комбината и лабораторной информационной менеджмент - системы.
- 2 Разработан макет стенда для моделирования и оценки в соответствии с предложенной методикой.
- 3 Определены пути совершенствования ИО и ПО (план) в части ЛИМС.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

АА	–	атомно-абсорбционный (об анализе)
АГ	–	аглоруда
АГЛ	–	агломерат
АЦ	–	агломерационный цех
ГОК	–	горно-обогатительный комбинат
ДП	–	доменная печь (реже – доменное производство)
ДЦ	–	доменный цех
ЖПВ	–	железо прямого восстановления
ЖРМ	–	железнорудные материалы
ЖРС	–	железнорудная смесь
ЖСО	–	железосодержащие отходы
ЖЦ	–	жизненный цикл
ИО	–	информационное обеспечение
ИС	–	информационная система
КИПО	–	коэффициент использования полезного объема доменной печи
КС	–	концентратная смесь
КХЗ	–	коксохимический завод
КЦ	–	конвертерный цех
МК	–	металлургический комбинат
ОВП	–	отдел внешней приёмки
ПГ	–	природный газ
ПО	–	программное обеспечение
ПУТ	–	пылеугольное топливо
РФА	–	рентгенофлуоресцентный анализ
СПО	–	специальное ПО
ССЦР	–	структурная схема целей развития
ТИ	–	термические испытания
ТПМ	–	топливно-плавильные материалы
ФМИ	–	физико-механические испытания
ХА	–	химический анализ
ШМ	–	шихтовые материалы
ЧМ	–	чёрная металлургия

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1	https://habr.com/ru/articles/338120/ , Дата обращения: 21.05.2023
2	https://www.purrweb.com/ru/blog/15-metrik-razrabotki-programmnogo-obespecheniya/ , Дата обращения: 21.05.2023
3	Комплекс методик и лабораторного оборудования для определения свойств кокса и шлаков в зоне плавления доменной печи, Чёрная металлургия, № 75 (2), 2019

4	Применение на доменных печах с АСУТП, повышающих эффективность доменной плавки путём непрерывного автоматического контроля... (п. 7.3.2), ИТС 26-2017
5	Макет стенда для разработки методики для..., https://sohoware.ru/lims/ , Дата обращения: 30.05.2023
6	Ключевые показатели эффективности в техподдержке: как улучшить качество обслуживания, 26.05.2023, https://habr.com/ru/articles/737888/ , Дата обращения: 30.05.2023
7	Щипанов К., Спирин Н. Разработка математических моделей и программного обеспечения для управления пуском доменных печей, 2014
8	Баев А. И др. Методы и средства разработки и верификации UML-моделей комплекса требований к автоматизированным системам управления организационно-техническими системами, Автоматизация процессов управления, № 4 (66) 2021
9	Смагин А. и др. Разработка системы моделирования, контроля и управления технологическим процессом производства радиофармацевтических лекарственных препаратов. Часть 1. вероятностная модель технологического процесса, Автоматизация процессов управления, № 1 (67) 2022
10	Ястребов Д. Метод расчета вероятностно-временных характеристик цикла управления в иерархической системе, Автоматизация процессов управления, № 1 (67) 2022
11	Смагин А. и др. Разработка имитатора для проведения моделирования, контроля и управления технологическим процессом производства радиофармацевтических лекарственных препаратов, Автоматизация процессов управления, № 2 (68) 2022
12	Баев А. И др. Методика разработки отказоустойчивых программных средств автоматизированных систем управления технологическими процессами, Автоматизация процессов управления, № 3 (69) 2022
13	Парамонов А., Боровский А. Метод и алгоритмы проектирования прикладного программного обеспечения логических контроллеров в промышленности на основе использования визуальных моделей, Автоматизация процессов управления, № 3 (69) 2022
14	Романов А., Скалкин А. Подход к извлечению знаний при разработке программных проектов, Автоматизация процессов управления, № 3 (69) 2022
15	Романов М. И др. Новая архитектура систем управления исполнительного уровня для дискретного машиностроительного производства, Мехатроника, автоматизация, управление, Том 18, № 1, 2017
16	Печерских А., Романов А., Береснев Ю. Подход к поиску структурно-похожих проектов программных систем, Автоматизация процессов управления, № 3 (69), 2022
17	Синешук Ю., Давыдова Т. Метод выбора варианта безопасного информационного взаимодействия элементов корпоративной сетевой структуры, Автоматизация процессов управления, № 3 (69), 2022
18	Enterprise проекты: что нужно знать разработчику?, https://habr.com/ru/articles/731470/ , Дата обращения: 26.04.2023
19	Андронов А., Шибанов Г. Современная технология научного выбора наиболее перспективного образца техники из ряда образцов аналогичного назначения, Мехатроника, автоматизация, управление, Том 16, № 4, 2015
20	Каляев А., Каляев И. Метод децентрализованного управления распределенной системой при выполнении потока заданий, Мехатроника, автоматизация, управление, Том 16, № 9, 2015
21	Кай Шэнь, Неусыпин К. Исследование критериев степеней наблюдаемости, управляемости и идентифицируемости линейных динамических систем, Мехатроника, автоматизация, управление, Том 17, № 11, 2016
22	Холопов Ю., Ле Ба Чунг, Нгуен Тхань Чунг, Согласованная информационная среда для высокодинамичной системы управления, Мехатроника, автоматизация, управление, Том 17, № 12, 2016
23	Тарасов Е. Управление в эргатических распределенных системах обработки данных, Мехатроника, автоматизация, управление, Том 17, № 4, 2016

24	Филимонов Н. Методологический кризис «всепобеждающей математизации» современной теории управления, Мехатроника, автоматизация, управление, Том 17, № 5, 2016
25	Романов М., Романов А. и др. Новая архитектура систем управления исполнительного уровня для дискретного машиностроительного производства, Мехатроника, автоматизация, управление, Том 18, № 1, 2017
26	Гулай А., Зайцев В. Интеллектуальные технологии оперативного функционального контроля многопараметрических систем, Мехатроника, автоматизация, управление, Том 18, № 10, 2017
27	Городецкий В., Бухвалов О. Самоорганизующиеся производственные В2В-сети. Часть I. Концепция и базовые задачи, Мехатроника, автоматизация, управление, Том 18, № 11, 2017
28	Городецкий В., Бухвалов О. Самоорганизующиеся производственные В2В-сети. Часть 2. Архитектура и алгоритмическая поддержка, Мехатроника, автоматизация, управление, Том 18, № 12, 2017
29	Иванников А. Формирование отладочного набора тестов для проверки функций цифровых систем управления объектами, Мехатроника, автоматизация, управление, Том 18, № 12, 2017
30	Сухинин Б., Сурков В. К вопросу о методологическом кризисе современной теории оптимального управления, Мехатроника, автоматизация, управление, Том 19, № 1, 2018
31	Фрейман В., Южаков А. Диагностирование и оценка состояния элементов систем управления распределенными инфраструктурами, Мехатроника, автоматизация, управление, Том 19, № 2, 2018
32	Филимонов А., Филимонов Н. Ситуационный подход в задачах автоматизации управления техническими объектами, Мехатроника, автоматизация, управление, Том 19, № 9, 2018
33	Кочковская С. Разработка алгоритма моделирования характеристик сталей в подсистеме управления производственными ресурсами сталеплавильного производства, Мехатроника, автоматизация, управление, Том 20, № 10, 2019
34	Вертемягин А. И др. Оценка производительности объектов вычислительных систем и сетей при различных уровнях их живучести, Автоматизация процессов управления, № 2 (64) 2021
35	Безденежных С., Брайткрайц С. Адаптивное управление требованиями в системе управления жизненным циклом продукции военного назначения, Вооружение и экономика, № 3(57) / 2021
36	Буравлев А., Еланцев Г. Вероятностные модели управления жизненным циклом вооружения и военной техники, Вооружение и экономика, № 3(57) / 2021
37	Буравлев А., Андрейков И. Задача оптимальной унификации систем вооружения по критерию «эффективность – стоимость», Вооружение и экономика, №4 (58) / 2021
38	Бармина А. И др. Подход к автоматизации проектирования и управлению проектами программных систем, Автоматизация процессов управления, № 4 (70) 2022