

## ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ ЦИФРОВИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЕМ ОТРАСЛИ СПЕЦХИМИИ

Д.Г. Абрамов, А.В. Кодолов, Ф.А. Попов, А.А. Овчинников

АО «ФНПЦ «Алтай», г. Бийск

Цифровизация всех сфер экономики в нашей стране является важной задачей, предусматривающей создание экосистемы цифровой экономики Российской Федерации, в которой данные в цифровой форме являются ключевым фактором производства во всех сферах социально-экономической деятельности. В статье на примере АО «ФНПЦ «Алтай» рассмотрены проблемы и пути цифровизации предприятий отрасли спецхимии. Показано, что в целом сегодня речь идет о цифровой трансформации предприятия, т.е. о внедрении цифровых технологий во все виды его деятельности путем создания единого информационного пространства и интеграции на его основе систем различных уровней управления с целью создания интегрированной автоматизированной системы управления (АСУ). При этом внедрение и последующая эксплуатация цифровых технологий на предприятиях рассмотренного типа невозможна без отрыва от решения проблем информационной безопасности. Соответственно, внедрение новых информационных систем (ИС), разработка или пересмотр комплекса мер по информационной безопасности должны выполняться системно и согласованно, с учетом того факта, что система безопасности не должна препятствовать штатному режиму функционирования разработанных ранее автоматизированных систем управления при выполнении ими основных функций. Показано, что на сегодняшний день целесообразным решением для предприятий спецхимии является создание трехуровневой системы обеспечения безопасности информации на основе межсетевых экранов, каждый уровень которой предназначен для функционирования на соответствующем уровне интегрированной АСУ предприятия. Отмечено, что решение данных проблем в полной мере позволит предприятию эффективно встроиться в цифровую экономику отрасли и построить взаимодействие на новом уровне с сопутствующими предприятиями – предприятиями кооперации.

*Ключевые слова:* информатизация, цифровизация, спецхимия, информационная безопасность.

### ВВЕДЕНИЕ

Сегодня на повестке дня в нашей стране – цифровизация всех сфер экономики. Программа "Цифровая экономика РФ" предусматривает создание экосистемы цифровой экономики Российской Федерации, в которой данные в цифровой форме являются ключевым фактором производства во всех сферах социально-экономической деятельности, и в которой обеспечено эффективное взаимодействие бизнеса, научно-образовательного сообщества, государства и граждан [1].

В этой связи хочется отметить, что 24 августа 2021 г. исполнилось 98 лет со дня рождения выдающегося советского ученого, благодаря усилиям которого в 1960-1970-е годы в стране были развернуты фундаментальные и прикладные исследования, составившие в совокупности то, что сегодня мы называем информационными и цифровыми технологиями, академика В.М.Глушкова. Еще в 1962 г. он предложил создать ОбщеГосударственную Автоматизированную Систему (ОГАС), которая должна была разрешить накопившиеся к тому времени проблемы и противоречия управления экономикой страны [2].

Частично идея ОГАС была реализована для оборонных отраслей промышленности, при этом на начальных этапах работ основное внимание было уделено созданию автоматизированных систем

управления технологическими процессами изготовления изделий (АСУТП) и систем управления предприятиями (АСУП) без рассмотрения их взаимосвязей. С середины 1970-х годов в научно-производственных отраслевых центрах начали создаваться САПР и наметился переход к интеграции перечисленных систем в составе систем управления предприятием в целом. С точки зрения сегодняшнего дня речь шла фактически о *цифровой трансформации* предприятий [3-7].

В ключевых отраслях, в т.ч. в НПО АЛТАЙ (ФНПЦ «АЛТАЙ», АО «ФНПЦ «АЛТАЙ»), создавались Кустовые Вычислительные Центры (КВЦ), аккумулирующие процессы обработки данных для предприятий своего профиля, являвшиеся прообразом современных Центров Обработки Данных [6,7]. К сожалению, в 1990-х годах работы по созданию АСУ в отраслях прекратились и получили продолжение только в начале 2000-х годов, причем на предприятиях спецхимии хотя основное внимание при этом и уделялось автоматизации отдельных технологических процессов и операций, тем не менее рассматривались и методы их вертикальной интеграции с системами более высоких уровней, в т.ч. уровня предприятия в целом [3-6]. Это имело место и в ФНПЦ «АЛТАЙ», где в настоящее время работы в области цифровизации предприятия ведутся с учетом опыта ведущих предприятий различных отраслей в данном направлении, а также собственного опыта

НПО «Алтай», приобретенного им в предыдущие периоды времени при решении задач АСУ предприятия, АСУТП и САПР [6-12].

### ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

В целом сегодня речь идет о внедрении цифровых технологий в сквозной процесс деятельности предприятия, включающий не только научно-производственные этапы, но и сопутствующие финансовую и организационную деятельности [6,10-14].

Ведутся эти работы с учетом того факта, что в части организации производства (с точки зрения построения процессов управления и движения управленческой информации) предприятия спецхимии мало чем отличаются от научно-производственных предприятий других отраслей. Но при этом на них особую важность имеют проблемы обеспечения безопасности и строгой регламентации технологических процедур, без разрешения которых реализация комплексного подхода к цифровизации таких предприятий становится невозможной [8,9,15].

Для АО «ФНПЦ «Алтай», являющегося предприятием отрасли спецхимии и относящегося к оборонно-промышленному комплексу (ОПК), результатом цифровизации его деятельности является, прежде всего, встраивание в цифровую экономику отрасли и построение взаимодействия на новом уровне с сопутствующими предприятиями кооперации (рис. 1).

Цифровизация управления предприятием при этом основана на внедрении интегрированной АСУ производством изделий военного назначения, для функционирования которой необходимо обеспечить прежде всего актуальной технологической информацией системы MES, CAM, PLM с уровня локальных АСУТП в реальном масштабе времени [6,9-12]. Таким образом формируется единое информационное пространство, позволяющее эффективно интегрировать системы различных уровней управления.

На пути внедрения интегрированной АСУ возникают три существенные проблемы, с которыми редко сталкиваются промышленные предприятия других отраслей [10,12].

Во-первых, существуют строгие меры по организационно-технической защите информации, связанной с функционированием предприятия. Комплекс мер должен обеспечивать информационную безопасность сетей передачи данных, хранилищ баз данных, АСУТП локальных производственных участков, разграничение прав доступа и призван не допустить утечки информации по техническим каналам, ограничить доступ к ней сторонних лиц, а также предотвратить её уничтожение.

Во-вторых, существуют проблемы, связанные со стареющим производственным оборудованием.

Зачастую используется уникальное производственное оборудование, изготовленное несколько десятков лет назад в единичных экземплярах под заказ и его модернизация представляет определенные трудности или просто невозможна. Аналоги или современные модификации данного оборудования отсутствуют. В связи с этим данные производственные фонды достаточно сложно интегрировать в разрабатываемые информационные системы по современным стандартам.

В-третьих, не соответствующая современным условиям, негармонизированная нормативная база (ЕСКД, ГОСТ Р, ГОСТ РВ), в рамках которой предприятию необходимо держаться, не вполне сочетается с возможностями и архитектурой существующих современных систем автоматизации.

Решение указанных проблем на уровне предприятий отрасли является первоочередной задачей для цифровизации их производств, что в конечном итоге позволит получить прозрачность выпуска продукции, сократит издержки предприятий, повысит эффективность управления предприятием и кооперацией предприятий.

Следует отметить тот факт, что деятельность предприятий отрасли спецхимии неразрывно связана с их взаимодействием в рамках кооперации, выпускающей взаимосвязанную продукцию. С целью получения максимальных результатов требуется внедрение цифровых технологий на всех предприятиях кооперации. Например, в зависимости от тех или иных условий на одном из предприятий, возникает необходимость корректировки производственных планов на других предприятиях кооперации.

Кроме того, деятельность этих предприятий имеет строгую взаимосвязь с представителями Министерства обороны, предъявляющими требования полного контроля производственной цепочки и результатов испытаний. Получение доступа представителей Министерства обороны к единому информационному пространству позволит сократить издержки ведомства, связанные с привлечением сотрудников на локальные производственные участки и приведёт к увеличению прозрачности качества продукции для непосредственного заказчика.

Особенно остро на сегодняшний день стоит задача синхронизации, контроля Министерством обороны выполнения планов изготовления, планирования деятельности предприятия и сокращения простоев оборудования в условиях постоянно изменяющихся внешних факторов и необходимости загрузки освободившихся производственных фондов, являющейся следствием снижения гособоронзаказа.

Обеспечение эффективного взаимодействия – создание единого информационного пространства внутри каждого из предприятий кооперации и кооперации в целом позволит решить перечисленные

ранее задачи. Особенности формирования единого информационного пространства представлены в работах [6,10,12,13, др.].

При этом вопросы информационной безопасности при создании единого информационного пространства на предприятиях выступают на передний план. В этой связи правильное использование информационных систем (ИС) предприятий и управление доступом к этим системам становится важной, приоритетной задачей, входящей в цепочку мероприятий безопасности, направленных на повышение обороноспособности страны.

К сожалению, исторически сложилось так, что при внедрении информационных систем на предприятиях не учитывались все аспекты информационной безопасности. Основное значение имело то, что данные системы не имеют внешних соединений, а физический доступ к рабочим местам, линиям передачи данных и хранилищам данных ограничен внешним периметром предприятия и внутренними организационно-техническими мероприятиями.

В настоящее время проблемы, связанные с информационной безопасностью автоматизированных систем управления, решаются в АО «ФНПЦ «Алтай» на уровне физического ограничения доступа к компонентам системы и физической изолированности самих систем от внешних подключений. В данных системах автоматизированного управления отсутствует информационное взаимодействие с иными автоматизированными (информационными) системами и информационно-телекоммуникационными сетями.

Программное обеспечение данных систем не имеет методов управления доступом, типами доступа, правилами разграничения доступа субъектов доступа к объектам доступа.

Интеграция указанных систем в рамках единого информационного пространства потребует помимо организации каналов связи в полной мере исполнения приказа ФСТЭК России №31, ГОСТ Р 51583-2014 «Защита информации. Порядок создания автоматизированных систем в защищенном исполнении», ГОСТ Р 51624 «Автоматизированные системы в защищенном исполнении», определяющих требования к обеспечению защиты информации в АСУТП.

Данные документы предписывают создание полноценной системы защиты автоматизированной системы управления, создание которой начинается с классификации АСУ, определения угроз безопасности и требований к системе защиты. Необходимым является разработка модели угроз безопасности информации, содержащей описания системы управления и угроз безопасности для каждого из ее уровней, включая описания возможностей нарушителей (модель нарушителя), возможных уязвимостей системы, способов (сценариев)

реализации угроз безопасности и последствий от нарушения свойств безопасности.

При этом необходимо учитывать тот факт, что система безопасности не должна препятствовать штатному режиму функционирования автоматизированных систем управления при выполнении их основных функций.

Все АСУТП на предприятии работают на базе специфических сетевых стандартов, требующих специализированных инструментов анализа и мониторинга активности. Такие системы достаточно статичны, базируются на устаревшем программном обеспечении и могут крайне болезненно реагировать на любые изменения, в том числе и те, которые потенциально могли бы повысить уровень безопасности. В некоторых случаях такие мероприятия могут негативно повлиять на производительность АСУТП либо иным образом нарушить функционирование ее компонентов. Поэтому к основному типу инструментов, которые здесь могут быть использованы, относятся пассивные системы мониторинга активности и предотвращения угроз (Network Anomaly Detection), встраиваемые в существующую инфраструктуру (например, подключаются к SPAN-порту) и пассивно сканирующие весь циркулирующий в сети трафик, обнаруживая аномальные отклонения и уведомляя службы безопасности о необходимости расследования того или иного инцидента.

Ко второму типу решений для обеспечения безопасности АСУТП относятся активные инструменты управления информационными потоками и доступом. Речь идет об обычных и промышленных межсетевых экранах, решениях для защиты конечных узлов и управления доступом к сети, однонаправленных шлюзах и т.п.

Применение второго типа решений является более предпочтительным в рамках отрасли спецхимии, так как не потребует остановки непрерывного процесса производства и модернизации существующей АСУТП с целью внедрения средств информационной безопасности.

На сегодняшний день целесообразным решением для предприятия ФНПЦ «Алтай» является создание трехуровневой системы обеспечения безопасности информации в АСУ на основе использования межсетевых экранов, каждый уровень которой предназначен для функционирования на соответствующем уровне автоматизированной системы управления предприятием.

Данное решение обусловлено следующими причинами:

- различие выполняемых функций каждого уровня АСУП;
- различными способами взаимодействия с пользователями/операторами каждой АСУ;

– различными протоколами взаимодействия и на каждом уровне управления;

– различием событий на каждом уровне управления, требующих реакции системы обеспечения безопасности.

Особое внимание при построении системы обеспечения безопасности информации сегодня уделяется объектам критической информационной инфраструктуры (КИИ) предприятия.

В настоящее время на предприятии ФНПЦ «Алтай» - субъекте КИИ, в соответствии с постановлением Правительства №127 от 08.02.2018г. создана расширенная комиссия по категорированию объектов КИИ и имеются предпосылки к установлению 3-ей категории значимости некоторых АСУТП производственной площадки и информационной системы испытательного стенда.

Данные АСУТП используются на завершающих стадиях многостадийного процесса изготовления крупногабаритных изделий отрасли спецхимии и характеризуются:

– значительной продолжительностью технологических процессов, сложностью и высокой стоимостью технологического оборудования;

– значительным числом параметров контроля и их разнообразием, сложностью программно-логического управления и высокой точностью регулирования основных параметров процессов;

– необходимостью использования методов интеллектуального управления.

При выходе из строя данных систем наступают серьезные экономические последствия, расчёт которых ведётся в настоящее время.

Система обеспечения безопасности информации объектов КИИ не может быть ограничена внедрением межсетевых экранов, в связи с чем разрабатывается комплекс мер, соответствующих установленной категории значимости в соответствии с приказом ФСТЭК №239.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В статье, на примере АО "ФНПЦ "Алтай", с учетом опыта ведущих предприятий различных отраслей в данном направлении, а также собственного опыта НПО «Алтай», приобретенного им в предыдущие периоды времени при решении задач АСУ предприятия, АСУТП и САПР, рассмотрены проблемы и пути цифровизации предприятий отрасли спецхимии.

Показано, что в целом сегодня речь идет о цифровой трансформации предприятия, т.е. о внедрении цифровых технологий во все виды его деятельности путем создания единого информационного пространства и интеграции на его основе систем различных уровней управления. При этом внедрение и последующая эксплуатация цифровых технологий на предприятиях

рассмотренного типа невозможна без отрыва от решения проблем информационной безопасности. Соответственно, внедрение новых ИС, разработка или пересмотр комплекса мер по информационной безопасности должны выполняться системно и согласованно, с учетом того факта, что система безопасности не должна препятствовать штатному режиму функционирования разработанных ранее АСУ при выполнении ими основных функций.

Показано, что на сегодняшний день целесообразным решением для предприятий спецхимии является создание трехуровневой системы обеспечения безопасности информации на основе межсетевых экранов, каждый уровень которой предназначен для функционирования на соответствующем уровне интегрированной АСУ предприятия.

Отмечено, что решение данных проблем в полной мере позволит предприятию эффективно встроиться в цифровую экономику отрасли и построить взаимодействие на новом уровне с сопутствующими предприятиями – предприятиями кооперации.

### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Программа "Цифровая экономика Российской Федерации": Распоряжение Правительства РФ от 28 июля 2017 г. №1632-р [Электронный ресурс]. - URL: [HTTP://http://government.ru/rugovclassifier/614/events/](http://government.ru/rugovclassifier/614/events/)
2. Глушков В.М. Вычислительные машины и автоматизация управления производством // Вести. АН СССР —1962. —№ 4. — С. 86—90
- 3.Соколов Б.Н. Пути развития автоматизированных систем проектирования в оборонных отраслях промышленности// Автоматизация проектирования.-1976.-№1.-С. 5-12.
- 4.Афонский Н.Н., Зоткин В.М. Разработка и внедрение автоматизированных систем проектирования изделий специального машиностроения // Автоматизация проектирования. -1976. -№1. - С.12-23.
- 5.Зоткин В.М., Зарубин В.М., Отурин В.Ю. Базовая интегрированная система автоматизированного проектирования и постановки на производство изделий отрасли // Материалы конф. «Интегрированные автоматизированные системы проектирования и изготовления». –М.: ВИМИ. –1988. –С.19-21.
6. Жарков А.С., Звольский Л.С., Литвинов А.В., Попов Ф.А. Проблемы создания интегрированных АСУ для производств спецхимии и пути их решения: монография. – Бийск: Изд-во Алт. гос. техн. ун-та, 2014. –266 с.
7. Попов, Ф.А. Вычислительное дело в г. Бийске: исторические аспекты развития [Текст]/Ф.А.Попов //Бийский вестник. –2013. – №4. – С.73-74.
- 8.Жарков А.С., Потапов М.Г., Звольский Л.С. Современная автоматизированная система управления взрывоопасным технологическим процессом // СТА: современные технологии автоматизации (изд. «СТА-ПРЕСС»). –2001. – №1. – С. 43-46.
9. Абрамов Д.Г., Звольский Л.С., Кодолов А.В., Попов Ф.А. Особенности и перспективы создания АСУ технологическими процессами производств спецхимии // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 9–3. – С. 407-413.
10. Абрамов Д.Г., Звольский Л.С., Кодолов А.В., Литвинов А.В., Попов Ф.А. Структура и особенности построения интегрированных информационно-управляющих систем для опытных производств предприятий спецхимии// Информационные технологии в проектировании и производстве. – 2015. –№3. – С. 29-33.

11. Абрамов Д.Г., Кодолов А.В., Попов Ф.А. Активные сценарии управления как механизм интеграции АСУТП и систем управления производством // Системы проектирования, технологической подготовки производства и управления этапами жизненного цикла промышленного продукта (CAD/CAM/PDM – 2017) : Тр. XVII междунар. науч.-практич. конфер., 12–14 декабря 2017 г, Москва / под общ. ред. А.В. Толока, Ин-т проблем упр. им. В.А. Трапезникова. – М. : ИПУ РАН, 2017. – С. 140-142.

12. Абрамов Д.Г., Кодолов А.В., Попов Ф.А.. Структура типовой интегрированной системы управления производством предприятия отрасли спецхимии//Системы проектирования, технологической подготовки производства и управления этапами жизненного цикла промышленного продукта (CAD/CAM/PDM – 2018): Тр. XVIII междунар. науч.-практич. конфер., 16–18 окт. 2018 г, Москва / под общ. ред. А.В. Толока, Ин-т проблем упр. им. В.А. Трапезникова. – М. : ИПУ РАН, 2018. – С. 333-335.

13. Мусаев А. А. Интеграция автоматизированных систем управления крупных промышленных предприятий: принципы, проблемы, решения / А. А. Мусаев, Ю. М. Шерстюк // Автоматизация в промышленности. – 2003– №10. – С. 40-45.

14. Тюрин Г.О. Современные тенденции в области автоматизации технологических производств спецхимии // Автоматизация в промышленности. – 2021. – №11. – С. 60-63

15. Белозеров В.В. Автоматизация создания АСУТП опасных производственных объектов // Электроника и электротехника. – 2017. – № 2. – С. 27 - 42.

*Абрамов Дмитрий Георгиевич – зам. генерального директора по качеству и промышленной безопасности, АО «ФНПЦ «Алтай», г. Бийск, тел. (3854)301200, e-mail: abramov.biysk@gmail.com.*

*Кодолов Артём Владимирович – начальник отделения вычислительной техники и автоматики, АО «ФНПЦ «Алтай», г. Бийск, тел. (3854)305919, e-mail: ovtia.frpc@gmail.com.*

*Попов Фёдор Алексеевич – д.т.н., профессор, главный научный сотрудник ОВТИА АО «ФНПЦ «Алтай», г. Бийск, тел. +79059801379, e-mail: pfa2004@mail.ru.*

*Овчинников Артём Алексеевич – начальник сектора отделения вычислительной техники и автоматики, АО «ФНПЦ «Алтай», г. Бийск, тел. (3854)305949, e-mail: ovtia.frpc@gmail.com*

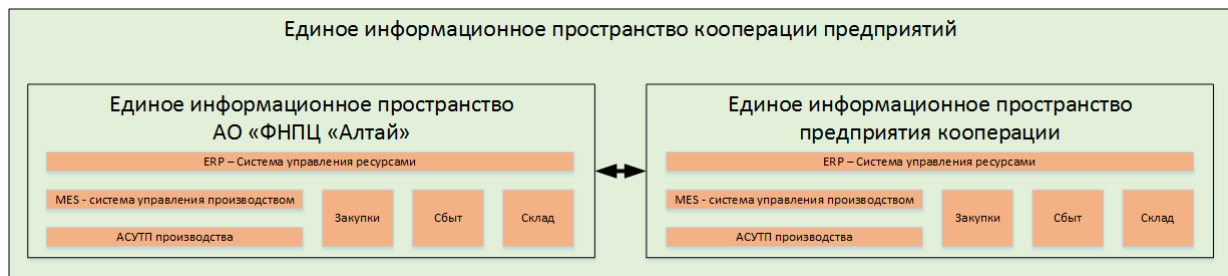


Рис. 1. Единое информационное пространство в рамках взаимодействия предприятий кооперации

# PROBLEMS AND WAYS TO DIGITALIZE ENTERPRISE MANAGEMENT IN THE SPECIALTY CHEMICALS INDUSTRY

**D.G. Abramov, A.V. Kodolov, F.A. Popov, A.A. Ovchinnikov**

*JSC «FRPC Altay», Biysk*

Digitalization of all spheres of the economy in our country is an important task, providing for the creation of an ecosystem of the digital economy of the Russian Federation, in which data in digital form is a key factor of production in all spheres of socio-economic activity. The article examines the problems and ways of digitalization of enterprises in the specialty chemicals industry using the example of JSC "FNPC "Altai". It is shown that, in general, today we are talking about a digital transformation of the enterprise, i.e. about the introduction of digital technologies in all types of its activities by creating a single information space and integrating systems of various levels of management based on it in order to create an integrated automated control system (ACS). At the same time, the introduction and subsequent operation of digital technologies at enterprises of the considered type is impossible without interrupting the solution of information security problems. Accordingly, the introduction of new information systems (IS), the development or review of a set of information security measures should be carried out systematically and consistently, taking into account the fact that the security system should not interfere with the normal operation of previously developed automated control systems when performing their main functions. It is shown that today an expedient solution for special chemical enterprises is the creation of a three-level information security system based on firewalls, each level of which is designed to function at the appropriate level of the integrated automated control system of the enterprise. It is noted that the solution of these problems will fully allow the enterprise to effectively integrate into the digital economy of the industry and build interaction at a new level with related enterprises - cooperative enterprises.

Index terms: Informatization, digitalization, special chemistry, information security.

## REFERENCES

1. Program "Digital Economy of the Russian Federation": Order of the Government of the Russian Federation of July 28, 2017 No. 1632-r [Electronic resource]. - URL: <http://government.ru/rugovclassifier/614/events/>
2. Glushkov V.M. Computing machines and automation of production management // *Lead USSR AS* -1962. -No. 4. -pp. 86-90
3. Sokolov B.N. Ways of development of automated design systems in defense industries// *Automation of design*.-1976.-No.1.-pp. 5-12.
4. Afonsky N.N., Zotkin V.M. Development and implementation of automated systems for designing special machine-building products // *Automation of design*. -1976. -No. 1. - pp.12-23.
5. Zotkin V.M., Zarubin V.M., Oturin V.Yu. Basic integrated system of computer-aided design and production of industry products // *Materials conf. "Integrated automated systems of design and manufacture"*. -M.: VIMY. -1988. -pp.19-21.
6. A.S. Zharkov, L.S. Zvolzsky, A.V. Litvinov, F.A. Popov. Problems of creating integrated control systems for special chemical industries and ways to solve them: monograph. Alt. state. tech. University, BTI. - Biysk: Publishing house Alt. state. tech. University, 2014.-188 p.
7. Popov, F.A. Computing business in Biysk: historical aspects of development [Text]/F.A.Popov//*Biysk Bulletin*. -2013. - No. 4. - pp.73-74
8. Zharkov A.S., Potapov M.G., Zvolzsky L.S. Modern automated control system of explosive technological process // *STA: modern automation technologies* . -2001. – №1. – pp. 43-46.
9. Abramov D. G., Zvolzsky L. S., Kodolov A.V., Popov F. A. Features and prospects of creating automated control systems by technological processes of special chemistry productions // *Fundamental research*. - 2015. - No. 9-3. - Pp. 407-413.
10. Abramov D. G., Zvolzsky L. S., Kodolov A.V., Litvinov A.V., Popov F. A. Structure and features of building integrated information and control systems for experimental production of special chemical enterprises// *Information technologies in design and production*. -2015.- No. 3.- Pp. 29-33.
11. Abramov D. G., Kodolov A.V., Popov F. A. Active management scenarios as a mechanism for integrating automated control systems and production management systems // *Systems of design, technological preparation of production and management of stages of the life cycle of an industrial product (CAD/CAM/PDM-2017)* [Electronic resource]: Tr. XVII international. science.-practical. confer. 12-14 December 2017, Moscow / under the General editorship of A. V. Tolok, Institute of management problems named after V. A. Trapeznikov. – Electron. text messages. - Moscow: IPU RAS, 2017. - Pp. 140-142.
12. Abramov D. G., Kodolov A.V., Popov F. A.. Structure of a typical integrated production management system of an enterprise in the special chemical industry// *Systems for design, technological preparation of production and management of stages of the life cycle of an industrial product (CAD/CAM/PDM-2018)* [Electronic resource]: Tr. XVIII international. science.-practical. confer., 16-18 Oct. 2018, Moscow / edited by A.V. Tolok, Trapeznikov Institute of management problems. – Electron. text messages. Moscow: IPU RAS, 2018. - Pp. 333-335
13. Musaev A. A. Integration of automated control systems of large industrial enterprises: principles, problems, solutions / A. A. Musaev, Yu. M. Sherstyuk // *Automation in industry*. -2003- No.10. - pp. 40-45.
14. Tyurin G.O. Modern trends in the field of automation of technological production of special chemicals // *Automation in industry*. - 2021. - No.11. - pp. 60-63
15. Belozherov V.V. Automation of creation of automated process control systems of hazardous production facilities // *Electronics and electrical engineering*. - 2017. - No. 2. - pp. 27 - 42.

*Dmitry G. Abramov-Deputy General Director for quality and industrial safety, JSC "Altai Federal research center", Biysk, tel. (3854)301200, e-mail: abramov.biysk@gmail.com.*

*Artem V. Kodolov-head of the Department of computer technology and automation, JSC "Altai Federal research center", Biysk, tel. (3854)305919, e-mail: ovtia.frpc@gmail.com.*

*Fyodor A. Popov-doctor of technical Sciences, Professor, chief scientific officer of OVTIA JSC "Altai Federal research center", Biysk, tel. +79059801379, e-mail: pfa2004@mail.ru.*

*Artem A. Ovchinnikov-head of the sector of the Department of computer technology and automation, JSC "Altai Federal research center", Biysk, tel. (3854)305949, e-mail: ovtia.frpc@gmail.*