

УПРАВЛЕНИЕ ФУНКЦИОНИРОВАНИЕМ ОБЪЕКТОВ НЕФТЕХИМИИ НА ОСНОВЕ МЕНЕДЖМЕНТА РИСКА

Кулаков П.А.¹, Шишкина А.Ф.¹, Карасев Е.М.¹

¹Филиал ФГБОУ ВПО Уфимского государственного авиационного технического университета в г. Стерлитамаке, e-mail: petr20071@mail.ru

Методы управления риском и методы управления надежностью для объектов нефтехимии. Приведены основные этапы анализа риска и управления надежностью сложных систем. Рассмотрены случаи применения различных методов анализа надежности в зависимости от сложности системы, новизны проектов, с учетом необходимости количественного анализа, с учетом последовательности наступления и зависимости событий, а также по другим критериям. Приведен список стандартов, описывающий методику, математический аппарат и возможность каждого из методов анализа рисков. В качестве примера произведена оценка величины риска, анализ последствий, произведены вычисления, описаны неопределенности на установке производства катионной нефтеполимерной смолы СКОП согласно рассмотренных методик. Далее предложено управляющее воздействие на риск с использованием адаптивного алгоритма дозирования реагентов в полимеризатор. Данное воздействие улучшает как показатели качества продукта, так и безопасность производства.

Ключевые слова: риск, безопасность, менеджмент риска, менеджмент надежности, нефтеполимерные смолы, адаптивное управление.

MANAGEMENT OF FUNCTIONING OF PETROCHEMICAL BASED ON RISK MANAGEMENT

Kulakov P.A.¹, Shishkina A.F.¹, Karasev E.M.¹

¹Branch of Ufa State Aircraft Technical University in Sterlitamak, e-mail: petr20071@mail.ru

Methods of risk management and control methods for reliability petrochemical facilities. The main steps of the risk analysis and management of reliability of complex systems. The cases of the use of different methods of analysis of reliability, depending on the complexity of the system, the novelty of projects, taking into account the need for quantitative analysis, taking into account the sequence of occurrence of events and dependencies, as well as other criteria. A list of standards that describes the methodology mathematical apparatus and the ability of each of the methods of risk analysis. As an example, evaluated the amount of risk, impact analysis, performed calculations described uncertainty in the installation of production cationic petroleum resin according to SCOP considered methods. Further requested the control effect on the risk of using an adaptive algorithm dispensing of reagents in the polymerizer. This improves both the performance impact of product quality and safety.

Keywords: risk, security, risk management, management reliability, petroleum resins, adaptive control.

При проектировании новой или анализе существующей технологической системы необходимо руководствоваться методиками установленного образца.

Список нормативных правовых актов и нормативно-технических документов, рекомендуемых руководителям и специалистам организаций, представлен в Постановлении Госгортехнадзора РФ от 5 июля 2002 г. № 42 «Об утверждении Типовой программы по курсу «Промышленная безопасность» для подготовки руководителей и специалистов организаций, осуществляющих деятельность в области промышленной безопасности опасных производственных объектов, подконтрольных Госгортехнадзору России» [1].

Основной документ в области обеспечения безопасности опасных производственных объектов – это Федеральный закон «О промышленной безопасности опасных

производственных объектов». Именно он содержит основные требования промышленной безопасности, а в приложениях содержится классификация опасных производственных объектов.

Основные нормативные и методические документы по анализу опасностей и риска представлены в виде следующих документов:

ГОСТ Р ИСО 31000-2010 (ISO 31000) Менеджмент риска. Принципы и руководство;

ГОСТ Р 51897-2011 (ISO Guide 73:2009): Менеджмент риска. Термины и определения; серия ГОСТ Р 51901.x Менеджмент риска. Анализ риска технологических систем.

ГОСТ Р ИСО 31000 описывает общие принципы и руководство рисками, охватывает все этапы, начиная от строительства инфраструктуры менеджмента риска, заканчивая оценкой риска и воздействием на риск. Оценка риска разбита на 3 этапа: *идентификация риска, анализ риска и оценивание риска*.

ГОСТ Р 51901.1-2002 Менеджмент риска. Анализ риска технологических систем также рассматривает эти 3 этапа. Но *анализ риска и оценивание риска* он объединяет в единую систему *оценки риска*, а при добавлении блока *снижения/контроля риска* – образуется система менеджмента рисов.

Концепции анализа риска представлена в виде следующих стадий:

- цель и основные концепции анализа риска;
- управление рисками и распределение рисков по категориям;
- применение анализа риска на различных стадиях жизненного цикла.

Процесс анализа риска представлен в виде этапов:

- оценка величины риска;
- анализ частот;
- анализ последствий;
- вычисления;
- неопределенности;
- проверка анализа;
- документальное обоснование;
- корректировка результатов анализа.

В этом же документе представлен перечень наиболее распространенных методов анализа риска (*анализ «дерева событий»; анализ видов и последствий отказов; анализ «дерева неисправностей»; исследование опасности и связанных с ней проблем; анализ влияния человеческого фактора; предварительный анализ опасности; структурная схема*

надежности) и представлена матрица рисков, связывающая качественные характеристики частоты событий, серьезность событий и величину риска.

Следующий стандарт серии 51901.x - ГОСТ Р 51901.2-2005 (МЭК 60300-1:2003) «Менеджмент риска. Системы менеджмента надежности» рассматривает цикл жизни продукции состоящий из следующих стадий: концепции и определения; проектирования и разработки; производства; инсталляции; эксплуатации и технического обслуживания; утилизации. Описывает все этапы и виды работ, необходимые для достижения поставленных целей.

ГОСТ Р 51901.5-2005 (МЭК 60300-3-1:2003) «Менеджмент риска. Руководство по применению методов анализа надежности» - устанавливает использование методов для решения общих задач анализа надежности (таблица 1).

Таблица 1 - Использование методов для решения общих задач анализа надежности

Метод	Распределение требований/целей надежности	Качественный анализ	Количественный анализ	Рекомендации
Прогнозирование интенсивности отказов	Применим для последовательных систем без резервирования	Возможно применение для анализа стратегии технического обслуживания	Вычисление интенсивностей отказов и МТТФ* для электронных компонентов и оборудования	Поддержка
Анализ дерева неисправностей	Применим, если поведение системы зависит от времени или последовательности событий	Анализ комбинации неисправностей	Вычисление показателей безотказности работоспособности и относительного вклада подсистем в системы	Применим
Анализ дерева событий	Возможен	Анализ последовательности отказов	Вычисление интенсивностей отказов системы	Применим
Анализ структурной схемы надежности	Применим для систем, у которых можно выделить независимые блоки	Анализ путей работоспособности	Вычисление показателей безотказности и комплексных показателей надежности системы	Применим
Марковский анализ	Применим	Анализ последовательности отказов	Вычисление показателей безотказности и комплексных показателей надежности системы	Применим
Анализ сети Петри	Применим	Анализ последовательности отказов	Подготовка описания системы для марковского анализа	Применим
Анализ режимов и последствий (критичности) отказов FME(C)A	Применим для систем, у которых преобладают единичные отказы	Анализ воздействия отказов	Вычисление интенсивностей отказов (и критичности) системы	Применим
Исследование HAZOP	Поддержка	Анализ причин и последствий отклонений	Не применим	Поддержка

Метод	Распределение требований/целей надежности	Качественный анализ	Количественный анализ	Рекомендации
Анализ человеческого фактора	Поддержка	Анализ воздействия действий эффективности человека на работу системы	Вычисление вероятностей ошибок человека	Поддержка
Анализ прочности и напряжений	Не применим	Применим как средство для предотвращения неисправности	Вычисление показателей безотказности для электромеханических компонентов	Поддержка
Таблица истинности (анализ функциональной структуры)	Не применим	Возможен	Вычисление показателей безотказности и комплексных показателей надежности системы	Поддержка
Статистические методы надежности	Возможен	Анализ воздействия неисправностей	Определение количественных оценок показателей безотказности с неопределенностью	Поддержка

Также данный стандарт устанавливает возможность использования метода для следующих ситуаций: анализа сложных систем, новых проектов, комбинаций неисправностей, обработки с учетом последовательности и зависимости событий, распределения надежности; применяется при количественном анализе; может использовать зависимые события; восходящего или нисходящего метода анализа; квалификации исполнителя; различных уровней применимости и унифицированности, потребности в инструментах поддержки, пригодности инструментальных средств; проверки правдоподобия результатов.

Остальные стандарты серии 51901.x детально описывают методики применения методов анализа надежности.

Согласно рассмотренной нормативно-технической документации был проведен анализ и мероприятия по уменьшению рисков на установке производства СКОП. Был проведен анализ установки с точки зрения промышленной безопасности, в результате которого установлены причинно-следственные связи, представленные на рисунке 1 в виде взаимосвязей «отказы – ситуации - факторы – риски» [2], [3]. Было выявлено 12 возможных первичных отказов, реализация которых может привести к 6 вторичным отказам. Вторичные отказы, в свою очередь, могут привести к 4 аварийным ситуациям, которые при последовательном развитии аварийной ситуации способны привести к одному или нескольким факторам риска. Возникающие риски могут относиться к экологическим, экономическим и социальным. Было выявлено, что основные опасности связаны с

нарушением технологических параметров: повышение температуры и давления, дисбаланс состава каталитического комплекса, реакционной смеси и др.

Выявленные типовые аварийные ситуации и инциденты были классифицированы по четырем основным сценариям развития, каждый из которых ведет к экономическим потерям, связанным как с потерей качества продукции, так и с возможной порчей оборудования и экологическим ущербом.

Количественное определение ущерба от аварий, происходящих на опасных производственных объектах, производилось согласно РД 03-496-02 (таблица 2).

Таблица 2 – Потери от нежелательных событий

<i>№ п/п</i>	<i>Наименование события</i>	<i>Место возникновения</i>	<i>Суммарные потери, руб.</i>
1.	Срабатывание мембраны	Полимеризатор	1 739 200
2.	Срабатывание клапана	Полимеризатор	987 300
3.	Вспенивание и выброс продукта	Дезактиватор	81 600
4.	Потеря качества	В любом из аппаратов	105 600

Для случая 1, который является наиболее пожаровзрывоопасным, построено дерево отказов, позволяющее определить причины и последствия протекание аварии (рисунок 2).

Согласно работе [3] давление в полимеризаторе и скорость подачи мономера в полимеризатор при постоянной температуре зависят друг от друга прямо пропорционально.

Масса образовавшегося за единицу времени олигомера достигает максимума в случае поддержания в реакционной смеси оптимального соотношения $[TiCl_4] : [H_2O] + [ацетон] + [сумма других кислород- и азотсодержащих примесей]$. В случае разбаланса оптимального состава каталитического комплекса из-за случайного попадания кислород- или азотсодержащих примесей, масса полученного олигомера снижается.

Согласно работе [4], [5] воздействовать на риск предлагается внедрением адаптивной системы управления реактором полимеризации.

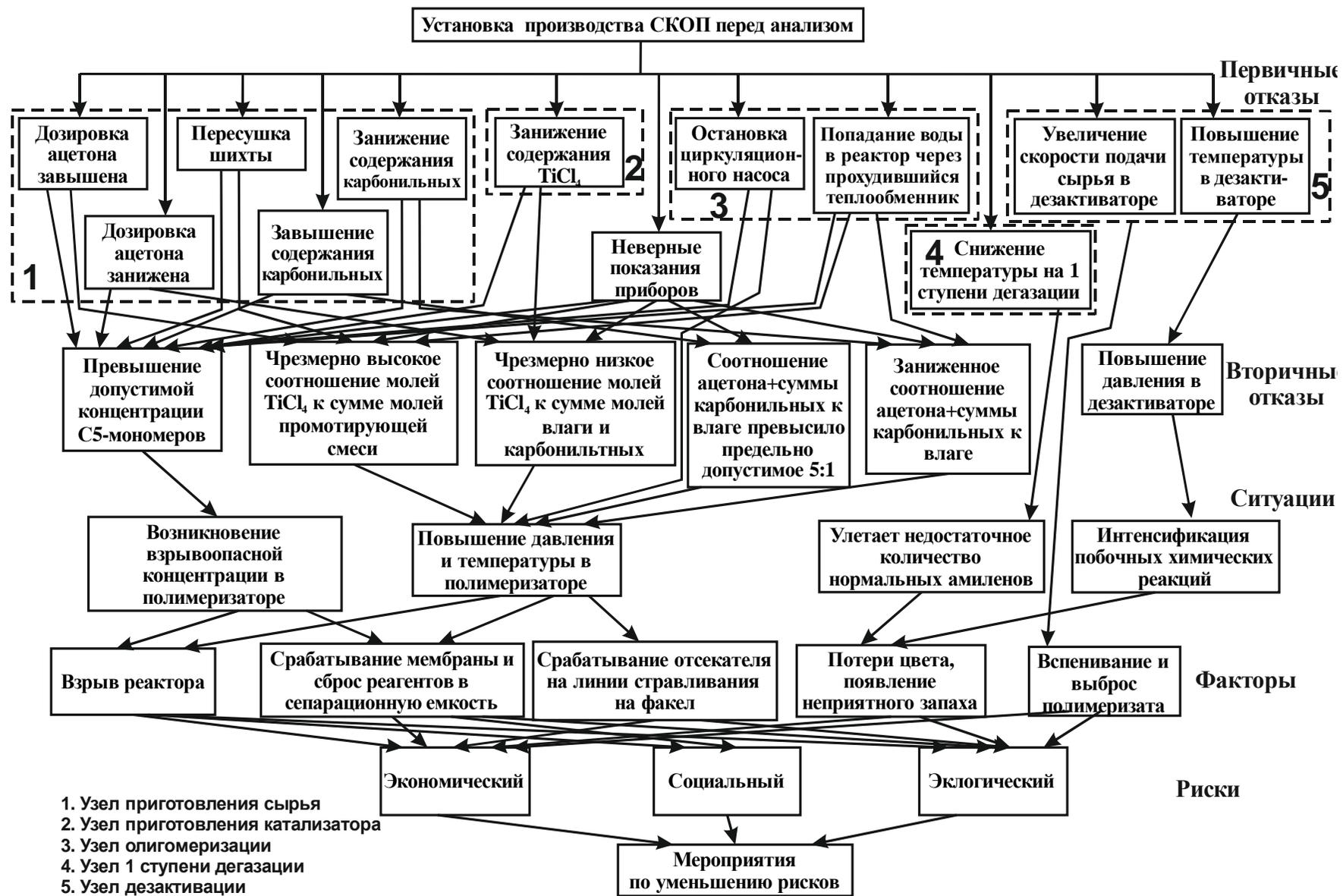


Рисунок 1 – Взаимосвязи «отказы – ситуации – факторы – риски» для установки получения СКОП

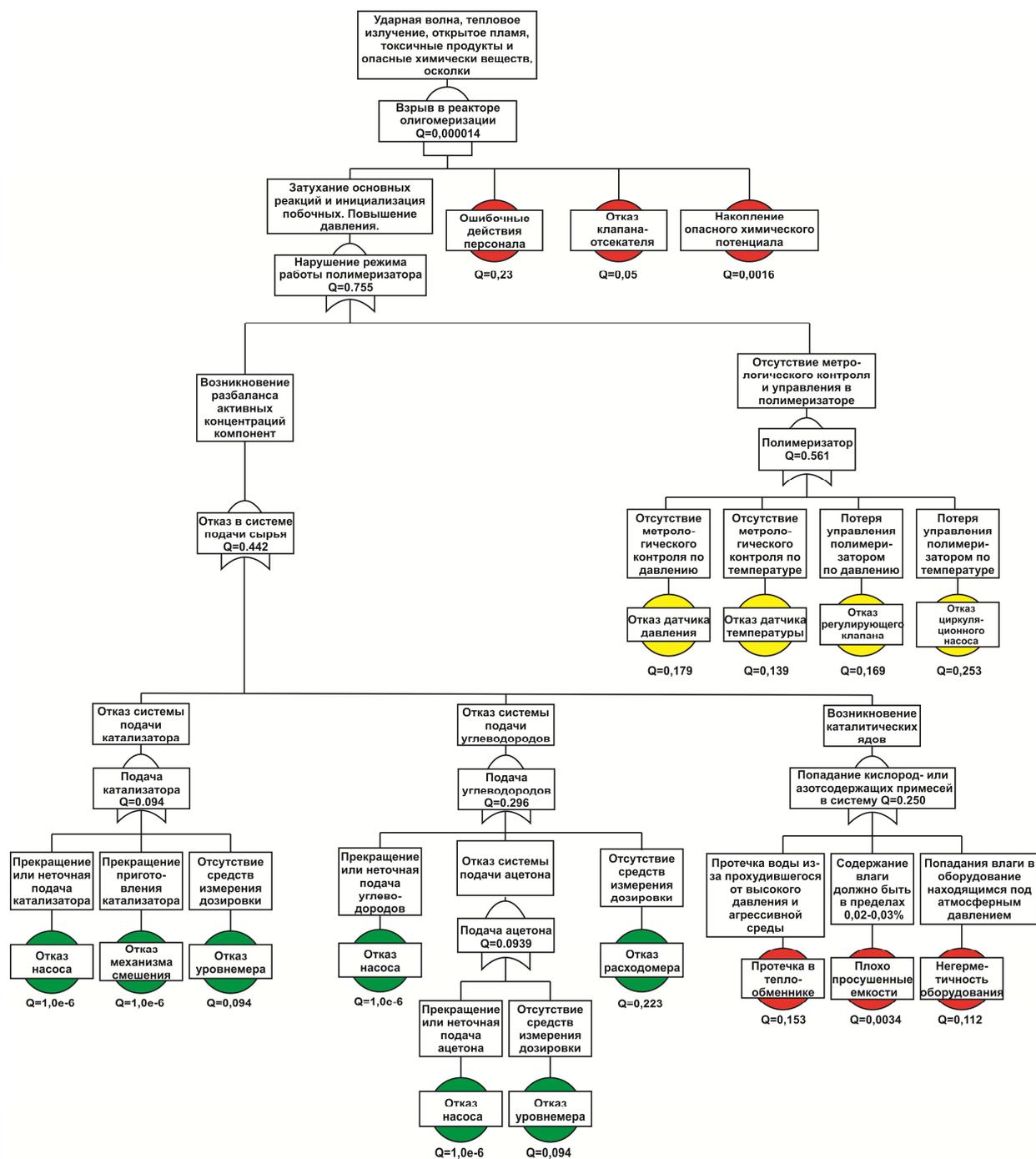


Рисунок 2 – Дерево отказов полимеризатора

Разработанная модель работы полимеризатора [6] позволяет автоматически контролировать уровень рассогласования в контуре обратной связи путем сравнения текущего значения рассогласований с их априорно заданным значением. В результате данная модель приобретает способность к самостоятельной настройке, что при возникновении нестандартной ситуации позволяет снизить уровень риска на установке.

Список литературы

1. Постановление Госгортехнадзора РФ от 5 июля 2002 г. № 42 «Об утверждении Типовой программы по курсу «Промышленная безопасность» для подготовки руководителей и специалистов организаций, осуществляющих деятельность в области промышленной безопасности опасных производственных объектов, подконтрольных Госгортехнадзору России».
2. Попов Б.И., Шарафиев Р.Г., Ризванов Р.Г., Кулаков П.А. Анализ возможных опасностей при эксплуатации установки синтетического олигопипериленового каучука // Безопасность труда в промышленности, №12, 2006. – С. 60-63.
3. Кулаков П. А., Шарафиев Р. Г., Ризванов Р. Г. Основные этапы анализа риска установки производства катионных нефтеполимерных смол и пути повышения безопасности // Безопасность жизнедеятельности, №5, 2009. - с. 14-17.
4. Шарафиев Р.Г., Ризванов Р.Г., Кулаков П.А. Интегрированная автоматизированная система управления безопасностью производства СКОП // Информационные технологии в профессиональной деятельности и научной работе: Сборник материалов региональной научно-практической конференции. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2006. - С. 159-163.
5. Кулаков П.А., Кулакова А.Ф., Шишкина А.Ф. Адаптивный алгоритм управления оптимизацией работы установки производства катионных нефтеполимерных смол по показателям повышения качества и безопасности // Алгоритмические и программные средства в информационных технологиях, радиоэлектронике и телекоммуникациях: сб. статей II международной заочной научно-технической конференции. / Поволжский гос. ун-т сервиса. – Тольятти: Изд-во ПВГУС, 2014. – С. 141-148 /
6. Кулаков П.А., Шишкина А.Ф., Кулакова А.Ф. Адаптивный алгоритм управления дозированием реагентов при производстве катионных нефтеполимерных смол // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 4; URL: www.science-education.ru/118-14172 (дата обращения: 24.11.2014)

Рецензенты:

Гималтдинов И.К., д.ф.-м.н., профессор, и.о. заведующего кафедрой прикладной информатики и программирования Стерлитамакского филиала Башкирского государственного университета, г.Стерлитамак;

Муравьева Е.А., д.т.н., и.о. зав. кафедрой АТИС Филиала ФГБОУ ВПО Уфимского государственного нефтяного технического университета в г. Стерлитамаке, г.Стерлитамак.