

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации **Бильданова Радия Газембяковича**

«Средства имитационного моделирования для автоматизации и управления технологическими процессами производства радиофармацевтических лекарственных препаратов», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.3 Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами

Диссертация Бильданова Р.Г. посвящена разработке подхода с использованием вероятностно-статистического моделирования режимов анализа появления сбойных и отказных ситуаций, причин и локализации мест сбоя и создания средств быстрых восстановительных работ в технологических процессах производства радиофармацевтических лекарственных препаратов.

Использование изотопов медицинского назначения для терапии онкозаболеваний, позволяет вернуть онкобольных к жизни и улучшить ее качество даже на поздних стадиях заболеваний. Технологии ядерной медицины, использующие медицинские изотопы для диагностики и терапии онкозаболеваний, в последние годы активно развиваются и внедряются в практику, и предполагают применение радиофармацевтических лекарственных препаратов, содержащих открытые радионуклидные источники, и молекулярные векторы, которые адресно доставляют радионуклиды до первичных и метастазирующих опухолевых клеток. На основании выше сказанного выполненная работа, безусловно, **актуальна**.

Сложные и высокотехнологичные процедуры изготовления радиофармацевтических лекарственных препаратов повышают вероятность возникновения сбоев и отказов, что может привести к некорректности выполнения операций и, тем самым, негативно повлиять на качество продукции. Одним из решений снижения негативных производственных рисков является повышение эффективности выполнения технологического процесса производства радиофармацевтических лекарственных препаратов за счёт имитационного моделирования его режимов и обеспечения заданного качества производимой продукции.

Научная новизна в диссертационной работе Бильданова Р.Г. заключается в разработке теоретических основ исследования и управления ТП производства РФЛП с использованием вероятностно-статистического моделирования режимов анализа появления сбойных ситуаций, причин и локализации мест сбоя, и создания средств быстрых восстановительных работ, в частности, в разработке:

подхода к моделированию ТП производства РФЛП в ситуациях, близких к производственным условиям, на основе введения аддитивной вероятностной составляющей в начальное вероятностное распределение рисков технологических операций для выявления мест операций, имеющих наибольшие вероятности сбоя или отказа;

структурно-функциональной модели ТП, определяющей состав, структуру, функциональность ТП, позволяющей создавать средства подробного описания составных компонентов и их связей и строить на ее основе универсальное представление структур ТП при введении нового содержания технологий производства РФЛП;

вероятностно-статистической модели поведенческих свойств ТП как вероятностного автомата, который включает в себя множество состояний, интерпретирующих технологические операции, множество входов и выходов на каждом шаге исполнения процесса, множество переходов по производственной цепочке операций, вероятностное распределение рисков по каждой операции, что дает возможность корректного описания ТП и проведения имитационного моделирования;

онтологии производства РФЛП, которая позволила создать онтологические средства поддержки имитационного моделирования и управления производством РФЛП, включающие в себя модели ТП и базу прецедентов ТП, описание возможных ситуаций сбоя и отказов оборудования, причин их возникновения, особенностей среды производственного процесса, основных технологических требований к качеству РФЛП и препаратов, из которых они изготавливаются, и профессиональных требований к исполнительскому персоналу;

программных процедур матричной обработки множества контрольных показателей функционирования ТП для уменьшения времени производства РФЛП, что имеет важное значение для выполнения требования изготовления «точно вовремя»;

комплекса программных средств – имитатора для моделирования режимов работы ТП, анализа и обработки контролируемых параметров, рисков, для выявления наиболее уязвимых состояний ТП, оценки качества РФЛП, процедур восстановления ТП в случае сбоев.

Теоретическая значимость состоит в разработке подхода и средств автоматизации контроля и управления технологическими процессами производства РФЛП. Комплекс моделей технологического процесса и применение имитационного моделирования в условиях, отвечающих его протеканиям в реальных производственных средах, дает возможность изучения аналогичных ТП как сложных производственных процессов, отличающихся большой разнородностью выполняемых операций, человеко-машинным способом их проведения, использованием высокотехнологичного оборудования и ограниченностью сроков их исполнения, что позволяет на практике осуществлять предварительную диагностику рисков и идентификацию сбойных ситуаций, при воздействии отрицательно влияющих внутренних и внешних факторов.

Практическая значимость результатов диссертационной работы Бильданова Р.Г. заключается в использовании полученных новых теоретических и прикладных научных результатов, качестве методов и средств управления и автоматизации ТП производства РФЛП для достижения высокого качества лекарственной продукции и минимизации временных и ресурсных производственных потерь. Полученные с помощью разработанных моделей модели поведения производства и управления им результаты могут быть использованы как исходные данные для:

оценки поведения состояний ТП в реальных условиях производства;

проведения имитационного моделирования для определения показателей качества продукции при работе производства в штатных и нештатных ситуациях, а также оптимизации временных и материальных потерь при сохранении требуемого качества производимых РФЛП в пределах используемой технологии;

варьирования параметрами процессов моделирования ТП на предварительном этапе подготовки производства с целью выявления уязвимых мест ТП или принятия оперативных мер в ходе выполнения реального ТП;

использования разработанных онтологических средств обеспечения подготовки и проведения моделирования производственных событий и возможностей принятия обоснованных управленческих решений в ходе реструктурирования последовательности состояний ТП в случае возникновения сбойных ситуаций;

анализа, управления ТП в режиме реального времени и создания баз прецедентов производственных событий.

Научные и прикладные результаты диссертационной работы внедрены на производстве радиофармацевтических предшественников в АО «ГНЦ НИИАР», г. Димитровград (Акт о внедрении № 21-02/11 от 10.05.2023 г.) и на производстве радиофармпрепаратов в ООО «Медицина и ядерные технологии», г. Москва (Акт о внедрении б/н от 14.07.2023 г.).

Автореферат написан хорошим научным языком, сжато и полно. Материал изложен логически последовательно, четко и грамотно. Качество оформления – хорошее. Автореферат диссертации отвечает установленным требованиям и раскрывает основные положения диссертации.

Материалы работы опубликованы в периодических изданиях, рекомендуемых ВАК, в изданиях, входящих в базы данных Scopus, доложены на многих конференциях.

При ознакомлении с авторефератом возникло следующее **замечание**: не приводится обоснование выбора системы Python для решения поставленных задач. Также неясно, возможно ли решение подобных задач с помощью других инструментальных средств, например, системы Matlab.

Указанное замечание не носит принципиального характера и не снижает общей положительной оценки работы.

На основании изложенного считаю, что представленная диссертационная работа на тему «Средства имитационного моделирования для автоматизации и управления технологическими процессами производства радиофармацевтических лекарственных препаратов» соответствует специальности 2.3.3 Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами, а также соответствует требованиям п.9 Положения о присуждении ученых степеней в УрФУ, предъявляемых к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук, а её автор, Бильданов Радий Газембякович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук.

Отзыв дан для представления в диссертационный совет.

Профессор кафедры
Интеллектуальных систем и
управления информационными
ресурсами ФГБОУ ВО «Казанский
национальный исследовательский
технологический университет», -
доктор технических наук, доцент

Титовцев Антон Сергеевич

420015, г. Казань, ул. Карла Маркса, 68
Тел: (843) 231 42 16, моб. тел. +7 950 326-53-01

Подпись	<i>ТЦ</i>
уд	
Начальник	
сотрудникам	
« 09 » 01	

