

«Утверждаю»

Проректор по научной работе
ФГБОУ ВО «Национальный
исследовательский Мордовский
государственный университет
им. Н. П. Огарёва»
д. т. н., профессор П. В. Сенин



«28» октября 2019 года

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарёва» на диссертационную работу Коваленко Анатолия Александровича «Моделирование многостадийных управляемых стохастических продуктивных систем», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.18 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

1. Актуальность темы диссертационной работы

Диссертационная работа Коваленко А. А. посвящена построению и исследованию математических и компьютерных имитационных моделей стохастических многостадийных управляемых продуктивных систем. Объект моделирования исследуется в последние годы очень интенсивно и многопланово, что характеризует актуальность проблемы. Вызвано это прежде всего проблемами анализа и управления прохождением жизненного цикла процессов многостадийного производства (включая разработку конструкторской и технологической документации). Близкими по формулировке и построению оказались задачи анализа и прогнозирования явлений многостадийного старения живых систем, укладываемые в описания в моделях продуктивных систем. Фактором, определяющим основные особенности и трудности моделирования, явилось то, что функционирование продуктивных систем (т. е. процессы выполнения

операций для случая проектирования и производства, а также явления многостадийного износа при описании процессов старения) всегда протекают в условиях случайных возмущений. При этом актуальной, важной как в теоретическом, так и прикладном смысле, оказываются задачи построения математических моделей многостадийных стохастических продуктивных систем, допускающих как возможности оптимального управления многостадийными процессами, так и имитационного компьютерного моделирования, необходимого для нерешаемых аналитически задач оптимального управления и при верификации моделей. При построении таких моделей оказываются востребованными математические обоснования, формулируемые в терминах критериев существования рассматриваемых объектов. Поэтому тема диссертационной работы Коваленко А. А. является актуальной, и ее результаты представляют интерес как при разработке и при анализе современных производственных систем, так и для специалистов, занимающихся исследованием процессов многостадийного жизненного цикла живых систем (в форме износа, старения и сопутствующих им явлений).

2. Содержание работы, основные результаты

Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, выводов и списка литературы. По объему и структуре работа Коваленко А. А. соответствует требованиям «Положения о присуждении ученых степеней» ВАК к оформлению диссертаций.

Во введении раскрыта актуальность темы работы, сформулированы цель и задачи исследования, определены методы, показаны научная новизна, теоретическая и практическая значимость исследований, перечислены основные положения, выносимые на защиту.

В Главе 1 диссертационной работы сформулирована проблема моделирования стохастических многостадийных продуктивных систем. Представлены описание объекта моделирования, дан краткий обзор и осуществлено построение математической модели многостадийных процессов выполнения операций в стохастических продуктивных системах в терминах точечных процессов. Здесь приводится подробное описание одного

из важнейших классов продуктивных систем – «точно-в-срок». Построены и рассмотрены модели однородных процессов методами обратного времени. Установлен вид числовых характеристик таких систем. Построены модели процессов выполнения операций продуктивных систем в случайных средах. Сформулированы и доказаны две теоремы о необходимых и достаточных условиях свойства «точно-в-срок» для систем в случайных средах.

В Главе 2 сформулированы и решены задачи оптимального управления процессами выполнения операций в стохастических продуктивных системах без возвращений операций на доработку. Такие задачи возникают при нарушении условий однородности или при возможном нарушении требований, обеспечивающих выполнение условия «точно-в-срок». Здесь построены и рассмотрены соответствующие модели систем с нарушениями однородности и систем с частичным нарушением условия «точно-в-срок». Приведены и доказаны три соответствующие теоремы об оптимальном управлении.

В Главе 3 рассматриваются математические модели явлений износа и старения как формы многостадийного (в т. ч., продуктивного) процесса в терминах точечных процессов и при условии диффузионных возмущений. Результаты соответствующего имитационного моделирования представлены в виде кривых смертности и дожития, соответствующие среднестатистическим показателям стадий старения. Также рассматриваются смежные теоретические и прикладные задачи моделирования многостадийных процессов биологических систем при старении и износе. Для каждой из таких задач формулировались и реализовывались модели, в основе которых положено описание в терминах процессов размножения и гибели (и, следовательно, продуктивных систем) со значениями, ограниченными сверху и снизу аналогично моделям первой и второй главы.

В Главе 4 рассмотрены задачи компьютерного моделирования управляемых многостадийных продуктивных систем, особенности численных методов при разработке алгоритмов моделей систем с износом и старением.

В выводах и заключении кратко приведены основные результаты диссертации.

Материал в работе изложен последовательно, выводы обоснованы. На основании результатов исследования можно сделать вывод о том, что цель работы – разработка нового класса математических моделей стохастических продуктивных систем с учетом их многостадийности и их анализа также реализация численных алгоритмов моделей – была достигнута.

3. Новизна и достоверность полученных результатов

Научная новизна диссертационной работы заключается в том, что

- разработаны новые математические модели стохастических многостадийных продуктивных систем в терминах точечных процессов, включая системы «точно-в-срок», процессы в случайной среде, управляемые неоднородные системы;
- сформулированы и доказаны новые теоремы о необходимых и достаточных условиях «точно-в-срок» в общей модели процессов в случайной среде;
- сформулированы и доказаны новые теоремы об оптимальном планировании этапов выполнения с однородными многостадийными процессами «точно-в-срок»;
- сформулирована и доказана новая теорема об оптимальной интенсивности продуктивной системы с нарушениями условий «точно-в-срок»;
- разработаны новые математические модели многостадийных процессов в системах с износом в терминах точечных процессов с возмущением диффузионного типа;
- разработан комплекс программ на основе численных методов, модифицированных для моделирования процессов «точно-в-срок» и точечных процессов с возмущением диффузионного типа.

Достоверность полученных в работе результатов обеспечена корректной постановкой задач, строгостью формулировок и доказательств теорем и иных утверждений, использованием современных, актуальных методов при построении алгоритмов, программировании и компьютерном моделировании на основе использования и развития численных методов, а также применения современных методов установления адекватности.

4. Значимость результатов, полученных автором диссертации

Теоретическая значимость работы заключается в разработке класса новых моделей многостадийных стохастических продуктивных систем, позволяющих осуществлять их анализ, решение задач оптимального управления, исследование режимов «точно-в-срок», а также в предложенном численном методе их моделирования.

Практическая значимость работы заключается в возможностях применения при организации оптимальных управляемых систем «точно-в-срок» в производстве и при разработке конструкторской и технологической документации, при анализе экспериментальных данных в моделях износа и старения, при разработке комплекса программ для задач имитационного моделирования. Также разработанные модели могут применяться в учебном процессе при проведении лекционных и практических занятий на факультете математики, информационных и авиационных технологий и медицинском факультете УлГУ.

5. Предложения по использованию результатов диссертации

Результаты диссертационной работы могут также быть рекомендованы для применения при разработке и использовании производственных и транспортных управляемых многостадийных систем «точно-в-срок», например, в АО «Авиастар-СП» (г. Ульяновск), и в ООО «Авиакомпания Волга-Днепр» (г. Ульяновск), а также в научно-исследовательских организациях, связанных с вопросами стохастического имитационного моделирования или со сбором и анализом медико-биологических данных. В частности, в ФГБУ «НИИ онкологии им. Н.Н. Петрова» Минздрава России (г. Санкт-Петербург), Первом МГМУ им. И.М. Сеченова (г. Москва), МГУ имени М.В. Ломоносова (г. Москва), МГУ им. Н.П. Огарёва (г. Саранск), ЦКМСЧ (г. Ульяновск), УлГУ (г. Ульяновск), УлГТУ (г. Ульяновск).

6. Замечания по работе

1) на наш взгляд следовало бы привести большее число примеров процессов выполнения операций, как с возвращением, так и без возвращений;

- 2) при описании численных методов не совсем понятно, каким образом при изменении дискретизации при возрастании интенсивностей скачков процесс изменений прекращается;
- 3) в описании программного комплекса и проверки адекватности следовало бы указать о сравнении имитируемых в модели и аналитических зависимостей для отдельных компонент продуктивных процессов;
- 4) в диссертационной работе встречаются несущественные опечатки.

7. Заключение по работе

Указанные недостатки носят частный характер и не влияют на общую положительную оценку работы. Диссертационная работа Коваленко А. А. «Моделирование многостадийных управляемых стохастических продуктивных систем» **является законченной научно-исследовательской квалификационной работой**, выполненной на **актуальную тему** на высоком профессиональном уровне. Полученные результаты в работе являются **новыми**, имеющими **теоретическую и практическую значимость**, а также **достоверными**. Диссертант владеет методами современного математического моделирования, решения задач оптимального управления, численными методами, а также методами применения и разработки программных средств. Диссертационная работа соответствует паспорту специальности 05.13.18 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

Результаты работы опубликованы в 15 работах, включая 7 в рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК (из них 1 статья, индексируемая Web of Science). Все основные результаты диссертационной работы прошли апробацию на конференциях различного уровня.

Автореферат правильно отражает содержание диссертации.

Считаем, что диссертация «Моделирование многостадийных управляемых стохастических продуктивных систем», представленная на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук соответствует пп. 9-11, 13, 14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842, а ее автор, Коваленко Анатолий Александрович, заслуживает присуждения

ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.18 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

Отзыв обсужден и одобрен на заседании кафедры прикладной математики, дифференциальных уравнений и теоретической механики ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарёва» «21» октября 2019 г., протокол № 8.

Отзыв составили:

Заведующий кафедрой прикладной математики,
дифференциальных уравнений и теоретической
механики ФГБОУ ВО «МГУ им. Н. П. Огарёва»,
кандидат физ.-мат. наук, доцент

Р.В. Жалнин

доцент кафедры прикладной математики,
дифференциальных уравнений и теоретической
механики ФГБОУ ВО «МГУ им. Н. П. Огарёва»
кандидат физ.-мат. наук, доцент

П.А. Шаманаев

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Национальный исследовательский Мордовский
государственный университет им. Н. П. Огарёва»
Адрес: 430005, Республика Мордовия, г. Саранск, ул. Большевистская, д. 68.
Тел. +7 (8342) 233755; +7 (8342) 270256;
e-mail: dep-general@adm.mrsu.ru; web-сайт: www.mrsu.ru

Личную подпись Жалнина Р.В. и Шаманаева П.А. заверяю.

Ученый секретарь ученого совета
ФГБОУ ВО «МГУ им. Н. П. Огарёва»



М.М. Гудов