

Министерство образования Республики Беларусь
УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
“ВИТЕБСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ”
(УО «ВГТУ»)

УДК 51
Рег. № 20191925



УТВЕРЖДАЮ
Проректор по научной работе
Е.В. Ванкевич

“ 27 ” 12 2023 г.

ОТЧЕТ
о научно - исследовательской работе

Исследование динамических систем методами алгебры, анализа, математической
физики и программирования

(заключительный)

2019-ВПД-019

Научный руководитель,
к.ф.-м.н., доцент



« 27 » 12 2023 г. Т.В. Никонова

Начальник научно-
исследовательской части



« 27 » 12 2023 г. В.А. Сажин

Витебск 2023

Библиотека ВГТУ



СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Научный руководитель *27.12.23* *ТН* Т.В. Никонова
заведующий кафедрой, к.ф.-м.н.,
доцент (введение, заключение, раздел 1-6)

Исполнители

доцент, к.т.н., доцент *27.12.2023* *ИМ* И.М. Рассохина (раздел 7)
доцент, к.т.н. *27.12.2023* *АП* А.П. Дмитриев (раздел 8)
старший преподаватель *24.12.2023* *ЕЮ* Е.Ю. Вардомацкая (раздел 9-10)
старший преподаватель *27.12.2023* *ЮА* Ю.А. Завацкий (раздел 11)
старший преподаватель *27.12.23* *АВ* А.В. Коваленко (раздел 12)
старший преподаватель *27.12.2023* *ОГ* О.Г. Мандрик (раздел 13)
старший преподаватель *27.12.23* *ОЕ* О.Е. Рубаник (раздел 14)

Нормоконтроль *ЕА* ведущий специалист по СОП Е.А. Шалапухо

РЕФЕРАТ

Отчёт 60 с., 1 кн., 17 рис., 4 табл., 32 источн.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ, ЕМКОСТНОЙ СЕНСОР, МНОГОСЕКЦИОННЫЙ СЕНСОР, ИНВЕСТИЦИОННЫЕ ПРОЕКТЫ, π -НИЛЬПОТЕНТНЫЕ ГРУППЫ, π -РАЗРЕШИМЫЕ ГРУППЫ, МОДЕЛИРОВАНИЕ БИЗНЕС-ПРОЦЕССА.

Цели работы – построить модель многосекционного сенсора; разработать структурную и электрическую схемы средств контроля и удаленного мониторинга нефтепродуктов, определить оптимальную конструкцию чувствительных элементов; исследовать описание строения только ассоциативных алгебр, все элементы которой нильпотентны; получить необходимое и достаточное условия существования π -разрешимых групп с заданным ограничением на локальные экраны; исследовать локальные формации, порождённые множеством π -нильпотентных групп, обладающие минимальным локальным экраном; построить математические модели свободных колебаний мембраны, позволяющие с использованием асимптотических разложений решить краевую задачу для уравнений в частных производных и определить частоты колебаний; исследовать подходы и процессы построения коммерческой бизнес-модели для принятия эффективных решений по управлению, организации и производственной деятельности предприятия в условиях рыночной конкуренции; выполнить анализ данных социологического опроса и определение характера и меры связи между личностными характеристиками работников и показателями эффективности труда и производства; выполнить обработку чёрно-белых растровых изображений с использованием нейросетей; исследование гармонических колебаний эллиптического маятника, состоящего из ползуна, шарика и стержня; исследование современных методов математики эксперимента; выполнить математическую обработку результатов прямых и косвенных измерений, компьютерным методом статистической обработки результатов экспериментов и визуализации анализируемых статистических данных.

В процессе работы исследуемые вопросы обсуждались на заседаниях кафедры.

В результате исследований: создана математическая модель многосекционного сенсора открытого типа, предназначенного для оценки качества жидких нефтепродуктов; построена математическая модель конструкции сенсора посредством метода зеркальных отображений, метода интегральных уравнений, зеркально симметричных схем в среде MAPLE; определены оптимальные параметры конструкции сенсора, обеспечивающие максимальную емкость, чувствительность и точность измерения ϵ_r ; разработаны компьютерные 3D модели деталей, модель сборочной учебной единицы, чертеж общего вида и спецификация к нему; исследованы не нильпотентные алгебры, обладающие свойствами нильпотентности; исследованы локальные формации π -разрешимых групп; получены необходимое и достаточное условие существования локальных подформаций в локальных формациях π -сверхразрешимых групп; произведены оценки значимости бизнес-моделирования, бизнес-инжиниринга в современном ведении бизнеса; разработано приложение позволяющее инвестору оценить выгодность и вероятностные риски предполагаемых инвестиций; получено дифференциальное уравнение гармонических колебаний эллиптического маятника, состоящего из ползуна, шарика и стержня; проведены проанализированно использование пакетов прикладных программ для обработки информации и разработки алгоритма бизнес-процесса коммерческой бизнес-модели.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	5
1 Построение модели многосекционного сенсора	6
2 Расчет уравнения движения малых колебаний эллиптического маятника с заданной начальной угловой скоростью его движения	9
3 Предельные циклы динамических систем, обобщающих систему Лъенара	13
4 Свободные колебания мембраны при радиально неоднородной плотности материала ...	15
5 Свободные колебания круглой мембраны с вырезом	18
6 Параметрические колебания круглой мембраны. Случай слабого параметрического резонанса.....	22
7 Разработка технологий графической подготовки специалистов в условиях дистанционного обучения на базе информационных технологий	25
8 Получение параметров аппроксимирования кривых растяжения элементарных проб ИК-Т S-образными функциями и разработка методики определения оптимальных параметров аппроксимирующей функции Гомперца и Рида по асимптотическому приближению.....	28
9 Экономико-математическая модель оценки чувствительности критериев эффективности стартап-проектов к изменению условий реализации проекта	31
10 Анализ характера и меры связей между личностными и вещественными элементами в производственной среде	35
11 Обработка чёрно-белых растровых изображений с использованием нейросетей	38
12 Исследование не нильпотентных алгебр, обладающих свойствами нильпотентности...40	
13 Моделирование бизнес-процессов.....	46
14 Методы математической обработки экспериментальных данных и их визуализации в рамках исследований влияния условий активации жидкостей ультразвуком	53
Заключение.....	57
Список использованных источников.....	59

Введение

Исследование динамических систем является одним из основных объектов исследования современной математики. От первоначального определения как механическая система с конечным числом степеней свободы динамическая система к настоящему времени получила широкое развитие. В наиболее общем смысле под динамической системой понимают произвольное действие группы (или даже полугруппы) на некотором множестве, называемом фазовым пространством динамической системы. В зависимости от структуры группы и фазового пространства появляются соответствующие направления в теории динамических систем такие, например, как топологическая динамика, эргодическая теория, гладкие динамические системы, динамические системы с дискретным временем. Абстрагирование в теории динамических систем от конкретного происхождения системы приводит к значительному увеличению общности теории, позволяя включать в неё разнообразный материал, связанный с функциональным анализом, алгеброй, топологией, теорией вероятностей.

Работа проводилась в следующих основных направлениях:

1. Построение модели многосекционного сенсора; разработка структурной и электрической схем средств контроля и удаленного мониторинга нефтепродуктов, определение оптимальной конструкции чувствительных элементов.

2. Расчет уравнения движения малых колебаний эллиптического маятника с заданной начальной угловой скоростью его движения; получение дифференциального уравнения гармонических колебаний эллиптического маятника, состоящего из ползуна, шарика и стержня.

3. Предельные циклы динамических систем, обобщающих систему Лъенара. Исследование системы дифференциальных уравнений такого типа.

4. Исследование локальных формаций π -разрешимых групп; исследование локальных формаций, порождённых множеством π -нильпотентных групп, обладающих минимальным локальным экраном;

5. Разработка, тестирование и апробация в учебном процессе алгоритмов выполнения заданий по графическим дисциплинам первокурсников механических и технологических специальностей.

6. Анализ данных социологического опроса и определение характера и меры связи между личностными характеристиками работников и показателями эффективности труда и производства.

7. Исследование подходов и процессов построения алгоритма бизнес-процесса производства продукции для принятия эффективных решений по управлению, организации и производственной деятельности предприятия в условиях рыночной конкуренции;

8. Математическая обработка результатов прямых и косвенных измерений, компьютерным методом статистической обработки результатов экспериментов и визуализации анализируемых статистических данных.

9. Построение математических моделей свободных колебаний мембран, позволяющие с использованием асимптотических разложений решить краевую задачу для уравнений в частных производных и определить частоты колебаний.

Список использованных источников

1. Локтионов, А. В. Кинематика режущего инструмента исполнительного механизма / А.В. Локтионов // Механика. Исследования и инновации: междунар. сб. науч. тр. – Гомель, 2019. – Вып.12. – С. 12-16.
2. Локтионов, А. В. Применение принципа Даламбера при рассмотрении сил инерции и относительного движения эллиптического маятника / А.В. Локтионов // Горная механика и машиностроение : научно-техн. журнал. – Солигорск, 2019. – №1 – С.24-28.
3. Смирнов, М.М. Дифференциальные уравнения в частных производных второго порядка. / М.М. Смирнов. – М.: Наука, 1964. – 104 с.
4. Смирнов, В.И. Курс высшей математики. Том II / Пред. Л. Д. Фаддеева, пред. и прим. Е. А. Грининой: 24-е изд. – СПб.: БХВ-Петербург, 2008. – 848 с.
5. Владимиров, В.С. Уравнения математической физики. / В.С. Владимиров. – М.: Наука, 1988. – 512 с.
6. Лебедев, Н.Н. Специальные функции и их приложения. / Н.Н. Лебедев. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва ; Ленинград : Физматгиз, 1963. – 358 с.
7. Янке, Е. Специальные функции. / Е.Янке, Ф. Эмде, Ф. Леш. – М.: Наука, 1977. – 342 с.
8. Бабаков, И.М. Теория колебаний. / И.М. Бабаков. – Издание 3-е, стереотипное. – М.: Наука, 1968. – 560 с.
9. Бицадзе, А.В. Уравнения математической физики. / А.В. Бицадзе. – М.: Наука, 1982. – 336 с.
10. Найфе, А.Х. Введение в методы возмущений. / А.Х. Найфе. – М.: Мир, – 1984. – 535с.
11. Найфе, А.Х. Методы возмущений. / А.Х. Найфе. – М.: Мир, – 1976. – 455с.
12. Mikhasev G.I., Kuntsevich S.P. Thermoparametric vibrations of noncircular cylindrical shell in nonstationary temperature field// Technische Mechanik. – 1997. – Band 17, Heft 2. – S. 113-120.
13. Михасев Г.И. Волновые пакеты в тонких оболочках // Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора физ.-мат. наук. Санкт-Петербург. – 1998. – 32 с.
14. Михасев, Г.И. Моделирование свободных колебаний звукопроводящей системы реконструированного среднего уха / Г.И. Михасев, М.А. Фирсов, В.П. Ситников // Рос. журнал биомеханики. – 2005. – Т. 9, № 1. – С. 52-62.
15. ОСВО 1-43 01 07 – 2013 Образовательный стандарт по специальности 1-43 01 07 Техническая эксплуатация энергооборудования организаций. – Введ. 2013-07-01. – Минск : Министерство образования Республики Беларусь, 2013. – 32 с.
16. ОСВО 1-53 01 01 – 2019 Образовательный стандарт по специальности 1-53 01 01 – 2019 Автоматизация технологических процессов и производств. – Введ. 2013-01-01. – Минск : Министерство образования Республики Беларусь, 2013. – 93 с.
17. ОСВО 1-55 01 03 - 2013 Образовательный стандарт по специальности 1-55 01 03 – 2013 Компьютерная мехатроника. – Введ. 2013-03-01. – Минск : Министерство образования Республики Беларусь, 2013. – 31 с.
18. Розова Л.И., О графической подготовке инженеров в условиях компьютеризации на опыте учреждения образования «Витебский государственный технологический университет» / Л.И. Розова //Журнал «Искусство и культура» / УО "ВГУ им. П.М, Машерова". – Витебск, 2020. – №2 (38)– С. 93–97.
19. Виртуальная образовательная среда Витебского государственного технологического университета [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://sdo.vstu.by/course/view.php?id=484>. – Дата доступа: 04.03.2020.
20. Начертательная геометрия и инженерная графика. Тестовые задания по инженерной графике для студентов специальностей: 1-27 01 01 «Экономика и организация производства»; 1-36 01 01 «Технология машиностроения»; 1-40 05 01 «Информационные

системы и технологии»; 1-50 01 02 «Конструирование и технология швейных изделий»; 1-53 01 01 «Автоматизация технологических процессов и производств» дневной формы
Методическая разработка / УО "ВГТУ" ; сост. Л. И. Розова [и др.]. – Витебск, 2016. – 99 с.

21. Виртуальная образовательная среда Витебского государственного технологического университета [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://sdo.vstu.by/course/index.php?categoryid=44>. – Дата доступа: 02.12.2020.

22. Начертательная геометрия, инженерная и машинная графика : сборник заданий и методические указания по выполнению расчетно-графических работ для студентов специальностей 1-53 01 01 "Автоматизация технологических процессов и производств (легкая промышленность)", 1-55 01 03 "Компьютерная мехатроника" / УО "ВГТУ" ; сост. Л. И. Розова [и др.]. – Витебск, 2019. – 94 с.

23. Начертательная геометрия, инженерная и машинная графика : сборник заданий для самостоятельной работы для студентов специальностей 1-53 01 01-05 "Автоматизация технологических процессов и производств (легкая промышленность)", 1-55 01 03 "Компьютерная мехатроника" дневной формы обучения / УО "ВГТУ" ; сост. Л. И. Розова [и др.]. – Витебск, 2019. – 41 с.

24. Лукасевич, И. Я. Финансовый менеджмент в 2 ч. Часть 1. Основные понятия, методы и концепции : учебник и практикум / И. Я. Лукасевич. – 4-е изд., перераб. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2019. – 377 с.

25. Яшева, Г. А. Методы и инструментарий оценки эффективности и чувствительности стартап-проекта в среде ТП MS Excel в контексте формирования бизнес-стратегии / Г. А. Яшева, Е. Ю. Вардомацкая // Вестник Витебского государственного технологического университета. – 2020. – № 2(39). – С. 193.

26. Об утверждении Правил по разработке бизнес-планов инвестиционных проектов. Постановление министерства экономики Республики Беларусь 31 августа 2005 г. № 158. [Электронный ресурс]. – Режим доступа:

27. <https://pravo.by/document/?guid=3871&p0=W20513184>. – Дата доступа: 20.03.2021.

28. Яшева, Г. А. Бизнес-планирование: учебное пособие. – Витебск, 2016. – 539 с.

29. Яшева, Г. А., Вардомацкая, Е. Ю. Оценка эффективности инвестиций в табличном процессоре MS EXCEL, Планово-экономический отдел.– 2014. – № 2 (128). – С. 40-53.

30. Яшева, Г. А. Оценка рисков инвестиционных проектов на основе программного приложения / Г. А. Яшева, Е. Ю. Вардомацкая, В. Д. Марецкая // Материалы и технологии. – 2021. – № 1 (7). – С. 69-74.

31. Чуднова О.В. Алгоритм базового анализа данных социологического опроса в программе MS Excel // Современные научные исследования и инновации. 2015. № 4. Ч. 5 [Электронный ресурс]. URL: <http://web.snauka.ru/issues/2015/04/45596> (дата обращения: 15.03.2021).

32. Статистика с элементами эконометрики в 2 ч. Часть 1 : учебник для среднего профессионального образования / В. В. Ковалев [и др.] ; под редакцией В. В. Ковалева. – Москва : Издательство Юрайт, 2017. – 333 с.