

«УТВЕРЖДАЮ»

Ректор КГТУ им. И.Раззакова

К.Т.И. доцент Чыныбаев М.К.



2025 г.

ВЫПИСКА

из протокола № 5 расширенного заседания кафедр «Автоматическое управление», «Инфокоммуникационные технологии» Кыргызского государственного технического университета им. И. Раззакова и лаборатория «Адаптивные и интеллектуальные системы» ИМАГ НАН КР по предварительной апробации диссертационной работы соискателя Лян Чжаньхао на тему **«Разработка и исследование компьютерных интеллектуальных систем в автоматизированных системах»**, представленной на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.13.06 – «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами».

г. Бишкек, КГТУ им. И. Раззакова

от 15 января 2025 г.

Председатель заседания: Кадыркулова К. К. – к.т.н., доцент 05.13.06 – «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами»; **Секретарь заседания:** Алмазбекова Н. А.

Присутствовали:

1. Батырканов Ж.И – д.т.н. проф., 05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка информации (по отраслям);
2. Курманбек уулу Т. – д.т.н. и. о. проф., 05.13.16 – применение вычислительной техники, математического моделирования и математических методов в научных исследованиях;
3. Торобеков Б.Т. – д.т.н. проф., 05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка информации (по отраслям);
4. Акматбеков Р.А. – к.т.н. проф., КГТУ 05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка информации (по отраслям);
5. Михеева Н.И. – к.т.н. доц., 01.04.13 – Электрофизика, электрофизические установки;

6. Такырбашев Б.К. – к.т.н. доц., 05.13.06 – «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами»;
 7. Кармышаков А.К. – к.т.н. доц., 05.13.06 – «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами»;
 8. Кошоева Б.Б. – к.т.н. доц., 05.13.06 – «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами»;
 9. Кадыркулова К.К. – к.т.н. доц., 05.13.06 – «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами»;
 10. Кожекова Г.А. – к.т.н. и. о. доц., 05.13.06 – «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами»;
 11. Саитов Н.С. – к.т.н. доц., 05.13.06 – «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами»;
 12. Кудакеева Г.М. – к.т.н. и.о. доц., 05.13.06 – «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами»;
 13. Насырымбекова П.К. – ст. преп. кафедры автоматическое управление;
 14. Таалайбекова А.Т. – ст. преп. кафедры автоматическое управление;
 15. Алмазбекова Н.А. – инженер кафедры автоматическое управление;
- Всего 15 человек.

Повестка дня:

1. Обсуждение диссертационной работы соискателя кафедры автоматическое управление Лян Чжаньхао на тему «Разработка и исследование компьютерных интеллектуальных систем в автоматизированных системах», представленной на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.13.06 – «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами».
2. Рассмотрение и обсуждение дополнительной программы специальной дисциплины для сдачи кандидатского экзамена по диссертационной работе Лян Чжаньхао на тему «Разработка и исследование компьютерных интеллектуальных систем в автоматизированных системах», представляемую на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.13.06 – «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами».

Научный руководитель: д.т.н., профессор Батырканов Жениш Исакунович.

Тема кандидатской диссертации и научный руководитель утверждены на заседании Ученого Совета КГТУ им. И. Раззакова (протокол № 7 от 30 марта 2022 года, переутверждены протокол №10 от 26 июня 2024 года)

Назначенный рецензент:

Кожекова Г.А. – к.т.н. и.о. доцента (05.13.06 – «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами»);

По первому вопросу слушали:

Кадыркулова К.К. – председатель заседания:

Здравствуйте уважаемые коллеги, сегодня на расширенном заседании рассматривается вопрос об обсуждении диссертационной работы соискателя кафедры автоматического управления Лян Чжаньхао на тему **«Разработка и исследование компьютерных интеллектуальных систем в автоматизированных системах»**, представляемую на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.13.06 – «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами». Научным руководителем является доктор технических наук, профессор Батырканов Жеңиш Исакунович. Прошу проголосовать для утверждения повестки дня. Все – «за», против – «нет». Слово предоставляется соискателю Лян Чжаньхао для изложения содержания диссертационной работы.

Слушали: Доклад Лян Чжаньхао на тему **«Разработка и исследование компьютерных интеллектуальных систем в автоматизированных системах»**, в котором соискателем были обоснованы цель, задачи, актуальность исследования, научная новизна и изложены основные результаты и выводы диссертационной работы.

Глубокоуважаемый председатель, уважаемые коллеги!

В нынешнюю стремительно развивающуюся технологическую эпоху технология автоматизации стала важной движущей силой во всех сферах жизнедеятельности. Будь то промышленное производство, медицинский мониторинг или создание «Умных домов», системы автоматизации играют незаменимую роль.

С внедрением искусственного интеллекта, аналитики больших данных и технологий IoT сфера и глубина применения автоматизации значительно расширились. Например, промышленные роботы могут точно выполнять задачи по сборке на производственных линиях, устройства «Умного дома» могут регулировать параметры окружающей среды в зависимости от привычек пользователя, а в области медицины системы мониторинга здоровья

обеспечивают точную поддержку данных для профилактики заболеваний и ухода за пациентами.

Актуальность темы: Традиционные методы обнаружения падений в основном опираются на сенсорные подходы, такие как носимые устройства или датчики окружающей среды. Однако эти методы имеют множество ограничений в практическом применении, таких как неудобство ношения и высокое влияние помех окружающей среды. С развитием компьютерного зрения и алгоритмов искусственного интеллекта методы обнаружения падений, основанные на глубоком обучении, постепенно превратились в горячую точку исследований. Эти методы не только способны эффективно анализировать поведение человека на основе видеоданных, но и демонстрируют высокую точность обнаружения и устойчивость в сложных условиях. Учитывая вышеизложенное, данная работа посвящена исследованиям применения технологий автоматизации в области обнаружения падений, путем теоретического анализа и совершенствования алгоритмов искусственного интеллекта, для повышения точности и эффективности обнаружения падений, и разрабатывает комплекс интеллектуальных системы обнаружения и мониторинга падений, которая задает направление для исследования и применения будущей интеллектуальной системы мониторинга здоровья.

Цель и задачи исследования. Основная цель диссертации - предложить алгоритм обнаружения падений на основе моделей YOLOv8 и LSTM, а также разработать интеллектуальную систему мониторинга как применение технологий компьютерного интеллекта в автоматизированных системах в области обнаружения падений. Сочетание методов обнаружения целей и анализа временных рядов позволяет повысить точность и эффективность обнаружения падений в реальном времени, что обеспечивает эффективную поддержку в предотвращении падений и своевременном вмешательстве.

Объект исследования: интеллектуальная система обнаружения падений на основе модели YOLOv8-LSTM, которая объединяет функции обнаружения объектов и анализа временных рядов.

Предмет исследования: создание эффективной, адаптивной и гибкой системы для обнаружения падений путём усовершенствования моделей YOLOv8 и LSTM, предназначенной для мониторинга в реальном времени и распознавания поведения.

Задачи исследования:

- Проанализировать текущее состояние дел в области применения методов обнаружения целей и анализа временных рядов для

обнаружения падений, а также обсудить преимущества и проблемы глубокого обучения в этой области;

- Разработать и совершенствовать алгоритм обнаружения целей YOLOv8, сочетающего механизм внимания ECA и технологию GSConv для повышения точности и эффективности обнаружения целей;
- Реализовать применение модели LSTM для анализа временных рядов при обнаружении падений, улучшить распознавание поведения при падении путем объединения улучшенного алгоритма YOLOv8 и модели LSTM;
- Спроектировать и разработать интеллектуальную систему мониторинга для обнаружения падений пожилых людей на основе улучшенной модели YOLOv8-LSTM, завершить функциональный анализ, архитектурный дизайн и реализацию системы, чтобы убедиться, что система оснащена функциями обнаружения, отображения результатов и записи в режиме реального времени;

Научная новизна работы: Инновационный алгоритм, сочетающий YOLOv8 и LSTM: В этом исследовании алгоритм обнаружения целей YOLOv8 улучшен за счет внедрения механизма внимания ECA и модуля GSConv, а также объединен с моделью анализа временных рядов LSTM для оптимизации динамического сценария и временных характеристик в задаче обнаружения падения, что эффективно повышает точность обнаружения и устойчивость модели к временным изменениям в сложных условиях.

Разработка и внедрение интеллектуальной системы мониторинга для автоматизированных компьютерных систем на основе улучшенной модели YOLOv8-LSTM: Разработка интеллектуальной системы мониторинга с интегрированным обнаружением, отображением в реальном времени и регистрацией данных, обеспечивающих комплексное решение для обнаружения падений пожилых людей в режиме реального времени.

Практическая значимость полученных результатов:

- Разработанная система мониторинга, объединяет передовые технологии обнаружения целей и анализа поведения, которые могут отслеживать ситуацию с падением пожилых людей в режиме реального времени и обеспечивают своевременную обратную связь для создания эффективных механизмов раннего предупреждения для семей и в учреждении по уходу, что может помочь уменьшить травмы, вызванные падениями, и улучшить качество жизни пожилых людей.
- Данное исследование не только оптимизирует существующие методы обнаружения целей, но и создает новую идею интеллектуальной

системы мониторинга на основе глубокого обучения, внедрения анализ временных рядов в область мониторинга здоровья, что является важным импульсом для области автоматизированного мониторинга здоровья.

- Результаты исследований предоставляют осуществимое техническое решения для создания интеллектуальной системы ухода за пожилыми людьми, которая имеет широкое социальное значение и рыночные перспективы, и может помочь решить проблемы здравоохранения в стареющем обществе.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обоснована актуальность темы, сформулированы цель и задачи исследования, определены объект и предмет исследования, изложены научная новизна и практическая значимость работы, а также дана краткая характеристика структуры диссертации.

В первой главе «Обзор компьютерных интеллектуальных систем в системах автоматизации» представлена аналитическая сводка существующих подходов к автоматизации мониторинга состояния здоровья, включая традиционные сенсорные методы и современные алгоритмы искусственного интеллекта. Отмечены ограничения существующих методов обнаружения падений и обоснована необходимость использования глубокого обучения и компьютерного зрения для повышения точности и устойчивости обнаружения падений.

Во второй главе «Теория обнаружения целей и анализа временных рядов на основе глубокого обучения» рассмотрены принципы и эволюция алгоритмов обнаружения целей — от классических методов (Haar, HOG+SVM) до современных моделей на основе глубоких нейросетей (YOLOv1–YOLOv8). Особое внимание уделено преимуществам YOLOv8 и модели LSTM. Показано, что интеграция этих подходов позволяет одновременно решать задачи пространственного обнаружения и временного анализа, что особенно актуально для задачи детекции падений.

В третьей главе «алгоритм обнаружения падений на основе улучшенного YOLOV8 С LSTM» проведена оптимизация архитектуры YOLOv8 с применением механизма внимания ECA и свёртки GSConv, а также реализована интеграция с моделью LSTM для анализа временных зависимостей. Представлены теоретические обоснования и математические описания используемых механизмов, включая формулы расчета весов каналов и структуры сверточных слоёв. Описаны архитектура улучшенной модели и её преимущества.

В четвёртой главе «интеллектуальная система мониторинга для обнаружения падений на основе улучшенного YOLOv8-LSTM» представлена разработанная программная система мониторинга падений в реальном времени. Приведены результаты системного проектирования, включая функциональную архитектуру, пользовательский интерфейс, выбор оборудования, а также описание среды разработки (PyTorch, Streamlit, OpenCV и др.). Проведено тестирование системы и представлены графики и таблицы сравнительных метрик (точность, F1-score, mAP и др.). Показано, что система обладает высокой скоростью и точностью при обнаружении падений и может быть реализована в практических условиях.

В заключении обобщены основные результаты работы:

1. Рассматривается применение автоматизации и искусственного интеллекта в мониторинге здоровья, анализируются преимущества и недостатки традиционных методов и технологий искусственного интеллекта.
2. Рассматриваются вопросы глубокого обучения и анализа временных рядов, описываются принципы работы моделей YOLOv8 и LSTM и их преимущества при обнаружении падений.
3. Для повышения точности обнаружения и временной устойчивости модели предлагается усовершенствованный алгоритм YOLOv8-LSTM с использованием механизма внимания ECA и GSConv.
4. Для интеграции улучшенной модели обнаружения и проверки ее эффективности в практическом применении была разработана автоматизированная компьютерная система интеллектуального мониторинга.

Результаты диссертационного исследования имеют научную новизну и практическую ценность, могут быть использованы в системах автоматизации, здравоохранении, робототехнике и обучении.

В ходе обсуждения были заданы следующие вопросы:

Акматбеков Р.А. – к.т.н., профессор КГТУ: У меня есть 2 вопроса: 1. Какова роль временных рядов в диссертации?

2. Отличие последней версии от предыдущих алгоритмических модулей YOLOv8 и LSTM?

Лян Чжаньхао – соискатель: 1. Роль временных рядов заключается в том, чтобы компенсировать недостатки модели обнаружения объектов в временном измерении. В сочетании с моделью LSTM осуществляется полное моделирование от пространственных признаков к пространственно-временным, что повышает способность к распознаванию падений.

2. Последняя версия оптимизировала YOLOv8 путем внедрения модулей ECA и GSConv и глубоко интегрировала модель LSTM для анализа

временных рядов. Это не только улучшило точность и эффективность обнаружения, но и компенсировало недостатки временного измерения в распознавании действий, что делает её более практичной и инновационной по сравнению с предыдущими версиями.

Михеева Н.И. – к.т.н., доцент: Где апробированы результаты работы, имеется ли акт внедрения или патенты?

Лян Чжаньхао – соискатель: 1) Результаты диссертационной работы докладывались на следующих международных симпозиумах, республиканских, межвузовских конференциях:

- 3-я Международная конференция по компьютерной графике, искусственному интеллекту и обработке данных (ICCAID 2023), Циндао, Китай, 2023 г.
- 2024 Международная конференция IEEE по обработке изображений (ICIP), Абу-Даби, Объединенные Арабские Эмираты (ОАЭ), 2024 г.
- 4-я Международная конференция по компьютерным технологиям, информационной инженерии и электронным материалам (СТЕЕМ 2024), Чжэньчжоу, Китай, 2024 г.

2) Были поданы заявки и получены патенты на 2 изобретений в Китае.

Кармышаков А.К. – к.т.н, доцент: Какой пакет программы использовали?

Лян Чжаньхао – соискатель: Для разработки системы использовались следующие программные пакеты:

Python — язык программирования для реализации алгоритмов.

PyTorch — фреймворк глубокого обучения для обучения моделей YOLOv8 и LSTM;

YOLOv8 (Ultralytics) — модель для обнаружения объектов на видеокадрах;

LSTM — модель долгосрочной и краткосрочной памяти для анализа временных рядов;

OpenCV — библиотека для обработки изображений и видеопотока;

Tkinter — библиотека для создания графического интерфейса пользователя.

Кадыркулова К.К. – председатель заседания:

— Есть ещё вопросы? Вопросов нет, тогда перейдём к обсуждению.

При обсуждении выступили:

— к.т.н., профессор КГТУ им. И. Раззакова –Акматбеков Р.А.: Прделана большая полезная работа. В ней несомненно присутствуют элементы новизны, она интересна, содержательна, с хорошими результатами, но докладчик не совсем уложился во времени. Необходимо сделать акцент на практическую ценность диссертационной работы и полученных результатов. Соискателю надо пересмотреть организацию своего доклада. Пожелаю ему удачи и успешной защиты. Но мое замечание никак не влияет на научную ценность работы. Я рекомендую диссертацию к публичной защите.

— к.т.н., доцент Михеева Н.И.: В целом, мы увидели хорошую работу, она имеет законченный характер, все результаты получены самостоятельно. Основные результаты исследований рассматривались и обсуждались на различных семинарах, конференциях. Видно, что соискатель владеет хорошей подготовкой, знает основные проблемы, стоящие перед ним. Конечно, у меня тоже есть замечания к соискателю — очень кратко сказано о методах обнаружения падений пожилых людей с использованием усовершенствованной модели YOLOv8 и LSTM. Также считаю, что диссертационная работа Лян Чжаньхао соответствует всем требованиям НАК при Президенте КР. И, тем не менее, я предлагаю дать положительное заключение по рассматриваемой работе и рекомендовать её к защите. Я поддерживаю рекомендацию к публичной защите данной диссертации.

Кадыркулова К. К. – председатель заседания:

— Следующее слово предоставляется научному руководителю, д.т.н., профессору Батырканову Ж.И.

Батырканов Ж. И.: Я рассмотрел работу с точки зрения требований к диссертации. Во-первых, необходимо, чтобы была четко выражена актуальность и практическая значимость исследования. У Лян Чжаньхао эти аспекты представлены в первой главе. Далее должны быть представлены результаты исследований. У него есть самостоятельные исследования, которые способствуют улучшению системы и повышению эффективности обнаружения и прогнозирования. Экспериментальные исследования посвящены пожилым людям. С учетом этих требований структура диссертации соответствует предъявляемым нормам, и её можно подавать на защиту.

Замечаний по работе нет.

Было отмечено, что диссертационная работа выполнена на актуальную тему, в целом по содержанию, научной и практической значимости отвечает требованиям Национальной аттестационной комиссии при Президенте Кыргызской Республики, предъявляемым к кандидатским диссертациям, соответствует специальности 05.13.06 – «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами» и рекомендовали ее к защите.

Кадыркулова К. К. – председатель заседания:

— Слово предоставляется рецензенту Г.А. Кожекову пожалуйста, можете выступить.

Кожекова Г. А. – к.т.н., и.о. доцента, рецензент:

— Уважаемые участники сегодняшнего заседания кафедры! Я ознакомилась с диссертацией и авторефератом Лян Чжаньхао. Соискатель, действительно, добился хороших результатов в сотрудничестве с научным руководителем, и я рекомендую к защите эту работу. Тема данной работы **«Разработка и исследование компьютерных интеллектуальных систем в автоматизированных системах»**, является актуальной. По этой теме выполнено много работ. Ознакомившись с диссертацией, предлагаю к защите, составив положительное заключение по данной работе. Диссертационная работа Лян Чжаньхао посвящена разработке программного обеспечения с применением искусственного интеллекта, в автоматизированных системах в области обнаружения падений, а также улучшить платформу YOLOv8 и LSTM для обнаружения падений.

1. Актуальность темы исследования

Исследование и разработка интеллектуальных компьютерных систем для автоматизации в настоящее время является актуальной научной задачей. Работа представляет собой значительный вклад в разработку интеллектуальных систем, применяемых не только в автоматизированных системах, но и в других сферах жизнедеятельности человека, в том числе и в медицине.

2. Новизна и научная значимость работы

В диссертации предложены новые подходы и методы разработки интеллектуальных систем, основанных на алгоритмическом модуле YOLOv8 и LSTM, и реализована интеллектуальная система мониторинга.

Автором были исследованы и предложены улучшить алгоритмы оптимизации, машинного обучения и управления, которые находят применение в медицине.

3. Полнота исследования и уровень проработки материала

Работа отличается глубокой теоретической проработкой и детальным анализом. Автор демонстрирует высокий уровень владения современными методами искусственного интеллекта, а также умение применять их для решения прикладных задач. В исследовании использованы математические модели, проведены численные эксперименты, результаты которых подтверждают эффективность предложенных решений.

4. Практическая ценность результатов

Результаты исследования имеют высокую практическую значимость. Они могут быть использованы в домашних условиях по уходу за пожилыми людьми, в реабилитационных центрах и др. Разработанная интеллектуальная система значительно повышает точность мониторинга, снижая риска и помогает своевременно диагностировать, если это связано с падением пожилых людей. Кроме того, предложенные подходы легко адаптируются под специфические задачи, что расширяет область их применения.

5. Качество оформления работы

Автор умело сочетает теоретический материал с практическими результатами. Иллюстративный материал (графики, рисунки, таблицы, диаграммы) представлен в достаточном объеме.

6. Замечания и предложения

1. В работе нужно уделить больше внимания на грамматику последовательность изложения текста.
2. В тексте диссертации можно было бы более подробно рассмотреть вопросы экономической эффективности внедрения предложенных систем.

Эти замечания носят рекомендательный характер и не снижают уровень диссертации.

7. Заключение

1. Диссертация **«Разработка и исследование компьютерных интеллектуальных систем в автоматизированных системах»** соискателя Лян Чжаньхао выполненная на актуальную тему является законченной научно-исследовательской работой, содержащей научно-методические, теоретические и экспериментальные разработки и практические результаты.

2. Диссертация посвящена актуальной и важной теме, связанной с разработкой и исследованием компьютерных интеллектуальных систем, которые играют ключевую роль в современном обществе.

3. Содержание диссертации соответствует специальности 05.13.06 – Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами

4. Рекомендовать диссертацию Лян Чжаньхао «Разработка и исследование компьютерных интеллектуальных систем в автоматизированных системах» с учётом высказанных замечаний к защите на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.13.06 – Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами

Я также поддерживаю предложение об рекомендации диссертации к публичной защите.

Кадыркулова К. К. – председатель заседания:

— Спасибо Гуланда Анарбековна! Слово предоставляется соискателю для ответа на замечания рецензента.

Лян Чжаньхао – соискатель:

— Уважаемая Гуланда Анарбековна, благодарю за рецензирование нашей работы и положительную оценку. Ваши замечания будут учтены нами при окончательном оформлении работы.

Кадыркулова К.К. – председатель заседания:

— Есть ли еще желающие выступить? Желающих нет. Благодарю всех участников расширенного заседания кафедры и докладчику, желаю ему творческих успехов. Я считаю, что работа выполнена на должном уровне, заслуживает внимания, также поддерживаю предложение о рекомендации диссертации к публичной защите. Предлагаю утвердить положительное заключение по диссертационной работе Лян Чжаньхао и рекомендацию в диссертационный совет к публичной защите. Прошу проголосовать, “все” — за, “против” — нет.

ПОСТАНОВИЛИ:

1) Диссертационную работу Лян Чжаньхао на тему «Разработка и исследование компьютерных интеллектуальных систем в автоматизированных системах» на кандидата технических наук по специальности 05.13.06 – Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами считать законченной научно-квалификационной работой, который соответствует требованиям п. 11 “Положение о порядке присуждения ученых степеней”, предъявляемым к кандидатским диссертациям.

2) Рекомендовать к защите диссертацию соискателя Лян Чжаньхао на тему «Разработка и исследование компьютерных интеллектуальных систем в

автоматизированных системах» на кандидата технических наук по специальности 05.13.06 – Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами в диссертационный совет Д 05.23.689 при КГУ имени И. Арабаева и КТУ имени И. Раззакова.

3) Утвердить дополнительную программу специальной дисциплины для сдачи кандидатского экзамена Лян Чжаньхао на тему «Разработка и исследование компьютерных интеллектуальных систем в автоматизированных системах» на кандидата технических наук по специальности 05.13.06 – Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами в диссертационный совет.

Председатель заседания
к.т.н., доцент



Кадыркулова К. К.

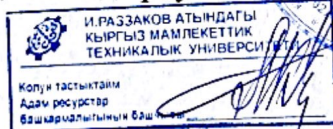
Секретарь заседания



Алмазбекова Н. А.

Подписи к.т.н., доцент Кадыркуловой К.К., Алмазбековой Н.А. заверяю

начальник УЧР:



Мусаева А. К.

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИИТ

КТУ им. И. Раззакова

д.ф.-м.н., Кабаева Г. Дж.



01 2025 г.

**Институт информационных технологий, Кыргызского государственного
технического университета им. И. Раззакова**

Дополнительная программа

кандидатского минимума по специальности 05.13.06 – автоматизация и
управление технологическими процессами и производствами

Программа рассмотрена на расширенном заседании
кафедры автоматическое управление

Протокол № 5 от 15 января 2025 г.

Зав. кафедрой АУ

Кадыркулова К. К.

Бишкек 2025 г.

Дополнительная программа кандидатского минимума

по специальности **05.13.06 – автоматизация и управление технологическими процессами и производствами**

Содержание дополнительной программы

Основы теории автоматического управления

Краткий теоретический очерк становления и развития теории и техники автоматического управления. Основные понятия и определения. Принципы построения и виды систем управления. Системы автоматического регулирования. Основные задачи теории автоматического управления. Звенья и системы автоматического управления. Статические и динамические модели и их звенья. Задачи и средства математического описания системы, целей управления и условий функционирования. Математическое моделирование как средство исследования систем. Роль вычислительной техники. Основные задачи теории систем управления и роль математических методов в их решении. Классификация систем управления по их свойствам и математическому описанию: обыкновенные системы и системы с распределенными параметрами, непрерывные и дискретные, детерминированные и стохастические, одномерные, многомерные, линейные и нелинейные, оптимальные и адаптивные системы. Линейная система и ее общие свойства. Метод пространства состояний. Переменные состояния, входы и выходы системы, управляющие и возмущающие воздействия. Линейный оператор и уравнения линейной системы. Обратный оператор. Принцип суперпозиции. Дифференциальные уравнения линейных систем. Обыкновенные линейные системы, заданные линейными дифференциальными уравнениями в нормальной форме Коши. Вектор состояния

и модель состояния. Формула Коши-Лагранжа, матрица весовых (импульсных переходных) функций и ее свойства. Сопряженная система. Собственное и вынужденное движения. Устойчивость и асимптотические свойства собственного движения линейной системы. Управляемость и наблюдаемость обыкновенных линейных систем. Основные определения. Управляемость по состоянию и выходам. Общие критерии управляемости и наблюдаемости. Матрица свойства. Стационарные линейные системы, модели временной области, линейные дифференциальные уравнения с постоянными коэффициентами в нормальной форме Коши. Матричная экспонента. Модели комплексной области. Передаточные функции. Матрица передаточных функций как матрица системы, заданной в нормальной форме Коши. Структурные схемы и графики стационарных систем. Одномерные и многомерные звенья. Правила преобразования структурных схем и графов. Векторно-матричное описание многомерных и многосвязных систем. Анализ процессов в стационарных линейных системах. Асимптотические свойства собственного и вынужденного движения. Устойчивость стационарных систем. Динамические характеристики стационарных САУ. Весовые (импульсные переходные) и единичные переходные функции. Реакция на гармонические воздействия. Частотные характеристики. Минимально-фазовые звенья. Типовые динамические звенья. Определение устойчивости динамической системы. Устойчивость движения и состояния. Устойчивость и асимптотическая устойчивость невозмущенного движения по Ляпунову. Устойчивость «в большом» и «в малом». Устойчивость звена по входу. Необходимое и достаточное условие устойчивости. Алгебраические и частотные критерии устойчивости (Раусса, Гурвица, Михайлова, Найквиста). Понятие о робастной устойчивости. Запас устойчивости.

Понятие о расширенных частотных характеристиках. Выделение областей устойчивости. Система с запаздыванием.

Влияние запаздывания на устойчивость. Частотные критерии устойчивости для систем с запаздыванием. Понятие чувствительности автоматических систем. Общая формула чувствительности. Чувствительность соединений элементов. Чувствительность основных структур автоматических систем. Системы нулевой чувствительности и их реализуемость. Оценка качества регулирования в системах управления. Прямые и косвенные показатели качества переходных процессов. Классификация квантованных по времени сигналов. Аналитическое описание элементов дискретной аналитической системы, управляющая ЭВМ, преобразователь аналоговых сигналов в цифровые и цифровых в аналоговые. Дискретное преобразование Лапласа для импульсных сигналов, Передаточная функция импульсной системы. Специфика расчета импульсных систем с обратной связью. Необходимые и достаточные условия устойчивости импульсной системы. Критерии устойчивости импульсных систем регулирования. Переходные процессы в импульсных системах конечной деятельности, условия их физической реализуемости. Синтез цифровых систем регулирования. Постановка задачи синтеза. Условия осуществимости и грубости. Основные уравнения синтеза. Компенсация влияния запаздывания. Системы с конечной длительностью процесса. Показатели качества оптимальных импульсных систем. Оптимальные параметры систем. Особенности нелинейных систем. Типовые нелинейности, их статические и временные характеристики. Определение устойчивости движения и состояний нелинейной системы. Метод гармонической линеаризации нелинейностей. Гармоническая линеаризация для случая несимметричности автоколебаний. Скользящие режимы в нелинейных системах. методы их построения и определения показателей качества.

Теория оптимального управления

Оптимизация программ управления. Постановка задачи. Приведение задач к общему виду. Условия оптимальности. Задача с конечным числом неизвестных. Принцип максимума как необходимое условие оптимальности. Достаточность принципа максимума. Задача оптимизации со свободным правым концом траектории. Свойства и алгоритм построения оптимальной программы управления. Линейно-квадратичные задачи. Оптимизация по быстродействию.

Дискретные системы. Понятие о численных методах оптимизации. Задачи математического программирования. Оптимизация дискретных систем. Задача с ограничениями на траекторию. Синтез оптимальных обратных связей формирования задачи динамического программирования. Уравнения динамического программирования. Особенности решения задачи динамического программирования. Управление с обратной связью по неточным измерениям. Оценка состояния объекта. Оптимальные обратные связи. Эвристические методы решения нелинейных задач построения обратных связей. Идентификация объектов управления. Адаптивное управление статическим объектом. Рекуррентные процедуры оптимизации и экстремальное регулирование. Оценка градиента и алгоритм управления. Условие применимости экстремального регулирования. Рекуррентное оценивание параметров. Адаптивное управление динамическими объектами. Постановка задачи. Стабилизация линейного объекта. Задача слежения. Метод эталонных моделей.

Основы автоматизации промышленных предприятий и технологических процессов

Состояние и развитие вопросов автоматизации промышленных предприятий и технологических процессов. Структура и состав элементов систем АСУП и

АСУ ТП. Принципы организации обследования промышленных предприятий. Информационно-логическая схема взаимосвязи задач автоматизации промышленных предприятий.

Принципы анализа и синтеза систем автоматизации

Агрегатный принцип построения технического комплекса автоматизированных систем промышленных предприятий. Структура технического комплекса автоматизированных систем промышленных предприятий. Методы алгоритмизации задач автоматизации. Методы решения задач оптимального оперативного управления промышленными предприятиями. Методы синтеза промышленных инвариантных систем регулирования. Методы синтеза промышленных САР с переменной структурой.

Оптимальное управление технологическими процессами

Методы централизованного контроля технологических процессов. Автоматизированный учет движения материальных потоков. Модели оперативного управления производством. Задачи оптимального управления непрерывными и дискретными технологическими процессами. Методы оптимизации разветвленных технологических процессов. Оптимальное управление стационарными технологическими процессами. Оптимальное управление нестационарными технологическими процессами. Методы имитационного моделирования технологических процессов и производств.

Системы искусственного интеллекта

Методы представления знаний. Логика высказываний. Правила вывода. Логика первого порядка. Прямая цепочка и обратная цепочка дедуктивных

рассуждений. Отличия обратной и прямой цепочки. Рассуждения в искусственном интеллекте. Индуктивное и дедуктивное рассуждение

Перечень вопросов дополнительной программы кандидатского экзамена:

1. Основные понятия и термины автоматизации
2. Виды автоматизации и их классификация
3. Роль и место автоматизации в развитии производства
4. Методы автоматизации: автоматизация управления, автоматизация производства, автоматизация контроля
5. Принципы организации автоматизированных систем управления (АСУ)
6. Типы управления технологическими процессами: прямое, обратное, адаптивное
7. Классификация технологических процессов и их особенности
8. Моделирование технологических процессов и управление ими
9. Методы оптимизации технологических процессов
10. Методы измерения, контроля и управления
11. Автоматизированные системы управления технологическими процессами (АСУ ТП): архитектура, структура, функциональные возможности
12. Средства автоматизации: контроллеры, датчики, исполнительные механизмы, программное обеспечение
13. Интеграция АСУ ТП с другими системами управления предприятием.
14. Этапы проектирования АСУ ТП

15. Методы выбора оптимальных решений
16. Внедрение АСУ ТП в производственный процесс
17. Организация эксплуатации АСУ ТП, техническое обслуживание, диагностика, ремонт
18. Системы искусственного интеллекта и их применение в автоматизации
19. Развитие и перспективы автоматизации в различных отраслях промышленности
20. Экономическая эффективность автоматизации
21. Социальные аспекты автоматизации
22. Основные понятия и определения. Принципы построения и виды систем управления
23. Основные задачи теории автоматического управления. Звенья и системы автоматического управления.
24. Статические и динамические модели и их звенья.
25. Математическое моделирование как средство исследования систем.
26. Основные задачи теории систем управления и роль математические методов в их решении.
27. Линейная система и ее общие свойства. Метод пространства состояний. Переменные состояния, входы и выходы системы, управляющие и возмущающие воздействия.
28. Собственное и вынужденное движения. Устойчивость и асимптотические свойства собственного
29. Управляемость и наблюдаемость обыкновенных линейных систем. Основные определения.

30. Управляемость по состоянию и выходам. Общие критерии управляемости и наблюдаемости.
 31. Классификация экспертных систем.
 32. Методы получения знаний для экспертных систем из различных источников.
 33. Этапы разработки экспертных систем
 34. Сравнительный анализ линейных законов регулирования.
 35. Интеллектуальные системы управления. Их принципиальное отличие от других типов САУ.
 36. Классификация видов информационных технологий.
- Программные средства создания графических объектов, графические процессоры.

Основная литература

1. Справочник по теории автоматического управления / Под ред. А.А. Красовского. – М.: Наука, 1987 г. – 712 с.
2. Теория автоматического управления. Учебник для вузов в 2-х частях. / Под ред. А.А. Воронова, 2 изд. – М.: Высшая школа, 1986 г. – 370 с., 540 с.
3. Цыпкин Я. З. Основы теории автоматических систем. Учебник для вузов. – М.: Недра. 1997. – 560 с.
4. Первозванский А. А. Курс теории автоматического управления. Уч. пособие. – М.: Наука, 1986. – 616 с.
5. Автоматическое управление в химической промышленности. Уч. Для вузов / Под ред. Дудникова. – М.: Химия, 1987. – 38 с.
6. Цирлин А.М. Оптимальное управление технологическими процессами. – М.: Энергоатомиздат, 1980. – 400 с.

7. Месарович Р. Н., МакоД., Такахара Н. Теория иерархических многоуровневых систем. – М.: Мир, 1973. – 344 с.
8. Уотерман Д. Руководство по экспертным системам. – М. Мир, 1989. – 388 с.
9. Алиев Р.А., Абдикеев Н.М., Шахназаров М. М. Производственные системы с искусственным интеллектом. – М.: Радио и связь, 1990. – 263 с.
10. Сотник, С. Л. Проектирование систем искусственного интеллекта: учебное пособие/ С. Л. Сотник. — 3-е изд. — Москва: Интернет Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа, 2021. — 228 с

Дополнительная литература

1. Алиев Р.А., Церковный А. Э., Магамедов Г.А. Управление производством при нечеткой исходной информации. – М.: Энергоатомиздат, 1991. – 239 с.
2. Осуга С. Обработка знаний. – М.: Мир, 1989. – 293 с.
3. Бусленко Н.П. Моделирование сложных систем. – М.: Наука. 1988. – 386 с.
4. Абдуллаев А.А., Алиев Р.А., Уланов Г.М. Принципы построения АСУ промышленными предприятиями. – М.: Энергия. 1985. – 346 с.
5. Первозванский А.А. Математические модели в управлении производством. – М.: Наука. 1989. – 616 с.
6. Джозеф Джарратано, Гари Райли // Экспертные системы: принципы разработки и программирование. Expert Systems: Principles and Programming. — 4-е изд. — М.: «Вильямс», 2006.