

Стенограмма
заседания диссертационного совета
24.1.107.01

22 ноября 2021 года

Защита диссертации Антиповым Алексеем Семеновичем на соискание ученой степени кандидата технических наук на тему «Блочный метод синтеза сигмоидальных обратных связей для мехатронных систем при действии возмущений» по специальности: 2.3.1 – «Системный анализ, управление и обработка информации (в технических системах)».

Стенограмма

заседания диссертационного совета 24.1.107.01 при Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институте Проблем Управления им. В.А. Трапезникова РАН

Председатель диссертационного совета – д.т.н. Б.В. Павлов
Ученый секретарь – к.т.н. Е.Ф. Жарко

Д.т.н. Павлов Б.В. (председатель Совета): Позвольте открыть заседание диссертационного совета. Состав Совета утвержден в количестве 28 человек. На заседании из 28 членов присутствует 23 человека, очно – 20 человек, удаленно – 3, (по профилю рассматриваемой специальности присутствуют 10 докторов наук):

1. Павлов Б.В.	доктор технических наук	2.3.1	очно
2. Кульба В.В.	доктор технических наук	2.3.3	очно
3. Жарко Е.Ф.	кандидат технических наук	2.3.3	очно
4. Бахтадзе Н.Н.	доктор технических наук	2.3.3	очно
5. Вишневикий В.М.	доктор технических наук	1.2.2	очно
6. Галяев А.А.	член-корреспондент	1.2.2	очно
7. Гребенюк Г.Г.	доктор технических наук	2.3.3	очно
8. Жилиякова Л.Ю.	доктор физ.-матем. наук	1.2.2	очно
9. Каршаков Е.В.	доктор технических наук	2.3.1	очно
10. Кочетков С.А.	доктор технических наук	2.3.1	очно
11. Краснова С.А.	доктор технических наук	2.3.1	очно
12. Лебедев В.Г.	доктор технических наук	1.2.2	очно
13. Меденников В.И.	доктор технических наук	2.3.3	удаленно
14. Пестерев А.В.	доктор физ.-матем. наук	1.2.2	очно
15. Полетыкин А.Г.	доктор технических наук	2.3.3	очно
16. Поляк Б.Т.	доктор технических наук	2.3.1	удаленно
17. Рапопорт Л.Б.	доктор физ.-матем. наук	2.3.1	очно
18. Рубинович Е.Я,	доктор технических наук	2.3.1	очно
19. Салихов З.Г.	доктор технических наук	2.3.3	очно
20. Уткин В.А.	доктор технических наук	2.3.1	очно
21. Фархадов М.П.	доктор технических наук	1.2.2	очно
22. Чайковский М.М.	доктор технических наук	2.3.1	очно
23. Честнов В.Н.	доктор технических наук	2.3.1	удаленно

Так как кворум имеется, разрешите заседание считать правомочным. Возражений нет?
Нет. (Предложение принимается единогласно).

На повестке дня защита диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук Антипова Алексея Семеновича на тему «Блочный метод синтеза сигмоидальных обратных связей для мехатронных систем при действии возмущений». Диссертация защищается по специальности 2.3.1 – «Системный анализ, управление и обработка информации». Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институте проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН.

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник лаб. 37 ИПУ РАН Краснова Светлана Анатольевна. Официальные оппоненты: Темкин Игорь Олегович, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Автоматизированные системы управления» «Национального исследовательского технологического университета «МИСиС»; Макаров Дмитрий Александрович, кандидат физико-математических наук, профессор, старший научный сотрудник «Института Системного Анализа ФИЦ ИУ РАН»; Ведущая организация – «Институт проблем механики им. А.Ю. Ишлинского РАН».

Слово предоставляется ученому секретарю Совета, кандидату технических наук Жарко Е.Ф. для оглашения материалов личного дела соискателя.

К.т.н. Жарко Е.Ф. (ученый секретарь Совета):

Антипов Алексей Семенович, 1992 года рождения, гражданин Российской Федерации. Образование – высшее. В 2016 окончил МГТУ им. Н.Э. Баумана, присуждена квалификация «инженер-математик» по специальности «Прикладная математика». С 2016 по 2020 учился в очной аспирантуре ИПУ РАН. В настоящее время работает в должности научного сотрудника лаборатории № 37. Имеет 20 научных публикаций по теме диссертации. Диссертация защищается на соискание ученой степени кандидата технических наук. В деле присутствует отзыв ведущей организации, два отзыва официальных оппонентов, восемь отзывов на автореферат.

Д.т.н. Павлов Б.В. (председатель Совета):

Имеются ли вопросы к ученому секретарю? Вопросов нет. Слово для изложения основных положений предоставляется соискателю Антипову Алексею Семеновичу.

Антипов А.С. (соискатель):

(кратко излагает актуальность темы, основные положения диссертации, содержащие научную новизну, результаты исследований. Автореферат диссертации и раздаточный материал имеется у каждого члена Совета и в личном деле соискателя.)

Д.т.н. Павлов Б.В. (председатель Совета):

Спасибо большое, какие будут вопросы к Алексею Семеновичу?

Д.т.н. Бахтадзе Н.Н. (член Совета):

Скажите пожалуйста, вы выбираете параметры так, чтобы обеспечить стабилизацию ошибки слежения. Каким образом вы обосновываете, что синтезированная система при таком выборе параметров будет устойчивой? Эта замкнутая система требует особого обоснования.

Антипов А.С. (соискатель):

Это мы делаем с помощью второго метода Ляпунова, т.е. мы вводим кандидата на функцию Ляпунова. Делаем оценку производной этой функции в предположении наихудшего изменения параметров и возмущений.

Д.т.н. Бахтадзе Н.Н. (член Совета):

А как это связано с выбором параметров? Вы формируете функцию Ляпунова в зависимости от этого выбора?

Антипов А.С. (соискатель):

Данный выбор параметров приводит к отрицательности производной функции Ляпунова.

Д.т.н. Бахтадзе Н.Н. (член Совета):

Это у вас доказывается?

Антипов А.С. (соискатель):

Да, это доказывается более детально в самой работе.

Д.т.н. Поляк Б.Т. (член Совета):

В заключении сказано, что показаны преимущества сигмоидальных законов управления перед линейными. Ваши эксперименты действительно это показывают. А есть ли аналитическое обоснование таких законов управления?

Антипов А.С. (соискатель):

Конкретных аналитических обоснований в работе нет, это подтверждается практическими результатами – исходя из результатов моделирования.

Д.т.н. Пестерев А.В. (член Совета):

Сигмоидальные функции составляют широкий класс функций, это арктангенс, гиперболический тангенс. Вы задались конкретной функцией в зависимости от экспоненты. Будут ли ваши результаты справедливы для других сигмоидальных функций? Или вы существенно опираетесь на вид выбранной сигмоидальной функции?

Антипов А.С. (соискатель):

Для доказательства сходимости мы опираемся именно на конкретный вид выбранной сигмоидальной функции. А в общем ничто не мешало выбрать другую S-образную функцию, но для нее была бы несколько другая теория.

Д.т.н. Пестерев А.В. (член Совета):

Значит можно было использовать и другие сигмоидальные функции?

Антипов А.С. (соискатель):

Да, можно использовать другие функции, это не такой принципиальный момент. Выбор S-образной функции – это дело и вкус разработчика.

Д.т.н. Кочетков С.А. (член Совета):

Основной вопрос людей, которые занимаются разрывными управлениями состоит в рассмотрении ситуации, когда у вас присутствует некая дополнительная динамика. Причем вы рассматриваете синтез, когда модель системы известна. А если как в пятой главе – управлением является сила, которая реализуется с помощью некоторой динамической подсистемы. Эту подсистему вы не знаете, и как ваши результаты будут работать в такой ситуации? Вопрос понятен?

Антипов А.С. (соискатель):

Да, для наших алгоритмов важно знать диапазоны изменения параметров. Если известны наихудшие диапазоны изменения, то мы закладываем алгоритмы на них, и всё

будет работать при условии, что параметры и возмущения остаются в этих диапазонах. В случае выхода за диапазоны – могут быть проблемы, и система может стать неустойчивой.

Д.т.н. Кочетков С.А. (член Совета):

Параметры и возмущения вы рассматриваете для самой модели. А если ваша сила реализуется с помощью подсистемы, динамику которой вы не знаете, и параметры которой тоже не знаете.

Антипов А.С. (соискатель):

В пятой главе закон управления был разработан на основе свойства пассивности системы и да, здесь не учитывалась динамика исполнительного устройства.

Д.т.н. Кочетков С.А. (член Совета):

Как она будет влиять на ваш алгоритм, если вы ее введете?

Антипов А.С. (соискатель):

Если введем, то в принципе проблем быть не должно.

Д.т.н. Кочетков С.А. (член Совета):

Проблемы как раз должны быть.

Антипов А.С. (соискатель):

Единственное, какая-то неучтенная динамика в любом случае скажется на точности стабилизации.

Д.т.н. Кочетков С.А. (член Совета):

Вы такую задачу не рассматривали?

Антипов А.С. (соискатель):

Да, в данном случае была рассмотрена упрощенная задача без динамики исполнительного устройства.

Д.т.н. Чайковский М.М. (член Совета):

У меня два вопроса. По пятой главе – что за внешние возмущения действуют на эту систему? Если тележка едет по рельсам, то там какое-то трение-качения?

Антипов А.С. (соискатель):

Это могут быть силы трения, какая-то неучтенная динамика в модели. Также деформации, которые могут происходить, разного рода неидеальности.

Д.т.н. Чайковский М.М. (член Совета):

Понятно, т.е. это некие приведенные возмущения, которые возникают из параметрической неопределенности известной модели?

Антипов А.С. (соискатель):

Да, верно.

Д.т.н. Чайковский М.М. (член Совета):

По слайду 11 и первой лемме – немного непонятная форма. В системе (2.1) где сама динамика системы? Т.е. система напрямую воспринимает некоторое детерминированное возмущение плюс управление?

Антипов А.С. (соискатель):

Да, это простой пример системы первого порядка, на котором были доказаны две базовые леммы. Потом результаты лемм распространялись уже на многомерные объекты.

Д.т.н. Чайковский М.М. (член Совета):

Понял, т.е. это как частный случай, от которого вы отталкивались дальше?

Антипов А.С. (соискатель):

Да, это как частный случай, леммы для системы первого порядка. Они для наглядности.

Д.т.н. Галяев А.А. (член Совета):

У меня вопрос по поводу чувствительности разработанных законов управления к изменению параметров модели системы. И второй вопрос – чувствительность по отношению к возмущениям.

Антипов А.С. (соискатель):

Наши алгоритмы управления опираются на допустимые диапазоны изменения параметров и возмущений. Соответственно, если в ходе функционирования параметры будут принадлежать этим допустимым диапазонам, то всё будет работоспособно. А если вдруг параметры каким-то образом выйдут за диапазоны, то могут быть проблемы.

Д.т.н. Галяев А.А. (член Совета):

И вы как-то это оцениваете?

Антипов А.С. (соискатель):

Нет, мы полагали, что у нас идеальный случай и параметры с возмущениями остаются в допустимых диапазонах.

Д.т.н. Галяев А.А. (член Совета):

В исследованиях вы проводили оценки чувствительности?

Антипов А.С. (соискатель):

Да, оценки чувствительности проводили, рассматривали именно наихудшие допустимые возмущения, которые вводили. С ними всё было работоспособно.

Д.т.н. Галяев А.А. (член Совета):

А что касается чувствительности к параметрам динамики системы?

Антипов А.С. (соискатель):

Да, такие же эксперименты пытались проводить.

Д.т.н. Галяев А.А. (член Совета):

Если вы неточно знаете параметры маятника, к чему это может привести?

Антипов А.С. (соискатель):

Могу пояснить на примере второй главы, здесь было несколько экспериментов с разными значениями параметров. Например, в третьем и четвертом экспериментах – негладкая масса маятника. Во всех экспериментах цель управления была достигнута.

Д.т.н. Павлов Б.В. (председатель Совета):

Больше нет вопросов? Слово имеет научный руководитель, доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник лаб. 37 ИПУ РАН Краснова Светлана Анатольевна.

Д.т.н. Краснова С.А. (научный руководитель):
(зачитывает положительный отзыв (прилагается в деле)).

Д.т.н. Павлов Б.В. (председатель Совета):
Слово предоставляется ученому секретарю Жарко Е.Ф., чтобы огласить отзывы и все документы, которые имеются в деле.

К.т.н. Жарко Е.Ф. (ученый секретарь Совета):
Отзыв ведущей организации – Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института проблем механики им. А.Ю. Ишлинского Российской академии наук. Организация дала положительный отзыв. Он подписан Костиным Георгием Викторовичем, доктором физико-математических наук, ведущим научным сотрудником лаборатории механики управляемых систем, Голубевым Алексеем Евгеньевичем, кандидатом физико-математических наук, старшим научным сотрудником лаборатории механики систем. В отзыве указано, что диссертация Антипова А.С. на соискание ученой степени кандидата технических наук является законченной научной квалификационной работой, которая выполнена на высоком уровне. Она отвечает всем предъявляемым требованиям к кандидатским диссертациям пункта 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24.09.2013 г., а ее автор Антипов Алексей Семенович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.1 «Системный анализ, управление и обработка информации».

В заключении ведущей организации имеются некоторые замечания, которые не умаляют важности результатов, полученных соискателем. Замечания следующие:

1. В разделе 2.3 в базовой теореме 2.1 строго доказаны принципы настройки параметров сигмоидальной обратной связи для системы общего вида (2.33), правые части дифференциальных уравнений которой описываются всюду ограниченными функциями. Однако модели всех рассматриваемых в работе мехатронных систем имеют в правых частях линейные неограниченные члены, но теоретические обобщения в виде теоремы для таких систем в работе не представлены.

2. В разделе 2.4 для объекта (2.67) – перевернутого маятника, желательно было бы дать схему с пояснением, как отсчитывается угол. Иначе не понятно, отслеживаются траектории в окрестности неустойчивого или устойчивого положения равновесия.

3. В разделе 4.1 при описании двухроторной электромеханической системы (4.1) используется упрощенная модель сил сухого трения.

4. В разделе 4.2 синтез базового закона управления выполнен с учетом ограничений на переменные состояния, но оценка времени регулирования отсутствует.

5. В разделе 5.1 при описании объекта управления – однобалочного мостового крана, используется упрощенная модель (5.1), в которой не учитываются движение рельс вместе с ходовой тележкой, а также изменение высоты при подъеме и опускании груза (полагается только одномерное движение тележки вдоль рельс).

6. Синтез редуцированных наблюдателей состояния в разделах 3.4, 4.3 и 5.2 рассматривается в детерминированной постановке. Практическая проблема наличия шумов в измерениях в работе не исследована.

Но указанные недостатки не снижают общей положительной оценки работы и являются скорее пожеланиями для дальнейших исследований.

Также подчеркнута, что соискатель имеет 33 опубликованные работы, в том числе по теме диссертации опубликовано 20 работ, из них 11 работ – в научных изданиях, индексируемых в международных базах данных Web of Science и Scopus, 3 работы – в научных изданиях, индексируемых в наукометрической базе данных Russian Science Citation Index (RSCI). Статьи опубликованы соискателем в соавторстве с научным руководителем. Его

личный вклад состоит в формализации математических моделей объектов управления, обосновании и разработке методов решения задач управления и наблюдения. Выделены наиболее значимые работы.

Также поступили отзывы на диссертацию и автореферат от «Южного Федерального Университета», «МИРЭА», «Арзамасского политехнического института», «Института проблем машиноведения РАН», «Национального исследовательского Томского государственного университета», «Новосибирского государственного технического университета», «Московского государственного технического университета им. Н.Э. Баумана», «Московского авиационного института». Во всех отзывах отмечается актуальность, научная новизна, теоретическая и практическая значимость исследования, соответствие ее специальности 2.3.1. В поступивших отзывах содержались следующие основные замечания.

Из отзыва на автореферат д.т.н., доцента, директора Института компьютерных технологий и информационной безопасности ЮФУ Веселова Геннадия Евгеньевича:

1. В качестве одной из улучшаемых характеристик замкнутой системы выступает величина перерегулирования, однако значение данной характеристики не является постоянным в случае нелинейных систем и зависит от начальных условий.

2. Исходя из текста автореферата в главе 4 рассматривается двухроторная электромеханическая система с двумя электроприводами, однако уравнение (23), описывающее динамику изменения момента сил на валу, не содержит уравнений обратной ЭДС.

3. В разделе 4.3 не содержится допустимого уровня шумов в измерениях, при котором синтезированный наблюдатель сохраняет работоспособность.

В отзыве д.т.н., профессора кафедры проблем управления МИРЭА Карабутова Николая Николаевича отмечается, что в работе не рассматривается вопрос наличия шумов в измерениях, которые всегда имеются на практике.

Из отзыва на автореферат д.т.н., профессора, заведующего кафедрой прикладной математики АПИ НГТУ Пакшина Павла Владимировича:

1. В разделе 5.1 на стр. 17 рассматривается упрощенная математическая модель ходовой тележки однобалочного мостового крана, перемещающей груз, закрепленный на стержне. В частности, не учтена динамика исполнительного устройства. Из текста автореферата непонятно, насколько изменится характер переходных процессов регулируемых переменных при применении разработанных методов синтеза к более полной динамической модели объекта управления.

2. Учитывая прикладной характер работы, в автореферате следовало бы в большей степени представить и обсудить результаты имитационного моделирования, а также особенности практической реализации разработанных алгоритмов управления.

Из отзыва на автореферат д.т.н., профессора, ведущего научного сотрудника ИПМаш РАН Фургата Игоря Борисовича:

1. Основные результаты работы носят качественный, а не количественный характер. Например, из Леммы 2.1 не понятно, как определять числа \bar{k} , \bar{m} , существование которых только предполагается, но конкретные значения которых нужны для формирования закона управления. Как соискатель находил данные значения при решении прикладных задач в диссертации?

2. В разделе 2.2 ставится задача управления с ограничением на фазовые переменные. Однако если учесть, что 1) параметры регулятора не рассчитываются, а предполагается только их существование, 2) цель управления – заданное качество управления в установившемся режиме, но не в переходном, то как обеспечить заданные ограничения на фазовые переменные и в любой момент времени? В частности, не понятно, каким образом закон управления (11) учитывает ограничения на фазовые переменные.

3. Теоретическая часть работы связана с синтезом сигмоидальных законов управления. Однако в законе управления (30) используется еще и пропорциональный

регулятор. Почему нельзя было решить задачу с использованием только сигмоидального закона управления? В чем его недостаток в данной задаче?

Из отзыва на автореферат к.т.н., доцента, нач. НИЛ-17 «Мехатроника и автоматика» НИЧ ТГУ Шаврина Павла Аркадьевича.:

1. В работе повсеместно рассматриваются объекты с максимальной относительной степенью, и к тому же обладающие свойством знакопостоянства функций при фиктивных управлениях в каноническом представлении. Такие благоприятные условия далеко не всегда имеют место на практике, особенно, когда соответствующие датчики не могут быть установлены, например, при эксплуатации в полевых условиях, в агрессивных средах, на микросистемном уровне и т.д. Как следствие, возникающая при этом нулевая динамика может существенно ограничить возможность применения представленных алгоритмов. Учет этих обстоятельств позволил бы более тщательно очертить круг задач, решаемых в рамках предлагаемых подходов.

2. Вид сигмоидальной обратной связи ориентирован на алгоритмы, эквивалентные в своей аналогии покомпонентным методам синтеза скользящих режимов. В этой связи было бы уместным рассмотреть и другие виды сигмоидальных функций с возможностью применения векторных принципов организации движений, аналогичных, например, унитарному управлению, симплексным алгоритмам и др.

3. Имеют место отдельные опечатки, например, в формулах (3), (22).

Из отзыва на автореферат д.т.н., профессора кафедры автоматки НГТУ Юркевича Валерия Дмитриевича:

1. Из текста автореферата остается неясным вопрос: Каким образом осуществляется выбор параметров сигмоидальных обратных связей исходя из требований на величину ошибки слежения, а также ограничений на переменные состояния и управление?

2. В автореферате на 8-й странице допущена опечатка в выражении (3), что с формальной точки зрения влечет некорректность формулировок лемм 2.1 и 2.2, где имеет место ссылка на формулы (2), (3).

3. В первом абзаце на стр. 11 автореферата приведено утверждение – «При этом устраняется проблема всплесков в начале переходных процессов, характерных для систем с линейными управлениями с большими коэффициентами». Из текста автореферата неясно, всплесков чего? Каких переменных? Отсутствует математическое обоснование данного утверждения.

4. На стр. 12 автореферата во второй строке снизу в выражении для $\phi(t)$ присутствует g_2 , что противоречит введенному обозначению для функции $g(t)$ в 5-й строке сверху на стр. 12. В выражении для $\phi(t)$ вместо g_2 должна быть 2-я производная функции $g(t)$.

В отзыве на автореферат д.ф.-м.н., доцента МГТУ им. Н. Э. Баумана Фетисова Дмитрия Анатольевича отмечается, что в нем недостаточно представлены результаты моделирования.

Из отзыва на автореферат д.т.н., проф. кафедры «Системы автоматического и интеллектуального управления» МАИ Бусурина Владимира Игоревича:

1. Некоторые преобразования и математические выводы изложены в автореферате крайне сжато, что затрудняет их восприятие и понимание.

2. Автором в комментариях в ходе доказательства теоремы 2.1 отмечается использование принципа разделения движений; однако, в автореферате отсутствует описание метода, реализующего данный принцип.

Поступил акт о внедрении от ООО «Меридиан». Этот акт составлен о том, что алгоритмы синтеза систем управления для мехатронных объектов, в которых число управляющих воздействий меньше, чем число степеней свободы, разработанные и представленные в кандидатской диссертации Антипова А.С., приняты к испытаниям ООО «Меридиан» для системы

управления однобалочными мостовыми кранами типа СХТС10-ТОН. Данные краны используются для перемещения грузов на складском логистическом комплексе в Астраханской области.

Д.т.н. Павлов Б.В. (председатель Совета):

Спасибо большое, Елена Филипповна. Есть ли какие вопросы к ученому секретарю? Нет вопросов. Есть ли необходимость более подробно зачитать какой-нибудь отзыв? Нет. Алексей Семенович, по положению ВАК можно сейчас ответить на вопросы, можно после слов оппонентов – как считаете нужным.

Антипов А.С. (соискатель):

Со всеми основными замечаниями согласен, постараюсь учесть их в дальнейших исследованиях.

Д.т.н. Павлов Б.В. (председатель Совета):

Слово предоставляется официальному оппоненту Темкину Игорю Олеговичу, д.т.н., профессору, заведующему кафедрой «Автоматизированные системы управления» Национального исследовательского технологического университета «МИСиС».

Д.т.н. Темкин И.О. (официальный оппонент):

(зачитывает положительный отзыв (прилагается в деле)).

Д.т.н. Павлов Б.В. (председатель Совета):

Слово предоставляется второму официальному оппоненту Макарову Дмитрию Александровичу, к.ф-м.н., старшему научному сотруднику Института системного анализа ФИЦ ИУ РАН.

К.ф-м.н. Макаров Д.А. (официальный оппонент):

(зачитывает положительный отзыв (прилагается в деле)).

Д.т.н. Павлов Б.В. (председатель Совета):

Слово предоставляется соискателю для ответа на замечания, содержащиеся в отзывах.

Антипов А.С. (соискатель):

Большое спасибо оппонентам за отзывы и замечания. С ними согласен и постараюсь их все учесть в будущем.

Д.т.н. Павлов Б.В. (председатель Совета):

Спасибо большое, присаживайтесь. Переходим к обсуждению работы. Слово членам диссертационного совета. Кто хотел выступить?

Д.ф-м.н. Рапопорт Л.Б. (член Совета):

Я знаком с работой, в свое время был председателем семинара по предварительному рассмотрению. Работа мне тогда понравилась и также и сегодня понравилась. Она добротная, сделана хорошо, результаты интересные. Теория разрывных систем – это мощный аппарат анализа нелинейных систем управления. Много разных подходов есть, они пересекаются – линеаризация обратной связью, backstepping. Теория разрывных систем зародилась в нашем Институте. У истоков стояли Вадим Иванович Уткин, академик Емельянов Станислав Васильевич, Пятницкий Евгений Серафимович. В Екатеринбурге этим занимались Эйдинов, Алимов, много разных ученых. Обоснованием существования решений системы дифференциальных уравнений с разрывной правой частью занимались Айзерман и Пятницкий. У них был свой подход с систематической и полной теорией. Эта теория была создана Филипповым Алексеем Федоровичем, Благодатских Виктором Ивановичем. У

систем управления с разрывами есть множество полезных свойств. Прежде всего, это возможность устроить декомпозицию с динамической компенсацией между подсистемами. В частности, этим занимался Пятницкий. Сведение на целевое многообразие малой размерности, где происходит желаемая навязанная системе динамика. Сведение делается за конечное время. Робастность поведения системы на поверхности скольжения не зависит от возмущений и параметров системы при определенных предположениях. Есть и хорошо известные недостатки – это сложность реализации разрывных систем механической природы, сложность учета внутренней динамики приводов. Всегда есть неучтенная динамика. Это приводит к чаттерингу. Борьбой с ним в Институте занимался Изосимов Дмитрий и целая группа людей. В работе Алексея Семеновича предложен оригинальный подход. Отчасти известный, отчасти новый – это сглаживание функции знака. Система фактически ведет себя как линейная система с большим коэффициентом обратной связи в окрестности нуля и обеспечивает ограниченное управление вдали от нуля. В работе построена вся необходимая теория для использования сигмоидальных законов управления. В целом, мне работа понравилась. Она добротная, методически хорошо продумана, хорошо изложена. Доклад очень хорошо построен. Я буду голосовать положительно и призываю членов Совета положительно оценить эту работу.

Д.т.н. Павлов Б.В. (председатель Совета):

Кто хотел бы еще выступить?

Д.т.н. Честнов В.Н. (член Совета):

Уважаемые коллеги! Я так же, как и Лев Борисович Рапопорт на этапе рассмотрения был рецензентом этой работы и с ней очень хорошо знаком. В этой работе, прежде всего, привлекает яркая и явная инженерная направленность как самих задач, так и подходов к их решению. Это выгодно отличает данную работу от других, которые посвящены проблеме подавлению внешних возмущений и параметрических неопределенностей. Работа мне очень понравилась. Приятно, что в Институте в настоящее время есть такие представители, как Алексей Семенович, которые продолжают славные традиции нашего Института. Я буду голосовать «за» и призываю к этому всех членов Совета.

Д.т.н. Павлов Б.В. (председатель Совета):

Спасибо большое. Есть ли еще желающие выступить? Тогда прекращаем дискуссию? Возражений нет?

(Члены диссертационного совета голосуют открытым голосованием.)

Д.т.н. Павлов Б.В. (председатель Совета):

Предоставляется заключительное слово диссертанту.

Антипов А.С. (соискатель):

Большое спасибо всем собравшимся за то, что уделили внимание нашей работе. Большое спасибо научному руководителю Красновой С.А. за ее огромный труд за мной. Также спасибо родителям, коллегам за огромную поддержку.

Д.т.н. Павлов Б.В. (председатель Совета):

Переходим к тайному электронному голосованию.

(Происходит процедура тайного голосования.)

Д.т.н. Павлов Б.В. (председатель Совета):

Предоставляю слово для оглашения результатов тайного голосования ученому секретарю совета к.т.н. Жарко Елене Филипповне.

К.т.н. Жарко Е.Ф. (ученый секретарь Совета):

Состав диссертационного Совета утвержден в количестве 28 человек. Присутствовало на заседании 23 члена диссертационного совета (очно-20 человек, удаленно-3 человека, в том числе докторов наук по профилю рассматриваемой диссертации 10 человек).

Результаты тайного электронного голосования по вопросу присуждения ученой степени кандидата технических наук Антипову Алексею Семеновичу: за –22, против – 1.

Д.т.н. Павлов Б.В. (председатель Совета):

Разрешите поздравить Вас, Алексей Семенович, с успешной защитой диссертации.

Всем был роздан проект заключения по работе. Будут ли замечания, дополнения?

(С учетом замечаний «Заключение диссертационного совета» принимается единогласно открытым голосованием).

Зам. директора по научной работе, к.т.н. м.н.

И.Н. Барабанов

Председатель диссертационного Совета 24.1.107.01

д.т.н.



Б.В. Павлов

Ученый секретарь
диссертационного Совета 24.1.107.01 к.т.н.

Е.Ф. Жарко



22.11.2021 года

