

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА
на диссертацию **Петренко Павла Сергеевича**
«Управляемость и устойчивость систем
дифференциально-алгебраических уравнений»,
представленную в Диссертационный совет Д 003.021.01
на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук
по специальности 01.01.02 – Дифференциальные уравнения,
динамические системы и оптимальное управление

Диссертационная работа Павла Сергеевича Петренко посвящена исследованию качественных свойств систем дифференциально-алгебраических уравнений

Дифференциально-алгебраические уравнения (ДАУ) широко используются при математическом моделировании различных прикладных задач. На протяжении нескольких десятков лет интерес к этим задачам непрерывно растет, о чем свидетельствуют многочисленные публикации в этой области. Несмотря на большой объем проводимых исследований, все результаты в качественной теории систем ДАУ получены в основном для узконаправленных задач, для систем с постоянными коэффициентами или для систем с очень жёсткими ограничениями. Поэтому стоит отметить, что автором выбрано актуальное направление, связанное с исследованиями качественных свойств систем ДАУ в общих предложениях.

Тематика диссертации естественным образом продолжает исследования научного руководителя в области устойчивости, управляемости и наблюдаемости ДАУ, которые основывались на приведении системы к нормальной форме Коши. Все основные результаты настоящей работы получены путем преобразования системы ДАУ, как в линейном, так и в нелинейном случае, к эквивалентной структурной форме с разделенными подсистемами: дифференциальной и алгебраической. Достоинством данного подхода является то, что такое преобразование не использует замену переменных, вследствие чего сохраняется структура пучка матриц Якоби, описывающих систему; исходная и преобразованная системы имеют одно и то же множество решений; в нелинейном случае допускается исследование системы по линейному приближению.

Диссертационная работа П.С. Петренко состоит из введения, трёх глав, заключения, изложена на 134 страницах, список литературы состоит из 142 наименований, более 70 из которых – иностранные источники.

Первая глава, а точнее ее первые две части, посвящены описанию основных свойств способа приведения систем ДАУ к эквивалентной структурной форме, упомянутого ранее и разработанного научным руководителем и носит вспомогательный характер. В третьем пункте этой главы для сопряженной линейной системы ДАУ построена такая эквивалентная форма, доказано существование решения этой системы.

Большая часть главы описывает базовую часть дальнейшего исследования и не является авторской, но все описанные результаты имеют соответствующие ссылки на источники.

Во *второй главе* исследуются такие свойства как управляемость, наблюдаемость, стабилизируемость, детектируемость, приводимость и правильность линейных нестационарных ДАУ. Все результаты получены в предположениях, допускающих переменный ранг матрицы при производной, что, конечно, осложнило исследование. Интересный результат получен по стабилизируемости системы с векторным входом, при этом предложен алгоритм построения стабилизирующей обратной связи.

Третья глава посвящена качественным свойствам нелинейных ДАУ: локальной R-управляемости и R-наблюдаемости, стабилизируемости и устойчивости по линейному приближению. Стоит отметить, что большинство результатов третьей главы для такого класса систем ДАУ получены впервые и на данный момент являются наиболее актуальными для развития качественной теории ДАУ. Их достоинствами являются общая нелинейная постановка, возможность использования полученных признаков для исследования систем произвольно высокого индекса неразрешенности с матрицами Якоби, описывающими систему переменного ранга.

В целом работа производит положительное впечатление, посвящена решению актуальной научной задачи, содержит оригинальные научные результаты, написана грамотным научным языком. Достоверность и новизна полученных результатов не вызывает сомнений. Личный вклад подтверждается индивидуальными публикациями. По теме диссертации имеются 5 статей, опубликованных в журналах, рекомендуемых ВАК, три из

которых индивидуальные и две в соавторстве с руководителем, в достаточной степени отражающие результаты, выносимые на защиту. Работа прошла достаточную апробацию на конференциях различного уровня, в том числе и международных. Автореферат полно и правильно отражает содержание диссертации.

Вместе с тем, в работе имеется ряд недостатков:

1. В тексте диссертации во введении не сформулирована цель работы.
2. Все основные результаты сформулированы в терминах рангов матриц, и поскольку ранг матрицы неустойчив относительно произвольных возмущений, это не вполне конструктивно с вычислительной точки зрения.
3. Результаты диссертационной работы имеют теоретический характер, все примеры, приведенные в работе, лишь демонстрируют практическую проверку условий теорем. Автором не рассмотрен вопрос возможности решения прикладных задач на основе проведенных исследований.

Отмеченные недостатки не снижают положительной оценки работы и научной значимости полученных результатов.

Представленная диссертационная работа «Управляемость и устойчивость систем дифференциально-алгебраических уравнений» выполнена на высоком научном уровне, представляет собой законченное математическое исследование и удовлетворяет требованиям ВАК РФ к кандидатским диссертациям, а её автор, Петренко Павел Сергеевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.01.02 – Дифференциальные уравнения, динамические системы и оптимальное управление.

Официальный оппонент,
к.ф.-м.н., доцент кафедры
информатики ИрГТУ



И.В. Орлова

02.06.2014