



Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение  
высшего образования

«Московский государственный  
технический университет имени Н.Э. Баумана  
(национальный исследовательский университет)»  
(МГТУ им. Н.Э. Баумана)

105005, г. Москва, 2-я Бауманская ул., д. 5, стр. 1  
Тел. (499) 263-63-91 Факс (499) 267-48-44  
E-mail: [bauman@bmsu.ru](mailto:bauman@bmsu.ru)  
ОГРН 1027739051779  
ИНН 7701002520 КПП 770101001

№ \_\_\_\_\_  
на № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_

**«УТВЕРЖДАЮ»**

Первый проректор — проректор по  
научной работе и

стратегическому развитию

доктор технических наук, доцент

Б.Н. Коробец

« 12 » октября 2021 г.



## **ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ**

на диссертацию Белова Ивана Романовича «Анизотропийная фильтрация для линейных дискретных нестационарных систем с мультипликативными шумами», представленную к защите в диссертационный совет Д 002.226.02 на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка информации (в отраслях информатики, вычислительной техники и автоматизации).

Диссертационная работа И.Р. Белова посвящена решению задачи субоптимальной анизотропийной фильтрации для линейных дискретных нестационарных систем с мультипликативными шумами на конечном интервале времени. Диссертация состоит из введения, 4 глав, заключения и списка литературы. Объем диссертации 134 страницы.

### **Актуальность темы диссертации**

В диссертационной работе рассматриваются задачи анизотропийного анализа и синтеза субоптимального анизотропийного фильтра для одного из частных случаев стохастических систем. Задачи поиска оптимальной и субоптимальной оценки некоторой величины, связанной с системой, на

основании доступных измерений являются фундаментальными в прикладной математике и на текущий момент публикуется большое количество разнообразных научных трудов по данной тематике. Стохастические системы также представляют большой интерес в научном сообществе, поскольку многие физические, биологические, химические и другие процессы содержат в себе элементы случайной природы. Поэтому решение задачи фильтрации для таких систем является актуальной проблемой на сегодняшний день.

Помимо внутренних случайных процессов, на состояние системы влияют и внешние факторы, которые также часто являются случайными, но полной информацией о статистических свойствах этих воздействий на систему исследователь чаще всего не располагает. Теория анизотропийной фильтрации позволяет строить фильтры, устойчивые к внешним возмущениям различной природы, поэтому рассматриваемые в диссертации задачи являются актуальными для современной науки.

### **Научная новизна и основные результаты**

В диссертационной работе впервые представлены следующие результаты:

- 1) Метод вычисления в пространстве состояний анизотропийной нормы линейной дискретной нестационарной системы с мультипликативными шумами на конечном интервале времени.
- 2) Условия ограниченности сверху анизотропийной нормы системы с мультипликативными шумами.
- 3) Метод синтеза субоптимального анизотропийного фильтра для систем с мультипликативными шумами в общей и частных постановках.
- 4) Метод синтеза субоптимального анизотропийного фильтра для систем со случайными сбоями в датчиках.

Полученные теоретические результаты имеют определенное научное значение и являются важным шагом в решении фундаментальных математических задач для стохастических систем.

### **Обоснованность и достоверность**

Представленные в диссертационной работе результаты решения задач анализа и синтеза являются обоснованными, поскольку при их получении использовался строгий математический аппарат. Также они подтверждены в результате проведенного компьютерного моделирования с помощью средств среды Matlab. По теме диссертации опубликованы 2 научные

статьи в рецензируемых научных изданиях из списка RSCI, 3 публикации в рецензируемых трудах конференций из перечня Web of Science / Scopus и 3 работы в сборниках трудов и тезисов конференций.

### **Практическая значимость работы**

Полученные в результате работы над диссертацией результаты имеют немалое практическое значение. Это подтверждается представленными в тексте диссертации результатами расчетов и моделирования предложенного метода синтеза субоптимального фильтра для модели продольного движения самолета ТУ-154 по глиссаде, имеющей вид линейной дискретной нестационарной системы на конечном интервале времени.

### **Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации**

Представленные в диссертационной работе результаты научного исследования рекомендуется использовать при решении задач фильтрации для технических объектов, которые достаточно точно описываются системами с мультипликативными шумами на конечном интервале времени, а также для дальнейшего поиска решения задач управления и фильтрации для стохастических систем с более сложной структурой.

### **Замечания к диссертационной работе**

1. В диссертации представлен недостаточно полный обзор полученных ранее результатов решения различных типов задач фильтрации для стохастических систем.
2. В диссертации следовало бы обсудить, какой вид примут полученные результаты в случае малых возмущений.
3. Следует подробнее разъяснить область применения предложенных соискателем методов синтеза анизотропного фильтра и возможность использования полученного фильтра за пределами заданного временного интервала.

Высказанные замечания не влияют на положительную оценку проделанной соискателем работы.

### **Заключение**

Диссертация Белова И.Р. является итогом отлично проделанной научной работы, содержит новые результаты в решении актуальных задач анализа и синтеза субоптимального фильтра для стохастических

систем, имеющие теоретическое и практическое значение. Диссертация является самостоятельной, законченной научно-квалификационной работой. Автореферат диссертации адекватно отражает ее основные положения и результаты достижения поставленных научных целей. Диссертационная работа полностью соответствует паспорту специальности 05.13.01 – «Системный анализ, управление и обработка информации (в отраслях информатики, вычислительной техники и автоматизации)», поскольку рассмотренные в работе задачи анализа и синтеза субоптимального фильтра относятся к задачам системного анализа и обработки информации.

Диссертационная работа выполнена на высоком научном уровне и по объему и содержанию удовлетворяет всем требованиям ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.01 – «Системный анализ, управление и обработка информации (в отраслях информатики, вычислительной техники и автоматизации)», а автор диссертации, Белов Иван Романович, заслуживает присвоения ему данной ученой степени.

Отзыв на диссертацию обсужден и одобрен на заседании кафедры «Математическое моделирование» МГТУ им. Н.Э. Баумана 4 октября 2021 года, протокол №2.

Доктор физико-математических наук,  
доцент, профессор кафедры  
«Математическое моделирование» МГТУ  
имени Н.Э. Баумана

 А.Н. Канатников

Доктор физико-математических наук,  
профессор, член-корреспондент РАН,  
заведующий кафедрой «Математическое  
моделирование» МГТУ имени  
Н.Э. Баумана

 А.П. Крищенко