

**ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА**  
на диссертационную работу Быкова Филиппа Леонидовича  
**«Постпроцессинг численных прогнозов приземных метеорологических параметров**  
**на основе нейросетевых методов»**  
представленную на соискание ученой степени  
кандидата физико-математических наук по специальности  
**25.00.29 – «Физика атмосферы и океана».**

Численный прогноз погоды является одной из важнейших задач физики атмосферы и океана. Разработаны большие программные комплексы, которые на основе решения систем уравнений в частных производных позволяют получать такие прогнозы. Однако, каждая модель имеет свою область применимости и приводит к ошибкам. Одним из наиболее перспективных подходов является использование методов машинного обучения, основанных на нейросетевых моделях, для повышения качества прогноза имеющихся моделей. Именно такие подходы (они относятся к методам “постпроцессинга” прогнозов, полученных с помощью других моделей) и построены в данной диссертации, они реализованы в виде программного комплекса, и уже позволяют получать более точные прогнозы. Следует отметить:

**Предлагаемые подходы являются новыми, а форма представления материала работы и полученные выводы – достоверными. Научные положения, выводы и рекомендации, сформулированные в диссертации, являются в достаточной степени обоснованными. Предложенные автором решения аргументированы и оценены по сравнению с другими известными решениями.**

Диссертационная работа состоит из введения, пяти глав и заключения, а также 3 приложений.

**Во введении** обоснована актуальность работы, определены цели и задачи исследования.

**Первая глава** является вводной: в ней вводятся основные понятия из теории искусственных нейросетей, описываются наборы данных, используемые для обучения, описываются предпосылки использования нейросетевых моделей в геофизике и приводится ряд технических реализаций предлагаемого постпроцессинга.

**Во второй главе** рассматриваются методы систематической коррекции прогноза и построение мультимодельного прогноза.

**Третья глава** содержит один из основных результатов диссертации: построение нейросетевой коррекции прогноза, описываются используемые предикторы, оптимизация нейросети, учет локальных параметров за счет специальных “Embedding” слоев (слоев вложения) а также оценивается важность различных параметров.

**В четвертой главе** рассмотрена задача интерполяции поправок по горизонтальным координатам на основе гауссовских процессов, корреляционные функции и оптимальная

интерполяция. Также предложена квазилинейная неоднородная интерполяция приращений (инкрементов).

В пятой главе проведены масштабные численные эксперименты на реальных данных и приведены результаты сравнения предложенных подходов с другими подходами для температуры воздуха, точки росы, скорости ветра, давления, прогноза экстремальных температур воздуха. Показано что предложенные в диссертации методы дают лучшую точность.

В приложениях приведены дополнительные результаты, примеры продукции, использующие препроцессинг а также письма руководителей и специалистов региональных управлений Росгидромета.

В диссертационной работе Ф.Л. Быкова получены следующие основные результаты.

1. Предложен метод коррекции для расчета нелинейных поправок к прогностическим полям
2. Показано, что использование нейросетей для вычисления коэффициента систематической коррекции по сравнению с систематической коррекцией с экспоненциально убывающими весами уменьшает среднюю погрешность прогнозов приземной температуры воздуха.
3. Предложен алгоритм двумерной квазилинейной неоднородной оптимальной интерполяции.

Среди замечаний к работе можно выделить следующие.

1. Для многих терминов в тексте диссертации используются кальки с английских слов, даже при наличии терминов на русском языке (пример: "Embedding").
2. В части работы, связанной с интерполяцией упоминается, что обычно не используется минимизация ошибки интерполяции. Ошибка интерполяции может быть проинтерпретирована, как дисперсия оценки, минимизация которой активно используется в машинном обучении. Также не очень ясно, почему это лучше, чем классический способ максимизации правдоподобия.

Эти замечания носят редакционный характер, не являются принципиальными и не влияют на главные теоретические и практические результаты диссертационной работы Ф.Л. Быкова.

Результаты диссертационной работы изложены в 16 статьях, из которых 6 изданы в периодических научных журналах, рекомендованных ВАК РФ и индексируемых в базе данных Scopus. Результаты докладывались на российских и международных конференциях.


Автореферат адекватно отражает содержание диссертационной работы.

Диссертация соответствует критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней. Диссертация обладает внутренним единством, содержит новые научные результаты и рекомендации по их практическому использованию.

Работа полностью соответствует требованиям ВАК РФ, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности

25.00.29 – физика атмосферы и океана – а ее автор, Ф.Л. Быков, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата наук по данной специальности.

Официальный оппонент,  
доктор физико-математических наук,  
профессор АНОО ВО  
“Сколковский институт науки и технологий”  
Адрес: 121205, Москва,  
Территория Инновационного Центра “Сколково”,  
Большой бульвар, д.30, стр.1  
Телефон: +7-(915)-430-99-49  
E-mail:

 Оселедец Иван Валерьевич

Дата:

10.06 2022  
г.

Подпись Оселедца Ивана Валерьевича заверяю

РУКОВОДИТЕЛЬ ОТДЕЛА  
КАДРОВОГО АДМИНИСТРИРОВАНИЯ

