

О Т З Ы В

официального оппонента

на кандидатскую диссертацию Тудрия Кирилла Олеговича «Диагноз и прогноз блокирующих атмосферных образований», представленную на соискание ученой степени кандидата географических наук.

Наблюдаемая изменчивость атмосферной циркуляции, как внутрисезонная, так и межгодовая во многом обусловлена развитием блокирующих процессов в атмосфере, частота которых за последние десятилетия существенно возросла. Это сопровождается увеличением количества аномальных погодных явлений, таких как засухи, наводнения; ухудшением экологической обстановки, что приводит к существенному экономическому ущербу и ухудшению качества жизни населения.

Отсюда вытекает несомненная актуальность диссертационной работы, которая отмечена во Введении, где также автором представлены цели и задачи исследования, его практическая значимость и положения, выносимые на защиту.

Диссертация состоит из введения, 5 глав и заключения, иллюстрирована 4 таблицами и 59 рисунками; библиография включает 156 источников литературы.

В первой главе дается весьма подробный и логически выстроенный обзор исследований по теме работы как ведущих отечественных, так и зарубежных специалистов.

Обстоятельный анализ литературных источников дал возможность автору сконцентрироваться на слабо изученных вопросах блокирования западного переноса, очертить круг поставленных задач и получить оригинальные результаты как диагностического, так и прогностического значения.

Вторая глава посвящена описанию материалов исследования, включающих широкий спектр гидрометеорологической информации, что позволило автору провести подробный анализ устойчивых и продолжительных блокирующих ситуаций и получить значимые новые качественные и количественные характеристики блокирующих антициклонов.

Также во 2 главе дается подробное изложение методов исследования, таких как метод разложения гидрометеорологических полей на естественные ортогональные составляющие, корреляционный анализ, синоптический анализ (в том числе, проведение типизации блокирующих процессов в каждом конкретном случае), метод расчета линий тока. Особенно важно отметить использование автором методики исследования блокирующих антициклонов с точки зрения динамики крупномасштабных стационарных вихрей. Впервые к анализу малоподвижных стабилизировавшихся антициклонов успешно

применен подход на основе анализа уравнения баланса завихренности, предложенный Кисловым А.В.

Детально описаны выбранные количественные критерии для оценки наличия, интенсивности и времени существования блокирующего антициклона. Необходимо подчеркнуть, что автором доработан индекс блокирования ТМ – добавлено условие смещения центра блокирующего антициклона южнее 40° с.ш.

Глава 3 посвящена синоптическому анализу блокирующей ситуации над европейской частью России летом 2010 г. На основе изучения обширной гидрометеорологической информации проведена типизация атмосферных процессов за период существования блокирующего антициклона и выделено 13 циркуляционных периодов.

Несмотря на многочисленные исследования циркуляционных условий аномального лета 2010 г., автор получил новый существенный результат: длительное существование обширного антициклона над ЕТР обусловлено многократной его регенерацией за счет вхождения подвижных антициклонов, развивавшихся в тылу циклонических серий, вследствие чего происходила адвекция отрицательной завихренности, способствующей стабилизации блокирующего процесса.

В четвертой главе рассматриваются условия термобарической перестройки атмосферной циркуляции над Европой и формирование блокирующего процесса в западном секторе Арктике зимой 2012 г., вследствие распространения на запад отрога сибирского антициклона и образования глубокого циклона в районе о.Шпицберген. Автор показал, что перестройка основных тепловых потоков над Европой в средней тропосфере привела к обращению меридионального градиента температуры и формированию высокого антициклона в российской Арктике и холодных циклонов над югом Европы. Такая перестройка атмосферной циркуляции привела, с одной стороны, к распространению холодного континентального воздуха на юг европейской территории России и в страны южной Европы, а с другой – теплого морского воздуха Атлантики в центральную Арктику.

Пятая глава демонстрирует количественные оценки блокирующих ситуаций и возможности их использования при прогнозировании блокирующих процессов.

В первой части приводятся результаты разложения поля завихренности в средней тропосфере летом 2010 г. и зимой 2012 г. на естественные ортогональные составляющие. Автор работы дает разумную и физически обоснованную интерпретацию полученных векторов разложения. Результаты расчета корреляционных связей между временными коэффициентами разложений и индексами САК и АО показали наличие такой связи в

зимний период, однако значимых коэффициентов корреляции для летних блокирующих процессов не обнаружено.

В связи с этим наиболее интересна следующая часть главы, где показаны результаты исследования блокирующих процессов на основе анализа уравнения баланса завихренности. Автором были рассчитаны значения основных факторов, влияющих на эволюцию вихря, и проведена оценка их вклада в динамику блокирующего антициклона. Для блокирующей ситуации летнего сезона 2010 г. корреляционный анализ показал, что значимыми факторами для 1 вектора разложения, характеризующего основную картину распределения высокого давления и процессы регенерации антициклона, являются адвекция завихренности, адвекция температуры и вертикальные движения. Наиболее существенным оказался фактор адвекции отрицательной завихренности, что согласуется с результатами синоптического анализа. К сожалению, в работе не показаны результаты расчета корреляционных связей для 2 и 3 векторов разложения поля завихренности.

На развитие зимнего блокирующего процесса 2012 г. (первый вектор характеризует перестройку атмосферных процессов и начало продвижения отрога сибирского антициклона на запад) наибольшее влияние оказали адвекция температуры и адвекция завихренности в средней тропосфере, при этом отмечено, что вначале произошло усиление адвекции температуры, что и послужило распространению волны теплого атлантического воздуха в арктический бассейн. Однако результат корреляционного анализа со сдвигами во времени для адвекции завихренности неоднозначен и трудно объяснить.

Анализируя временную изменчивость рассчитанных составляющих уравнения завихренности и их связь с векторами разложения поля завихренности, автор убедительно показал, что на разных этапах развития блокирующего процесса влияние исследуемых факторов различно и носит конкретный физический смысл, что и обуславливает эволюцию блокирующего антициклона. В работе отмечено, что данная методика исследования рассчитана для стационарного вихря, вследствие чего наилучшие результаты получены для 1 вектора разложения как при анализе летних, так и зимних блокирующих процессов.

На следующем этапе автором были рассчитаны индексы блокирования: индекс оперативного прогнозирования (ТМ), индекса интенсивности (ВІ) и индекс неустойчивости (ІЗ). Индекс оперативного прогнозирования – ТМ, который позволяет определить область блокирования в конкретный день, доработан автором исследования. Показано, что включение дополнительного условия (нахождение центра антициклона южнее 40°с.ш.) для летней ситуации дает более правдоподобные результаты. Отмечен

недостаток данного индекса – невозможность его использования при смещении антициклона севернее 70° - 80° с.ш.

Расчет индекса интенсивности (ВІ), который дает возможность оценить мощность образования, показал его хорошую информативность. Отмечено, что данный индекс адекватно отражает динамику блокирующего процесса.

Для оценки продолжительности существования блокирующего процесса был рассчитан индекс неустойчивости Дымникова В.П. (ІЗ). Автор также отмечает его хорошую информативность и возможность использования при прогнозировании времени существования конкретной квазистационарной ситуации.

Несомненной заслугой автора работы является разработанный алгоритм автоматизированного расчета области развития и интенсивности блокирующих антициклонов на основе совместного использования рассчитанных индексов. Апробация метода показала его работоспособность при диагностировании и прогнозировании экстремальных блокирующих ситуаций.

В Заклчении сформулированы основные выводы работы.

Необходимо отметить комплексный подход автора к исследованию блокирующих ситуаций, что дало ему возможность получить новые результаты и значительно продвинуться в нашем понимании динамики блокирующих антициклонов, их экстремальной продолжительности и интенсивности.

Предложенные им подходы и методы могут быть успешно использованы при диагнозе и прогнозе устойчивых и продолжительных по времени блокирующих процессов.

К работе имеются некоторые замечания.

1. Обширный малоподвижный антициклон над европейской территорией России действительно сформировался из отрога субтропического Азорского антициклона, но в дальнейшем, вероятно, не совсем справедливо называть его субтропическим антициклоном. Это обширное и длительно стационарирующее образование являло собой вполне самостоятельный антициклон умеренных широт.

По-видимому, при анализе зимней ситуации 2012 г. автор ошибочно назвал блокирующий антициклон, сформировавшийся из отрога сибирского антициклона на севере ЕТР, субтропическим (стр.143).

2. Вероятно, в названии пункта 4.2. «Блокирующий потенциал зимнего высокоширотного антициклона над Баренцевым морем» имеется неточность: согласно всем приведенным в работе иллюстрациям антициклон располагался над севером ЕТР.

3. Представляется не совсем корректным изогипсы относительной топографии называть изотермами (встречается в работе неоднократно). Поле изогипс от $\frac{500}{1000}$ действительно эквивалентно полю температуры в слое 1000-500 гПа и отображает области тепла и холода, но изогипсы номинально не являются изотермами. Чтобы получить значения средней температуры в слое, значения изогипс необходимо разделить на 2. В противном случае фраза на стр. 114: «изотерма (изогипса от $\frac{500}{1000}$) 524 дам» может ввести в заблуждение: получается, что температура в слое 1000-500 гПа составляет $\approx 251^\circ\text{C}$. Правильнее следовало бы пояснить, что «изогипса 524 дам эквивалентна изотерме 262°K ($\approx 11^\circ\text{C}$).

4. На стр.118 перепутаны индексации рисунка 4.2.11: поле от $\frac{500}{1000}$ соответствует индексам «в» и «г», а не «д» и «е».

5. На стр.123 автор отмечает: «область максимальных значений первого вектора совпадает с центром отрицательных значений завихренности, а область отрицательных максимальных по модулю значений располагается на северо-востоке, т.е. там, где по периферии антициклона шли подвижные циклоны». Однако на рисунке 5.1.3. картина другая: на северо-востоке (и на северо-западе) расположена область положительных значений ортогонального вектора. А область отрицательных максимальных по модулю значений действительно совпадает с центром отрицательных значений завихренности.

6. Не вполне понятна фраза «подвижные антициклоны арктического и полярного фронтов» (стр. 162, Заключение). Что подразумевает автор? На арктическом и полярном фронтах формируются циклоны. Видимо, имеются в виду антициклоны, сформировавшиеся в полярной и арктической воздушных массах.

7. В работе при анализе корреляционных связей не указана значимость полученных коэффициентов корреляции.

Отмеченные недостатки носят уточняющий и рекомендательный характер и не влияют на общую высокую оценку диссертации. Автор работы на примере двух ярких событий блокирования – летом 2010 г. и зимой 2012 г. – провел комплексный синоптико-статистический анализ крупномасштабных нарушений западного переноса с привлечением гидродинамических подходов и расчетов количественных характеристик.

Диссертация Тудрия К.О. является законченным научным исследованием; она выполнена на высоком качественном уровне и демонстрирует несомненный профессионализм автора, в полном объеме владеющего современными методами исследования атмосферных процессов, что дало ему возможность получить интересные и уникальные результаты и скрупулезно их проанализировать.

Диссертационная работа будет весьма полезной для специалистов в области изучения механизмов образования и стабилизации блокирующих антициклонов; ее результаты, несомненно, будут востребованы в практике оперативного прогнозирования и при моделировании блокирующих ситуаций.

Диссертация Тудрия Кирилла Олеговича соответствует требованиям п.9 Положения о присуждении ученых степеней, предъявляемым к кандидатским диссертациям, автореферат полностью согласуется с текстом диссертации. Список опубликованных работ отражает полученные результаты и соответствует требованиям ВАК о публикациях в рецензируемых журналах.

Автор работы, Тудрий Кирилл Олегович, несомненно, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата географических наук по специальности 25.00.30 – метеорология, климатология, агрометеорология.

Официальный оппонент

Старший научный сотрудник Лаборатории взаимодействия океана и атмосферы и мониторинга климата Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института океанологии им.П.П. Ширшова Российской академии наук
кандидат географических наук Разоренова Ольга Анатольевна



27 апреля 2017 г.

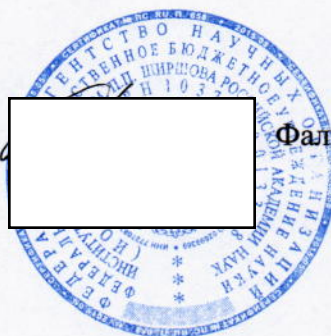
Адрес: 117997, Москва, Нахимовский пр-т., 36, ИО РАН

Тел. 499 124 79 28,

эл. почта: olgar@sail.msk.ru

Подпись О.А. Разореновой удостоверяю

Ученый секретарь ИО РАН, к.г.н.



Фалина Анастасия Сергеевна