

**ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА**  
**на диссертацию Золотухиной Ольги Ивановны**  
**«Атмосферные условия, ограничивающие пуски ракет космического**  
**назначения в районе космодромов «Байконур» и Восточный»,**  
**представленную на соискание ученой степени кандидата географических**  
**наук по специальности 25.00.30 – метеорология, климатология,**  
**агрометеорология**

Изучение климатических характеристик необходимо для многих отраслей хозяйственной деятельности, включая космическую отрасль. Запуск ракет космического назначения (РКН) выполняется при обязательном учете погодных условий, в первую очередь параметров ветра и опасных конвективных явлений. Критические значения этих характеристик могут приводить к переносу запусков, что связано со значительными финансовыми затратами. В связи с изменяющимся глобальным климатом будут изменяться и региональные климатические параметры, влияющие на запуски ракет космического назначения. В связи с этим, исследование современных характеристик ветра в тропосфере и стратосфере, а также конвективных процессов в районе космодромов, представляется актуальным.

Основная цель представленной работы – изучение многолетних особенностей ветрового режима и конвективных процессов, вызывающих опасные погодные явления в районах космодромов «Байконур» и «Восточный».

Всё исследование выполнено на основе большого фактического материала. Он включает данные наблюдений за 58 лет в районе космодрома «Байконур» и 30 лет в районе космодрома «Восточный» до высоты 25 км, данные реанализа по сетке с пространственным разрешением  $2,5^\circ \times 2,5^\circ$  для 17 стандартных уровней атмосферы с интервалом 6 часов начиная с 1948 г. до 2014 г. Это позволило определить статистические характеристики ветра и выявить их тенденции, связанные с климатическими изменениями, на различных высотах от поверхности земли до 25 км. Была оценена грозовая активность и исследованы особенности применения термодинамических параметров, их

сезонные изменения, выявлены периоды, наиболее благоприятные для пусков РКН с исследуемых территорий.

Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, списка использованных источников и литературы и приложения. Общий объем работы составляет 183 страницы. Основная часть работы изложена на 124 страницах, включая 42 рисунка и 29 таблиц.

**В первой главе** автор исследует явления погоды, представляющие опасность для пусков ракет космического назначения. Рассматривается понятие ветра, оцениваются особенности обработки информации о ветре в пограничном слое и свободной атмосфере. Дается описание физических процессов, вызывающих конвективные явления и опасных погодных условий, связанных с ними, а также дается оценка достоверности различных источников информации о грозовой активности.

**Вторая глава** включает анализ характеристик ветра по данным наблюдений в районе космодрома «Байконур». В ней дается описание полученных характеристик ветра у поверхности земли и в свободной атмосфере. Выявлено, что наблюдается увеличение скорости ветра в верхней тропосфере. Рассматривается такое понятие, как сдвиг ветра и методы его расчета. Приводятся статистические характеристики сдвига ветра в районе космодрома «Байконур» и оценивается их интенсивность.

Исследуются условия переноса пусков ракет с космодрома, вызванные значительной скоростью у земли и интенсивными сдвигами ветра. Выделены периоды, благоприятные для пусков ракет.

**В третьей главе** рассматриваются особенности ветрового режима в районе космодрома «Восточный». Исследуются характеристики ветрового режима у поверхности земли и в свободной атмосфере, а также оценивается интенсивность сдвигов ветра.

Выявлено, что скорость приземного ветра имеет тенденцию к уменьшению, определены уровни с максимальной скоростью ветра и с

максимальными сдвигами. Выделены периоды года, наиболее благоприятные для запуска ракет.

**Четвертая глава** посвящена исследованию тенденций характеристик ветра, вызванных современными климатическими изменениями. Для этой цели используются данные реанализа и аэрологическая информация. Выявлены тенденции изменения скорости и направления ветра за период 1948-2014 гг для космодромов «Байконур» и «Восточный». Получено, что для космодромов в нижней тропосфере прослеживается усиление межширотного обмена.

**В пятой главе** исследуются характеристики конвекции в районе космодромов. Выявлена динамика грозовой активности, периоды с заметным ее изменением и определено среднее годовое число дней с грозой. Дается описание 5 индексов неустойчивости, используемых в гидродинамических моделях численного прогноза погоды. Приведен анализ неустойчивости атмосферы с помощью этих индексов для территории Амурской области и определены пороговые значения для прогнозирования ливня и грозы. Кроме этого, проведен дискриминантный анализ 2-х индексов для разделения конвективных процессов, формирующего ливень и грозу.

Общие выводы и результаты, полученные автором, сформулированы в **заключении** работы.

Имеется ряд **замечаний по существу выполненного исследования**.

1. При оценке интенсивности сдвигов ветра использовалась информация, полученная по данным высотной метеорологической мачты г. Обнинска, которая относится к нижней части пограничного слоя (до высот 300 м) и учитывает естественные изменения скорости и направления, вызванные влиянием подстилающей поверхности. Однако, наблюдаемые сдвиги ветра по результатам проведенного исследования наблюдаются на высотах до 3 км, 10-12 и 22-25 км для космодрома «Байконур» и на высотах до 2 км, и 8-12 км для космодрома «Восточный». Кроме этого, в используемых критериях интенсивности были учтены особенности подстилающей поверхности г.

Обнинска, которые отличаются от соответствующих особенностей рассматриваемых космодромов.

2. Приведенные выводы об уровне с максимальной скоростью ветра для космодрома «Байконур», п. 2, стр. 48 и для космодрома «Восточный», п. 1, стр. 82, являются очевидными.

3. Нет обоснования выбора только 2-х термодинамических индексов при использовании дискриминантного анализа.

4. В автореферате отсутствует ссылка на публикацию автора, которая есть в диссертации (№44). Таким образом, автором по теме диссертации опубликовано 16 работ.

5. Имеются стилистические и орфографические ошибки в тексте: в теме диссертации, титульный лист слово «космодомов», вместо «космодромов», стр. 48, последний абзац: пропущен предлог «в», стр. 107, 4-й абзац снизу: «... уровень свободной конвекции, является высота...», стр. 108: неверное обозначение индекса RIND, записано KINX, стр. 117, табл. 25 слово «постоянн».

Несмотря на указанные замечания, можно констатировать, что диссертация представляет собой качественное научное исследование, в котором получены и надежно обоснованы новые результаты. Диссертация написана автором самостоятельно, содержит новые научные и практические результаты. Автором лично обработан большой фактический материал, включая данные наблюдений за 58 лет в районе космодрома «Байконур» и 30 лет в районе космодрома «Восточный» до высоты 25 км. Кроме этого, использовались данные реанализа с сеткой пространственного разрешения  $2,5^\circ \times 2,5^\circ$  для 17 стандартных уровней атмосферы с интервалом 6 часов с 1948 г.

Результаты диссертации прошли широкую апробацию, основное содержание представлено в 15 печатных работах, из которых 4 опубликованы в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК.

В целом кандидатская диссертация Золотухиной Ольги Ивановны представляет собой цельное законченное исследование, в котором решена

актуальная задача – выявлены особенности многолетнего хода ветрового режима и развитой конвекции в районе космодромов «Байконур» и «Восточный», которые могут быть применены при проектировании пусков ракет космического назначения. Разработки и выводы, полученные в диссертации, апробированы автором на 9 российских и международных конференциях. Автором получены сертификаты и дипломы об использовании результатов работы в Госкорпорации «Роскосмос». Автореферат соответствует содержанию диссертации.

Считаю, что диссертационная работа О.И. Золотухиной «**Атмосферные условия, ограничивающие пуски ракет космического назначения в районе космодромов «Байконур» и Восточный**» соответствует требованиям пп. 9-14 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а соискатель заслуживает присуждения ему степени кандидата географических наук по специальности 25.00.30 – метеорология, климатология, агрометеорология.

Официальный оппонент, доцент  
кафедры метеорологии и охраны атмосферы  
Пермского государственного национального  
исследовательского университета, к.г.н.

*В.А. Шкляев* В.А. Шкляев

«10» мая 2017 г.

Почтовый адрес: 614990, г. Пермь, ул. Букирева, 15.  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Пермский государственный национальный  
исследовательский университет»,  
<http://www.psu.ru/> e-mail: [info@psu.ru](mailto:info@psu.ru) раб. тел.: 8(342) 239-62-17.

Я, Шкляев Владимир Александрович, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

«06» июня 2017 г.



