

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 002.069.01 НА БАЗЕ  
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО НАУЧНОГО  
УЧРЕЖДЕНИЯ «ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР  
ИНСТИТУТ ПРИКЛАДНОЙ ФИЗИКИ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК» ПО  
ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ ДОКТОРА НАУК

аттестационное дело № \_\_\_\_\_

решение диссертационного совета от 01.11.2021 № 40

О присуждении Куликову Михаилу Юрьевичу, гражданину РФ,  
ученой степени доктора физико-математических наук

Диссертация «Исследование физико-химических процессов на высотах мезосферы – нижней термосферы» по специальности 25.00.29 – физика атмосферы и гидросферы принята к защите 21 июня 2021 г., протокол № 36, диссертационным советом Д 002.069.01 на базе Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной физики Российской академии наук» (ИПФ РАН), 603950, Нижний Новгород, ул. Ульянова, 46, приказ о создании ДС №75/нк от 15.02.13г.

Соискатель, Куликов Михаил Юрьевич, 1975 года рождения, в 1998 году окончил ННГУ им. Н.И. Лобачевского, в 2001 году окончил аспирантуру ИПФ РАН, диссертацию на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук «Исследование фотохимических процессов в мезосфере Земли с помощью базовых динамических моделей» защитил в 2007 году в диссертационном совете Д 002.069.01, созданном на базе ИПФ РАН, работает заведующим лабораторией атмосферных исследований в ИПФ РАН. Диссертация выполнена в отделе физики атмосферы и микроволновой диагностики ИПФ РАН.

Официальные оппоненты: Еланский Николай Филиппович, член-корреспондент РАН, доктор физико-математических наук, заведующий отделом исследования состава атмосферы ФГБУН «Институт физики атмосферы им. А.М. Обухова Российской академии наук», Кораблев Олег Игоревич, член-корреспондент РАН, доктор физико-математических наук, заместитель директора ФГБУН «Институт космических исследований Российской академии наук», Тимофеев Юрий

Михайлович, доктор физико-математических наук, профессор кафедры физики атмосферы ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет», дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация, ФГБОУ ВО «Российский государственный гидрометеорологический университет» (г. Санкт-Петербург), в своем положительном заключении, подписанном профессором кафедры метеорологических прогнозов д.ф.-м.н. Погорельцевым Александром Ивановичем и утвержденном и.о. ректора РГГМУ Бикезиной Татьяной Васильевной, указала, что диссертация М.Ю. Куликова выполнена на высоком научном уровне и является законченным научным трудом, в котором разработаны теоретические положения, совокупность которых можно квалифицировать как крупное достижение в развитие перспективного направления в физике атмосферы и гидросферы, и что автор, несомненно, заслуживает присуждения ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 25.00.29 – физика атмосферы и гидросферы.

Соискатель имеет 23 опубликованных статьи в рецензируемых научных изданиях по теме диссертации. Наиболее значимыми публикациями являются:

1. Kulikov M.Y. Theoretical investigation of the influence of a quasi-2-day wave on nonlinear photochemical oscillations in the mesopause region // *Journal of Geophysical Research*. 2007. V. 112. № D2. P. D02305.
2. Kulikov M.Y., Feigin A.M., Sonnemann G.R. Retrieval of water vapor profile in the mesosphere from satellite ozone and hydroxyl measurements by the basic dynamic model of mesospheric photochemical system // *Atmospheric Chemistry and Physics*. 2009. V. 9. № 21. P. 8199–8210.
3. Kulikov M.Y., Feigin A.M., Ignatov S.K., Sennikov P.G., Bluszcz T., Schrems O. Technical Note: VUV photodesorption rates from water ice in the 120–150 K temperature range – significance for Noctilucent Clouds // *Atmospheric Chemistry and Physics*. 2011. V. 11. № 4. P. 1729–1734.
4. Kulikov M.Y., Belikovich M. V., Grygalashvyly M., Sonnemann G.R., Ermakova T.S., Nechaev A.A., Feigin A.M. Nighttime ozone chemical equilibrium in the

mesopause region // *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*. 2018. V. 123. № 6. P. 3228–3242.

5. Kulikov M.Y., Nechaev A.A., Belikovich M. V., Ermakova T.S., Feigin A.M. Technical note: Evaluation of the simultaneous measurements of mesospheric OH, HO<sub>2</sub> and O<sub>3</sub> under a photochemical equilibrium assumption – a statistical approach // *Atmospheric Chemistry and Physics*. 2018. V. 18. № 10. P. 7453–7471.

6. Kulikov M.Y., Nechaev A.A., Belikovich M. V., Vorobeva E. V., Grygalashvily M., Sonnemann G.R., Feigin A.M. Boundary of nighttime ozone chemical equilibrium in the mesopause region from saber data: implications for derivation of atomic oxygen and atomic hydrogen // *Geophysical Research Letters*. 2019. V. 46. № 2. P. 997–1004.

7. Kulikov M.Y., Feigin A.M., Schrems O. H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> photoproduction inside H<sub>2</sub>O and H<sub>2</sub>O:O<sub>2</sub> ices at 20–140 K // *Scientific Reports*. 2019. V. 9. № 1. P. 11375.

8. Kulikov M.Y., Belikovich M. V., Feigin A.M. Analytical investigation of the reaction-diffusion waves in the mesopause photochemistry // *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*. 2020. V. 125. № 22. P. e2020JD033480.

9. Kulikov M.Y., Belikovich M. V., Feigin A.M. The 2-day photochemical oscillations in the mesopause region: the first experimental evidence? // *Geophysical Research Letters*. 2021. V. 48. P. e2021GL092795.

На диссертацию и автореферат поступили 7 отзывов. Все отзывы положительные. В них отмечают высокий уровень работы, актуальность диссертации, научная новизна и практическая значимость полученных результатов.

В положительном отзыве ведущей организации сделаны следующие замечания по содержанию диссертации: 1) в работе не обоснована возможность исключения из рассмотрения азотных и заряженных компонентов; 2) во 2-й главе недостаточно четко описана связь между тремя описанными направлениями исследований; 3) английские обозначения на рисунках не мешают пониманию, но не до конца соответствуют принципам оформления русскоязычных трудов.

Положительный отзыв официального оппонента чл.-корр. РАН, д.ф.-м.н. Н.Ф. Еланского содержит следующие замечания: 1) довольно лаконичный стиль изложения, хотя присутствуют повторы; 2) обсуждение возможного влияния высыпаний энергичных электронов и протонов проведено только при анализе

результатов поиска двухсуточных осцилляций; 3) при выводе критерия равновесия ночного озона отбрасывание некоторых слагаемых недостаточно обосновано; 4) реакцию границы равновесия ночного озона на стратосферные потепления было бы желательно исследовать по всему ансамблю данных SABER/TIMED.

Положительный отзыв официального оппонента чл.-корр. РАН, д.ф.-м.н. О.И. Кораблева содержит следующие замечания: 1) не проведено обсуждение, с чем связаны незначительные отклонения критерия равновесия озона от границы области равновесия, и можно ли в принципе достичь лучшего согласия; 2) было бы желательно увидеть обсуждение, каким образом реакционно-диффузионные волны можно пытаться зафиксировать.

Положительный отзыв официального оппонента д.ф.-м.н. Ю.М. Тимофеева содержит следующие замечания: 1) было бы полезно более детально обосновать оптимальность выбора различных исследований и решаемых задач диссертации; 2) не привлекаются данные измерений мезосферы на спутнике SOFIE; 3) в 3-й главе не приведены четко погрешности новых оценок содержания малых примесей мезосферы – нижней термосферы.

Положительный отзыв на автореферат д.ф.-м.н. Н.В. Бахметьевой (НИРФИ ННГУ, г. Нижний Новгород) содержит следующие замечания: 1) объем автореферата является избыточным и содержит много аббревиатур; 2) не ясен смысл понятия «внутренние параметры мезосферной фотохимии»; 3) не ясна формулировка одного из положений, выносимых на защиту. Положительный отзыв на автореферат д.ф.-м.н. И.К. Ларина (ИНЭПХФ ФИЦ ХФ РАН, г. Москва) содержит одно замечание: не ясно, следует ли учитывать влияние ионов и их кластеров на компоненты семейств  $O_x$  и  $NO_x$ . Положительный отзыв на автореферат д.ф.-м.н. Н.Н. Перцева (ИФА РАН, г. Москва) замечаний не содержит.

Соискатель М.Ю. Куликов ответил на заданные ему в ходе заседания вопросы и дал пояснения и комментарии по сделанным замечаниям.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обоснован тем, что оппоненты являются признанными высококвалифицированными специалистами в области физики и химии атмосферы Земли и атмосфер других планет, а одним из

направлений деятельности ведущей организации является изучение структуры и динамики средней атмосферы методами численного моделирования и по данным различных наблюдений.

**Диссертационный совет отмечает**, что на основании выполненных соискателем исследований:

- выявлены механизмы генерации нелинейных фотохимических осцилляций и волн в области мезопаузы;
- в данных измерений зарегистрированы двухсуточные фотохимические осцилляции;
- установлены возможные продукты облучения твердого молекулярного кислорода, определена степень влияния фотодесорбции из частиц мезосферных облаков на химию области мезопаузы и обнаружена возможность фотопроизводства и накопления внутри мезосферного льда перекиси водорода;
- установлено, что нижняя граница области, где справедливо химическое равновесие ночного озона, почти всегда лежит заметно выше 80 км, найден простой критерий, позволяющий определять эту границу по данным локальных измерений, показано, что восстановление концентрации атомарного кислорода ниже границы равновесия ночного озона приводит к значительным ошибкам;
- определена пространственно-временная эволюция ночной концентрации  $O(^1D)$  на высотах мезопаузы;
- разработан метод оценки качества одновременных измерений нескольких атмосферных компонент при условии их фотохимического равновесия.

**Теоретическая значимость исследования** заключается в том, что:

- развит подход к аналитическому исследованию нелинейно-динамического поведения атмосферных фотохимических систем;
- разработан метод исследования химического/фотохимического равновесия малых примесей атмосферы.

**Практическая значимость работы** заключается в том, что:

- разработан ряд методов восстановления неизмеряемых (или измеряемых с большой неопределенностью) характеристик мезосферы и нижней термосферы и

оценки качества данных измерений, которые применимы для решения подобных задач в других областях атмосферы;

– установлена применимость метода, основанного на измерении скорости конверсии твердого  $O_2$  в  $O_3$ , для калибровки лабораторных источников излучения.

**Оценка достоверности результатов исследования** выявила обоснованность полученных результатов, хорошее соответствие между результатами аналитических, лабораторных и численных исследований, а также данными спутниковых измерений. Результаты диссертации опубликованы в ведущих российских и зарубежных журналах, докладывались на многих международных и всероссийских конференциях.

**Личный вклад соискателя** состоит в том, что все изложенные в диссертационной работе результаты получены автором лично, либо при его непосредственном участии и руководстве, при этом в совместных работах вклад автора был основным.

На заседании от 01.11.2021 г. диссертационный совет принял решение: за разработку теоретических положений, совокупность которых можно квалифицировать как крупное научное достижение, присудить Куликову Михаилу Юрьевичу ученую степень доктора физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 20 человек, из них 9 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 23 человека, входящего в состав совета, проголосовали: за – 20, против – 0, недействительных бюллетеней – 0.

Председатель диссертационного совета

член-корреспондент РАН



Евгений Анатольевич Мареев

Ученый секретарь диссертационного совета

кандидат физ.-мат. наук

Александр Игоревич Малеханов

«01» ноября 2021 г.