

ВЫСШЕЕ ОБРАЗОВАНИЕ ЗА РУБЕЖОМ

УДК 378.014.242-057.175:551.5 (430)

DOI: 10.23951/2307-6127-2018-3-217-223

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ НАУЧНОЙ СТАЖИРОВКИ В ИНСТИТУТЕ МЕТЕОРОЛОГИИ И КЛИМАТИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА КАРЛСРУЭ (ГЕРМАНИЯ)*

Т. В. Ершова

Томский государственный педагогический университет, Томск

Приведены основные результаты научных исследований в рамках программы DAAD «Научные стажировки для преподавателей и ученых» в Институте метеорологии и климатических исследований Технологического института Карлсруэ (Германия). Исследования были посвящены анализу причин неоднородного пространственного распределения грозовой активности над территорией Центральной Европы за период 2001–2014 гг. Получены выводы о влиянии на пространственную неоднородность грозовой активности не только характеристик состояния атмосферы, включая благоприятные синоптические условия, но и влияние подстилающей поверхности, в частности различных типов ландшафта (город, лес, поле, озеро и др.). Полученные результаты могут быть использованы для косвенной оценки пространственного распределения характеристик грозовой активности над территориями, не оснащенными системами местоопределения молний. Дополнительно изучен опыт подготовки бакалавров и магистров по направлению «Метеорология» в Институте метеорологии и климатических исследований Технологического института Карлсруэ.

Ключевые слова: *Технологический институт Карлсруэ, научная стажировка, метеорология, климатические исследования, грозовая активность, ландшафт.*

Система высшего образования в России на протяжении нескольких десятилетий преобразуется и совершенствуется. Для выбора эффективного пути развития необходимо учитывать мировой опыт, в частности преподавание узкоспециальных географических дисциплин в зарубежных институтах и университетах. Особенности преподавания метеорологии и гидрологии в Томском государственном педагогическом университете неоднократно рассматривались автором в статьях и обсуждались на конференциях [1–5].

Цель данного обзора ознакомить с особенностями подготовки метеорологов и преподавателей метеорологии, результатами научных исследований в Технологическом институте Карлсруэ в Германии. Обзор основан на опыте научных стажировок в 2002, 2006, 2017–2018 гг. в Институте метеорологии и климатических исследований (ИМК) Технологического института Карлсруэ (KIT). Последняя научная стажировка автора проходила при поддержке DAAD (Немецкая служба академических обменов) в рамках программы «Научные стажировки для преподавателей и ученых».

* Работа выполнена при поддержке программы DAAD «Научная стажировка для преподавателей университетов и ученых» (Research Stay for University Academics and Scientists), 2017 (57314019), персональный номер 91678074.

Система высшего образования в Германии включает 103 университета и института, 176 вузов прикладных наук (Fachhochschulen). КИТ является одним из престижных технических институтов Германии и Европы, в котором сочетается подготовка специалистов и научные исследования. Технологический институт Карлсруэ образован в 2006 г. при слиянии Технического университета Карлсруэ (die Universität Karlsruhe) и Национального исследовательского центра ядерных исследований (das Forschungszentrum Karlsruhe) [6]. Оба этих формирования до слияния имели свою историю.

Политехническая школа города Карлсруэ была основана в 1825 г. и стала четвертым высшим учебным заведением в Европе после пражского, парижского и венского технических университетов. Покровителем школы был великий князь Баденский Фридрих Первый. При нем в 1865 г. школа стала высшим учебным заведением и до сих пор носит неофициальное название «Фридрициана» от латинского Fridericiana. В середине 1960-х гг. в университете была создана компьютерная лаборатория и начата подготовка специалистов по направлению «Информатика». В 1980-е гг. в университете было отправлено первое в истории Германии электронное письмо и открыт Центр метеорологии и климатических исследований. Национальный центр ядерных исследований был основан в середине 1950-х гг.

В настоящее время Технологический институт Карлсруэ – один из престижных и образцово-показательных немецких институтов, входящий в элитный клуб технических вузов Германии TU 9, в топ-200 вузов мира по общим показателям и топ-50 по инженерным и естественно-научным программам.

Ежегодно в Институте метеорологии и климатических исследований обучается более 100 студентов [7]. Учебный год делится на два семестра – зимний и летний, каждый семестр продолжается 4 месяца. Существуют следующие формы обучения: традиционная лекция; лекция, совмещенная с практическим занятием; практическое занятие и семинар. Практикуется посещение лекций по выбору студентов при обязательном условии присутствия на профильных предметах по метеорологии не менее 6 часов в неделю. В Институте метеорологии и климатических исследований еженедельно проводятся семинары, в которых участвуют научные сотрудники, аспиранты и студенты. Часто приглашают выступать представителей немецкой службы погоды (Deutscher Wetterdienst) из Оффенбах-на-Майне и ученых из других университетов мира.

Метеорология в Германии относится к физическим наукам. Обучение по направлению «Метеорология» узконаправленное и специализированное. Гуманитарные дисциплины даются в начале обучения в очень сжатой форме. Это связано с тем, что гуманитарные предметы довольно подробно изучаются в гимназии, обучение в которой составляет 12 лет. Поэтому в университеты Германии поступают абитуриенты, которым уже исполнилось 20 лет. Занятия физической культурой, иностранными языками для студентов платные и не являются обязательными.

Программа для бакалавров по направлению «Метеорология» [8] включает следующие предметы: классическая экспериментальная физика (механика, оптика и термодинамика); классическая теоретическая физика; электродинамика; высшая математика; статистика; теоретическая метеорология; химия атмосферы и аэрозоли; метеорологические измерения; синоптическая метеорология; синоптика; атмосферная циркуляция и другие дисциплины, необходимые выпускникам в соответствии с требованиями Всемирной метеорологической организации. Магистерская программа состоит из специальных дисциплин: физика облаков, тропосферная метеорология, полярная метеорология, моделирование и анализ климатических систем, экспериментальная метеорология, дистанционное зондирование, методы анализа данных, турбулентное распространение и др. [9]. Студенты-метеорологи активно

привлекаются для выполнения научных проектов, участвуют в многочисленных экспедициях института в страны Африки и Израиль.

Два последних семестра отводятся для научных исследований и написания магистерской диссертации. Студенты последнего курса уже не посещают лекции, а ежедневно занимаются выпускной работой. Практически все исследования в институте проводятся с помощью пакета прикладных программ «Matlab» (анг. Matrix Laboratory). Обучающиеся активно включаются в научные исследования, еженедельно на семинарах докладывают о своих результатах. Обсуждение на семинарах достаточно продуктивное, так как все участники группы (магистранты, аспиранты, постдокторанты) работают в одной команде над одним или несколькими научными проектами под руководством профессора-координатора проекта.

Во время стажировки в 2006 г. в Институте метеорологии и климатических исследований автор статьи посещала лекции по дисциплине «Общая метеорология» директора Института метеорологии и климатических исследований профессора Кр. Коттмайера [10]. Дисциплина читается в течение одного семестра и состоит из 10 традиционных разделов. На первых вводных занятиях студенты знакомятся с основными понятиями и определениями. Во втором разделе описывается газовый состав атмосферы. В третьем объясняются понятия «атмосферное давление», «температура», «влажность воздуха», «однородная, изотермическая и политропная атмосферы». В четвертом разделе вводятся понятия «солнечная радиация» и «теплообмен атмосферы с земной поверхностью». В пятом рассматриваются «ветер» и «турбулентность в атмосфере». Шестой раздел посвящен термодинамике атмосферы. Седьмой – это процесс конденсации в атмосфере и все явления, связанные с ним (туманы и облака). В восьмом разделе изучаются силы, действующие в атмосфере, и вводятся понятия «сила Кориолиса», «геострафический и градиентный ветер». Девятый раздел посвящен синоптике, вводятся понятия «воздушные массы», «фронтальные разделы», «циклоны и антициклоны». На заключительном этапе изучаются оптические явления в атмосфере. В целом учебный план охватывает традиционные вопросы метеорологии и схож с учебным планом в российских университетах. Лекции по метеорологии посещают не только студенты, обучающиеся по соответствующему направлению, но также все желающие – студенты других специальностей и вольные слушатели, интересующиеся метеорологией.

Исследования в Институте метеорологии и климатических исследований (ИМК) включают четыре направления: тропосферные исследования (ИМК-TRO); атмосферные газы и дистанционное зондирование (ИМК-ASF); исследования атмосферных аэрозолей (ИМК-AAF); атмосферные исследования окружающей среды (ИМК-IFU) [11].

Автор данной статьи в 2017–2018 гг. проходила научную стажировку в группе «Атмосферные риски» отдела исследований тропосферы Института метеорологии и климатических исследований. В ИМК работают девять групп, включая исследовательскую группу «Атмосферные риски» под руководством профессора, доктора М. Кунца [12]. Группа исследует метеорологические экстремальные явления: штормы, грозы, ливни, град, шквалы, связанные с развитием глубокой конвекции и образованием кучево-дождевых облаков. Эти явления имеют значительную пространственную и временную неоднородность. Определение причин пространственной неоднородности этих опасных и разрушительных явлений – одна из актуальных проблем для ученых-метеорологов и синоптиков.

Цель научных исследований во время стажировки в 2017–2018 гг. заключалась в изучении пространственной неоднородности грозовой активности на территории Европы. Основными причинами, объясняющими эту неоднородность грозовой активности, являются:

– синоптическое положение (развитие глубокой конвекции и фронтальной деятельности);

– благоприятные для развития конвекции орографические условия;
– температурно-влажностные характеристики от подстилающей поверхности до высот 12–16 км (верхняя граница развития кучево-дождевых облаков).

В качестве дополнительных факторов, влияющих на пространственную неоднородность грозовой активности, можно рассматривать геофизические характеристики: тепловое поле Земли [13] и гравитационные аномалии [14], включая железорудные месторождения. В данном исследовании определялась грозовая активность над различными типами ландшафтов. Предыдущие публикации В. П. Горбатенко и Т. В. Ершовой [13, 15] были посвящены анализу данного вопроса. При этом авторы выделяли семь типов ландшафтов в соответствии с высотой над уровнем моря. Современные данные, полученные со спутников, позволяют получить более детальную информацию о типах ландшафтов и провести исследования на качественно другом уровне.

Материалом для обработки служили данные о количестве разрядов молнии в землю за грозовой период (апрель – сентябрь) с 2001 по 2014 г. Область исследования охватывала территорию, ограниченную меридианами 9° до 20° з. д. и широтами 42° до 56° с. ш., и включала Германию, Австрию, Францию, Швейцарию, страны Бенилюкс и северо-западную часть Италии. Ежедневная информация о количестве молний облако-земля в ячейке сетки 10×10 км² была предоставлена компанией «Сименс». Система обнаружения молнии BLIDS компании «Сименс» (BLitz-Information-Dienst Siemens) [16] в Германии (Карлсруэ) является составной частью европейской сети EUCLID (Europe Cooperation for Lightning Detection).

Для исследуемой территории спутниковые и наземные данные о разных типах ландшафтов с разрешением 250 м за 2012 г. были доступны с официального сайта Глобальной службы европейской системы мониторинга Земли «Коперник» [17].

В результате прошедшей научной стажировки в Институте метеорологии и климатических исследований в 2017–2018 гг. были получены следующие основные результаты.

При подготовке метеорологов и преподавателей метеорологии в Карлсруэ особое внимание уделяется научно-исследовательской работе бакалавров и магистров. Для этого магистрантов и аспирантов включают в программы по выполнению научных проектов: от экспедиционных исследований, камеральной обработки материалов с помощью современных пакетов прикладных программ, обсуждения материалов на семинарах и конференциях до защиты выпускных работ и написания статей.

По научным исследованиям молниевых разрядов в землю над различными типами ландшафтов территории Центральной Европы за период 2001–2014 гг. можно сформулировать следующие выводы:

1. Наибольшая плотность молниевых разрядов приходится на альпийские регионы Австрии и Италии, а также на юго-восточное побережье Франции.
2. В диапазоне высот от 200 до 1000 м над уровнем моря наибольшая плотность разряда молнии связана с водными объектами (реки и озера), городскими, промышленными, а также с лесными районами.

С целью популяризации метеорологических знаний и научных исследований в Томском государственном педагогическом университете в феврале 2018 г. состоялся открытый семинар на тему «Научные исследования по грозовой активности в Германии». В ходе семинара студенты, обучающиеся по направлению «Педагогическое образование» направленности (профилю) «Биология и география», и преподаватели биолого-химического факультета ознакомились с основными направлениями научных исследований Института метеорологии и климатических исследований и результатами стажировки Т. В. Ершовой в этот институт. Слушатели получили представление о существующих технологиях по обна-

ружению грозových разрядов, о различных ландшафтах территории Европы по спутниковым данным. Наглядная демонстрация результатов исследования в виде электронных карт и графиков позволит студентам глубже усвоить учебный материал по дисциплине «Метеорология и климатология» и, возможно, увлечься изучением атмосферных процессов и научными исследованиями.

Список литературы

1. Ершова Т. В. Особенности преподавания метеорологии и гидрологии в педагогическом университете в современных условиях // Вестник Томского гос. пед. ун-та (TSPU Bulletin). 2017. Вып. 4 (181). С. 77–83. DOI: 10.23951/1609-624X-2017-4-77-83.
2. Петрова Е. Ю., Ершова Т. В. Формирование методической компетентности у будущих учителей географии // Научно-педагогическое обозрение (Pedagogical Review). 2016. Вып. 2 (12). С. 52–58.
3. Ершова Т. В. Преподавание метеорологии и климатологии в педагогическом университете // Материалы IV Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием «Современные проблемы географии и геологии». Томск: Интегральный переплет, 2017. С. 251–253.
4. Ершова Т. В. Особенности обучения метеорологии и гидрологии в педагогическом университете // Сб. науч. ст. научной конф. «Природа и экономика Кемеровской области и сопредельных территорий». Новокузнецк: Центр издат. деятельности, 2015. С. 317–323.
5. Ершова Т. В. Особенности преподавания метеорологии и гидрологии у студентов-географов // Материалы Междунар. науч. конф. «Климатология и гляциология Сибири». Томск, 2015. С. 201–205.
6. Nitsche D. Die Gründung des Karlsruher Instituts für Technologie KIT. URL: http://www.kit.edu/downloads/Gruendung_KIT_Nitsche.pdf (дата обращения: 19.02.2018).
7. Karlsruher Institut für Technologie (KIT) Studierendenstatistik WS 2015/16. 73 s. URL: http://www.kit.edu/downloads/Statistik_WS2015.pdf (дата обращения: 19.02.2018).
8. Bachelorstudiengang. Institut für Meteorologie und Klimaforschung – Department Troposphärenforschung. URL: <http://www.imk-tro.kit.edu/6338.php> (дата обращения: 19.02.2018).
9. Masterstudiengang. Institut für Meteorologie und Klimaforschung – Department Troposphärenforschung. URL: <http://www.imk-tro.kit.edu/4917.php> (дата обращения: 19.02.2018).
10. Ершова Т. В. Высшее образование в Германии (на примере Института метеорологии и климатических исследований Технического университета Карлсруэ) // Материалы XI Всероссийской конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Наука и образование». Томск: Изд-во Томского гос. пед. ун-та, 2008. Т. 1, ч. 2. С. 88–92.
11. Institut für Meteorologie und Klimaforschung URL: <http://www.imk.kit.edu/index.php> (дата обращения: 19.02.2018).
12. Working Group «Atmospheric Risks». Institute of Meteorology and Climate Research – Department Troposphere Research. URL: <http://www.imk-tro.kit.edu/english/5190.php> (дата обращения: 19.02.2018).
13. Горбатенко В. П. Влияние географических факторов климата и синоптических процессов на грозovou активность: дис. ... д-ра географ. наук. СПб., 2003. 339 с.
14. Ершова Т. В. Пространственная неоднородность грозовой активности и гравитационные аномалии Земли // Вестник Томского гос. пед. ун-та (TSPU Bulletin). 2015. Вып. 11 (164). С. 169–173.
15. Ершова Т. В. Физико-статистические характеристики пространственного распределения грозовой активности: дис. ... канд. физ.-мат. наук. Томск, 2004. 152 с.
16. BLIDS – der Blitz Informationsdienst von Siemens. URL: <http://www.industry.siemens.com/services/global/de/portfolio/plant-data-services/blids/Seiten/Default.aspx> (дата обращения: 19.02.2018).
17. CORINE Land Cover URL: <http://land.copernicus.eu/pan-european/corine-land-cover> (дата обращения: 19.02.2018).

Ершова Татьяна Владимировна, кандидат физико-математических наук, доцент, Томский государственный педагогический университет (ул. Киевская, 60, Томск, Россия, 634061).
E-mail: Ershova10@mail.ru

Материал поступил в редакцию 25.02.2018

DOI: 10.23951/2307-6127-2018-3-217-223

THE MAIN RESULTS OF RESEARCH STAY AT THE INSTITUTE OF METEOROLOGY AND CLIMATE RESEARCH AT THE KARLSRUHE INSTITUTE OF TECHNOLOGY (GERMANY)

T. V. Ershova

Tomsk State Pedagogical University, Tomsk, Russian Federation

The main results of scientific research within the framework of the DAAD program «Research Stay for University Academics and Scientists» at the Institute of Meteorology and Climate Research of the Karlsruhe Institute of Technology (Germany) are presented. Cloud-to-ground lightning destroy buildings, turn off power lines, disable expensive equipment, and also injure people and even kill people. Lightning activity has a spatial and temporal inhomogeneity. The studies were devoted to the analysis of the causes of the inhomogeneity spatial distribution of thunderstorm activity over the territory of Central Europe for the period 2001–2014. Conclusions are drawn about the influence of not only the characteristics of the state of the atmosphere, including favorable synoptic conditions, on the spatial inhomogeneity of thunderstorm activity, but also the influence of the underlying surface, in particular of different types of landscapes (city, forest, field, lakes, etc.). The results obtained can be used to indirectly estimate the spatial distribution of thunderstorm activity characteristics over areas not equipped with lightning detection systems. In addition, the specifics of the teaching of meteorological disciplines at the Institute of Meteorology and Climate Research of the Karlsruhe Institute of Technology have been studied. The experience gained will help improve the teaching of «Meteorology and Climatology» at the Tomsk State Pedagogical University and involve students in scientific research.

Key words: *Karlsruhe Institute of Technology, research stay, meteorology, climate research, lightning activity, landscape.*

References

1. Ershova T. V. Osobennosti prepodavaniya meteorologii i gidrologii v pedagogicheskom universitete v sovremennykh usloviyakh [Features of teaching of meteorology and hydrology at the pedagogical university in modern conditions]. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta – TSPU Bulletin*, 2017, no. 4 (181), pp. 77–83 (in Russian). DOI: 10.23951/1609-624X-2017-4-77-83.
2. Petrova E. Yu., Ershova T. V. Formirovaniye metodicheskoy kompetentnosti u budushchikh uchiteley geografii [Formation of methodical competence of future teachers of geography]. *Nauchno-pedagogicheskoye obozreniye – Pedagogical Review*, 2016, no. 2 (12), pp. 52–58 (in Russian).
3. Ershova T. V. Prepodavaniye meteorologii i klimatologii v pedagogicheskom universitete [Teaching of Meteorology and Climatology at the Pedagogical University]. *Materialy IV Vserossiyskoy nauchno-prakticheskaya konferentsiya s mezhdunarodnym uchastiem «Sovremennye problemy geografii i geologii»* [Materials IV All-Russian scientific and practical conference with international participation «Modern problems of geography and geology»]. Tomsk, Integral'nyy pereplet Publ., 2017. Pp. 251–253 (in Russian).
4. Ershova T. V. Osobennosti obucheniya meteorologii i gidrologii v pedagogicheskom universitete [Features of teaching meteorology and hydrology at pedagogical university]. *Sbornik nauchnykh statey nauchnoy konferentsii «Priroda i ekonomika Kemerovskoy oblasti i sopredel'nykh territoriy»* [Collected articles of scientific conference «Nature and the economy of the Kemerovo region and adjacent territories»]. Novokuznetsk, Tsentrazdatel'skoy deyatelnosti Publ., 2015. Pp. 317–323 (in Russian).
5. Ershova T. V. Osobennosti prepodavaniya meteorologii i gidrologii u studentov-geografov [Features of teaching meteorology and hydrology for students-geographers]. *Materialy Mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii «Klimatologiya i glyatsiologiya Sibiri»* [Proceedings of the international scientific conference «Climatology and glaciology of Siberia»]. Tomsk, 2015. Pp. 201–205 (in Russian).
6. Nitsche D. *Die Gründung des Karlsruher Instituts für Technologie KIT*. URL: http://www.kit.edu/downloads/Gruendung_KIT_Nitsche.pdf (accessed 19 February 2018).

7. *Karlsruher Institut für Technologie (KIT) Studierendenstatistik WS 2015/16*. 73 s. URL: http://www.kit.edu/downloads/Statistik_WS2015.pdf (accessed 19 February 2018).
8. *Bachelorstudiengang. Institut für Meteorologie und Klimaforschung – Department Troposphärenforschung*. URL: <http://www.imk-tro.kit.edu/6338.php> (accessed 19 February 2018).
9. *Masterstudiengang. Institut für Meteorologie und Klimaforschung – Department Troposphärenforschung*. URL: <http://www.imk-tro.kit.edu/4917.php> (accessed 19 February 2018).
10. Ershova T. V. Vysseye obrazovaniye v Germanii (na primere Instituta meteorologii i klimaticheskikh issledovaniy Tekhnicheskogo universiteta Karlsruhe) [Higher education in Germany (by the example of the Institute of Meteorology and Climate Research of the Technical University of Karlsruhe)]. *Materialy XI Vserossiyskoy konferentsii studentov, aspirantov i molodykh uchenykh «Nauka i obrazovaniye»* [Materials XI All-Russian Conference of students, graduate students and young scientists "Science and Education"]. Tomsk, TSPU Publ., 2008, vol. 1, part. 2. Pp. 88–92 (in Russian).
11. *Institut für Meteorologie und Klimaforschung*. URL: <http://www.imk.kit.edu/index.php> (accessed 19 February 2018).
12. *Working Group «Atmospheric Risks». Institute of Meteorology and Climate Research – Department Troposphere Research*. URL: <http://www.imk-tro.kit.edu/english/5190.php> (accessed 19 February 2018).
13. Gorbatenko V. P. *Vliyaniye geograficheskikh faktorov klimata i sinopticheskikh protsessov na grozovuyu aktivnost'*. *Dis. dokt. geogr. nauk* [The influence of geographical factors of climate and synoptic processes on thunderstorm activity. Diss. doct. of geogr. sci.]. Sankt-Peterburg, 2003. 339 p. (in Russian).
14. Ershova T. V. *Prostranstvennaya neodnorodnost' grozovoy aktivnosti i gravitatsionnye anomalii Zemli* [Spatial inhomogeneity of thunderstorm activity and earth's gravity field anomalies]. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta – TSPU Bulletin*, 2015. no. 11 (164), pp. 169–173. (in Russian).
15. Ershova T. V. *Fiziko-statisticheskiye kharakteristiki prostranstvennogo raspredeleniya grozovoy aktivnosti*. *Dis. kand. fiziko-matem. nauk* [Physical and statistical characteristics of the spatial distribution of thunderstorm activity. Diss. cand. of phys. and math. sci.]. Tomsk, 2004. 152 p. (in Russian).
16. *BLIDS – der Blitz Informationsdienst von Siemens*. URL: <http://www.industry.siemens.com/services/global/de/portfolio/plant-data-services/blids/Seiten/Default.aspx> (accessed 19 February 2018).
17. *CORINE Land Cover*. URL: <http://land.copernicus.eu/pan-european/corine-land-cover> (accessed 19 February 2018).

Ershova T. V., Tomsk State Pedagogical University (ul. Kievskaya, 60, Tomsk, Russian Federation, 634061). E-mail: Ershova10@mail.ru