

ISSN 2713-2102

ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯ

И ОБРАЗОВАНИЕ

научно-образовательный журнал



Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу
окружающей среды (Росгидромет)

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
дополнительного профессионального образования
«Институт повышения квалификации руководящих работников
и специалистов» (ФГБОУ ДПО «ИПК»)

ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯ И ОБРАЗОВАНИЕ

Ежеквартальный
научно-образовательный журнал

№ 1

2025

HYDROMETEOROLOGY AND EDUCATION

Quarterly
scientific and educational magazine

БАЛАШИХА
BALASHIKHA

Редакционная коллегия научно-образовательного журнала «Гидрометеорология и образование»

Главный редактор:

Бедрицкий Александр Иванович, канд. геогр. наук, Москва, Россия

Заместитель главного редактора:

Васильев Леонид Юрьевич, канд. геогр. наук, Москва, Россия

Редколлегия:

Адебайо Иинка Р. PhD, Женева, Швейцария

Белоцерковский Андрей Владленович, д-р физ.-мат. наук, профессор, Москва, Россия

Васильев Александр Александрович, д-р геогр. наук, профессор, Москва, Россия

Васильев Леонид Юрьевич, канд. геогр. наук, Москва, Россия

Варданян Траел Герасимович, д-р геогр. наук, профессор, Ереван, Армения

Калинин Николай Александрович, д-р геогр. наук, профессор, Пермь, Россия

Кузнецов Илья Евгеньевич, д-р техн. наук, доцент, Воронеж, Россия

Логинов Владимир Фёдорович, д-р геогр. наук, профессор, академик НАН, Минск, Беларусь

Переведенцев Юрий Петрович, д-р геогр. наук, профессор, Казань, Россия

Подрезов Олег Андреевич, д-р геогр. наук, профессор, Бишкек, Киргизия

Соколов Владимир Владимирович, Москва, Россия

Стерин Александр Маркович, д-р физ.-мат. наук, ст. научн. сотр., Обнинск, Россия

Чередниченко Александр Владимирович, д-р геогр. наук, профессор, Алма-Ата, Казахстан

Леванова Елена Александровна, д-р пед. наук, профессор, Москва, Россия

Серых Анна Борисовна, д-р пед. наук, профессор, Калининград, Россия

Конеева Елена Владимировна, д-р пед. наук, профессор, Москва, Россия

Самсонова Надежда Владиславовна, д-р пед. наук, профессор, Калининград, Россия

Ломакин Олег Евгеньевич, д-р экон. наук, канд. техн. наук, профессор, Москва, Россия

Можаев Евгений Евгеньевич, д-р экон. наук, профессор, Москва, Россия

Тебекин Алексей Васильевич, д-р экон. наук, д-р техн. наук, профессор, Москва, Россия

Чичасов Григорий Николаевич, д-р геогр. наук, профессор, Балашиха, Россия

Регистрационный номер: серия ПИ № ФС77-77231 от 20.11.2019.

Учредитель: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение дополнительного профессионального образования «Институт повышения квалификации руководящих работников и специалистов».

Адрес редакции, издателя: 143982, Московская обл., г. Балашиха, мкр. Кучино, ул. Гидрогородок, д. 3А

Ответственный секретарь — Давыденко Ирина Викторовна. Тел.: 8 (917) 526 23 20.
E-mail: i.davydenko@ipkmeteo.ru

Журнал зарегистрирован в средствах электронной информации
Эл № ФС 77-84455 от 26 декабря 2022 года.

© Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение дополнительного профессионального образования «Институт повышения квалификации руководящих работников и специалистов», 2020.

Перепечатка допускается только с письменного разрешения редакции и со ссылкой на научно-образовательный журнал «Гидрометеорология и образование». ISSN 2713-2102

Editorial Board of the scientific and educational journal «Hydrometeorology and education»

Chief editor:

Alexander Bedritsky, Cand. Geogr., Moscow, Russia

Deputy editor:

Leonid Vasiliev, Cand. Geogr., Moscow, Russia

Editorial board:

Yinka Adebayo P. PhD, Geneva, Switzerland

Andrey Belotserkovsky, Dr. Phys.-Math., Professor, Moscow, Russia

Alexander Vasiliev, Dr. Geogr., Professor, Moscow, Russia

Leonid Vasiliev, Cand. Geogr., Moscow, Russia

Trahel Vardanyan, Dr. Geogr., Professor, Yerevan, Armenia

Nikolai Kalinin, Dr. Geogr., Professor, Perm, Russia

Ilya Kuznetsov, Dr. Tech., Associate Professor, Voronezh, Russia

Vladimir Loginov, Dr. Geogr., Professor, Academician of the National Academy of Sciences, Minsk, Belarus

Yuri Perevedentsev, Dr. Geogr., Professor, Kazan, Russia

Oleg Podrezov, Dr. Geogr., Professor, Bishkek, Kyrgyzstan

Vladimir Sokolov, Moscow, Russia

Alexander Sterin, Dr. Phys.-Math., Obninsk, Russia

Alexander Cherednichenko, Dr. Geogr., Professor, Almaty, Kazakhstan

Elena Levanova, Dr of Pedagogical Sciences, Professor, Moscow, Russia

Anna Serykh, Dr of Pedagogical Sciences, Professor, Kaliningrad, Russia

Elena Koneeva, Dr of Pedagogical Sciences, Professor, Moscow, Russia

Nadezhda Samsonova, Dr of Pedagogical Sciences, Professor, Kaliningrad, Russia

Oleg Lomakin, Dr of Economics, Candidate of Technical Sciences, Professor, Moscow, Russia

Evgeny Mozhaev, Dr of Economics, Professor, Moscow, Russia

Alexey Tebekin, Dr of Economics, Dr of Technical Sciences, Professor, Moscow, Russia

Chichasov Grigory Nikolaevich, Doctor of Geography. Sciences, Professor, Balashikha, Russia

Registration number: PI series NO. FS77-77231 dated 20.11.2019.

Founder: Federal state budgetary educational institution of additional professional education «Institute of advanced training of managers and specialists».

Address of the editorial office, publisher: 143982, Moscow region, Balashikha, MD. Kuchino, Hydrogorodok str., 3A

Executive Secretary – Irina Davydenko, 8 917 526 23 20. E-mail: i.davydenko@ipkmeteo.ru

The journal is registered in the electronic media E-mail No. FS 77-84455 dated December 26, 2022.

© Federal state budgetary educational institution of additional professional education «Institute of advanced training of managers and specialists», 2020.

Reprint is allowed only with the written permission of the editorial Board and with reference to the scientific and educational journal «Hydrometeorology and education». ISSN 2713-2102

СОДЕРЖАНИЕ

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И ПРОБЛЕМЫ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ CURRENT ISSUES AND PROBLEMS OF HYDROMETEOROLOGY	6
А.И. Бедрицкий, А.И. Гусев. Гидрометеорологическая отрасль, индустрия погоды и климата – новые реальности деятельности в области гидрометеорологии A.I. Bedritsky, A.I. Gusev. Hydrometeorological industry, weather and climate industry - new realities of activity in the field of hydrometeorology	6
А.В. Степанов. Авиационная климатическая метеорологическая информация для планирования полётов авиации общего назначения A.V. Stepanov. Aviation climate meteorological information for general aviation flight planning	23
Е.А. Дронова, И.А. Смирнов. Сравнительная оценка агроэкологических категорий урожайности озимой пшеницы в агроклиматических условиях Центрально-Чернозёмного экономического района E.A. Dronova, I.A. Smirnov. Comparative assessment of agroecological categories of winter wheat yield in agroclimatic conditions of the Central Black earth economic region.....	31
Д.А. Гершинкова, С.В. Агеева, М.Е. Колесникова. О погодных условиях района строительства нефтепровода Оха-Софийск в 1941–1942 гг. D.A. Gershinkova, S.V. Ageeva, M.E. Kolesnikova. About weather conditions of the construction area Okha-Sofiysk oil pipeline in 1941–1942	43
А.В. Колесников. Теоретические подходы к пространственному развитию АПК России в условиях глобального изменения климата A.V. Kolesnikov. Theoretical approaches to spatial development agro-industrial complex of Russia in the context of global climate change	56

Я.Г. Есиков. Опыт компании «Минимакс-94» по обеспечению гидрометеорологической информацией противолавинных служб
Y.G. Esikov. Experience of the Minimax-94 company in providing hydrometeorological information to avalanche services 68

А.А. Ген, В.А. Бурлуцкий, И.Г. Грингоф, Ю.А. Моргунов, П.С. Семешкина, М.А. Рыжухина. Фотометрический и ультразвуковой методы оценки состояния посевов ячменя
A.A. Gen, V.A. Burlutsky, I.G. Gringof, Y.A. Morgunov, P.S. Semeshkina, M.A. Ryzhukhina. Photometric and ultrasonic methods of barley crop condition assessment..... 76

ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
THEORY AND PRACTICE OF VOCATIONAL EDUCATION 94

Б.И. Шайтан. Функции и задачи штатных и приглашаемых преподавателей образовательных учреждений ДПО в современных условиях
B.I. Shaitan. Unctions and tasks of staff and guest teachers educational institutions of dpo in modern conditionsn 94

О.Е. Ломакин, Е.Е. Можаяев, А.К. Марков, Б.И. Шайтан. Применение моделей опытно-ориентированного обучения и результато-ориентированного проектирования обучения в ФГБОУ ДПО «ИПК»
O.E. Lomakin, E.E. Mozhaev, A.K. Markov, B.I. Shaitan. Application of experience-based learning and results-based learning design models in the FSBEI DPO «IPK» 105

А.А. Банчева. Рассуждения о небесных явлениях в Дмитрове и окрестностях (об истории метеонаблюдений в Дмитровском уезде и к 110-летию метеостанции Дмитров)
A.A. Vancheva. Reasoning about heavenly phenomena in Dmitrov and surroundings (about the history of weather observations in Dmitrovsky district and to the110th anniversary of the Dmitrov weather station) 119

ХРОНИКА
CHRONICLE 129

О награждении Ю.П. Переведенцева 129

Технические требования к оформлению рукописи статьи
Technical requirements for the design of the article's manuscript 131

УДК 551.5

кандидат геогр. наук **А.И. Бедрицкий**
Президент Российского гидрометеорологического
общества
Почётный президент Всемирной
метеорологической организации
А.И. Гусев
координатор проектов
Российское гидрометеорологическое общество

ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКАЯ ОТРАСЛЬ, ИНДУСТРИЯ ПОГОДЫ И КЛИМАТА – НОВЫЕ РЕАЛЬНОСТИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ОБЛАСТИ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ

Описываются общепризнанные на международном уровне понятия «метеорологическая (гидрометеорологическая) отрасль» и «индустрия погоды и климата», определяющие совокупность государственных, негосударственных, частных организаций, учреждений, фирм, предоставляющих на национальных и международных уровнях весь комплекс услуг по получению гидрометеорологической информации, её обработке, подготовке информационной продукции, производству технических средств для гидрометеорологии и др. На примерах некоторых стран показана практика формирования в них метеорологической отрасли и индустрии погоды и климата. Сделаны общие оценки состояния их формирования в Российской Федерации. Описаны формы взаимодействия национальных метеорологических служб с другими участниками деятельности в области гидрометеорологии. Приводятся данные зарубежных источников по объёмам рынка для отдельных сегментов индустрии погоды и климата.

Ключевые слова: *гидрометеорология, изменение климата, метеорологическая отрасль, индустрия погоды и климата, Всемирная метеорологическая организация.*

I. Общие положения

В настоящее время население, промышленные объекты и инфраструктура России становятся и в будущем будут становиться всё более уязвимыми к воздействию опасных явлений погоды и климата из-за экономического роста, демографической динамики, расширения мест проживания людей, миграции. В связи с этим ожидания людей, бизнеса и органов власти и управления в отношении точных и надёжных прогнозов погоды, оценки влияния климатических изменений быстро возрастают.

II. Понятие отрасли

На международном уровне признано, что современной формой организации деятельности в области метеорологии/гидрометеорологии является гидрометеорологическая отрасль (Weather, Water, and Climate Enterprise), (the Hydrometeorological Enterprise), представляющая собой совокупность государственных, негосударственных, частных организаций, учреждений, фирм, предоставляющих весь комплекс услуг по получению гидрометеорологической информации, её обработке, подготовке информационной продукции для различных категорий пользователей.

Наряду с этим в ряде стран вводится в практику и понятие «индустрия погоды и климата» (Weather and Climate Industry), (HydroMeteorological Industry), включающее в себя все элементы частного сектора (в том числе средства массовой информации, консультантов, поставщиков оборудования и т.д.), которые предоставляют услуги в областях климата, воды и погоды в широком смысле (например космическая погода).

Совокупно гидрометеорологическая отрасль и индустрия погоды и климата образуют так называемое метеорологическое сообщество.

По зарубежным оценкам [21], в 2023 году объём рынка систем и решений для прогнозирования погоды составил 3,4 млрд долларов США, ожидаемые темпы роста рынка составляют 5,4 %, что позволит к 2031 году достичь объёма в 5,2 млрд долларов США.

Понятие метеорологическая (гидрометеорологическая) отрасль закреплено и на уровне ВМО. Принятая Всемирным метеорологическим конгрессом в 2019 году «Женевская декларация» подчёркивает, что:

– достигнутый обществом прогресс в научно-технической области существенно расширяет возможности по созданию данных, продукции и предоставлению обслуживания в поддержку принятия решений для правительств, коммерческого сектора и граждан;

– стремительно растущий и изменяющийся спрос на метеорологическую, гидрологическую и климатическую информацию и обслуживание может быть удовлетворён более эффективным образом посредством открытого диалога, способствующего расширению координации и сотрудничества между государственным, частным и академическим секторами.

В Женевской декларации Конгресс Всемирной метеорологической организации призвал правительства:

– стремиться внедрять надлежащие законодательные и/или институциональные механизмы для налаживания эффективных межсекторальных партнёрств и устранения препятствий для взаимовыгодного сотрудничества и взаимодействия;

– содействовать структурированному диалогу между государственным, частным и академическим секторами как на национальном, так и на международном уровне;

– привлекать гражданское общество для расширения информационно-просветительской деятельности в интересах сообщества и граждан, в частности для углубления понимания общественностью предупреждений о стихийных бедствиях и улучшения реагирования на них.

Декларация признаёт также:

1) необходимость укрепления всей цепочки создания ценности в сфере метеорологического, климатического и гидрологического обслуживания – от получения данных и информации в результате наблюдений и обмена такими данными и информацией, вплоть до их последующей обработки и подготовки прогнозов и предоставления обслуживания – с целью удовлетворения растущих потребностей общества;

2) развитие возможностей и расширение участия частного сектора в действии на всех этапах цепочки создания стоимости и ускорения инноваций;

3) разнородные бизнес-модели различных заинтересованных сторон и различные законодательные рамочные основы Членов.

III. Экономика отрасли

С точки зрения достижения экономических выгод гидрометеорологическая отрасль «генерирует» два компонента: 1) экономические выгоды от применения метеорологической информации различными категориями пользователей при принятии ими управленческих решений и 2) экономические выгоды от функционирования участников индустрии погоды в качестве субъектов экономики и их вклада в валовый продукт.

По данным ВМО «В период с 1970 по 2021 год было зарегистрировано 11778 бедствий, связанных с экстремальными метеорологическими, климатическими и гидрологическими явлениями, в результате которых погибло более 2 млн человек, а экономический ущерб составил 4,3 трлн долларов США. Более 90 % зарегистрированных случаев гибели людей и 60 % экономических потерь приходятся на развивающиеся страны. Воздействия

этих экстремальных явлений приводят к гибели людей и утрате средств к существованию, усугубляют бедность и неравенство, усиливают нехватку продовольствия и воды, вызывают экономическую нестабильность и в конечном счёте подрывают устойчивое развитие» [1].

Гидрометеорологическая отрасль претерпевает значительные изменения, обусловленные прежде всего ростом глобального спроса на метеорологические услуги, поскольку погодные явления становятся более нестабильными и дорогостоящими (среднее количество погодных явлений стоимостью 1 млрд долларов в год в период с 2008 по 2015 год удвоилось по сравнению с предыдущими 35 годами). Это заставляет компании улучшать свои аналитические возможности и находить новые возможности для использования метеорологических данных в целях улучшения бизнеса.

Прорывные технологии, такие как миниатюризация, Интернет вещей (IoT), искусственный интеллект, большие данные и аналитика, преобразуют все секторы экономики. Эти новые технологии также подпитывают прогресс в области погоды [2].

Практикуется проведение специальных исследований, посвящённых партнёрству с частным и негосударственным секторами. В качестве примеров можно привести подготовленный Национальной службой погоды США аналитический «Отчёт об исследовании национальной метеорологической отрасли» [2], публикацию Всемирного банка «Сила партнёрства» [1] и др. Оценки объёмов собственно метеорологической отрасли имеются только для ряда стран. Так, по данным Ассоциации провайдеров метеорологических услуг Китая (China Meteorological Service Association) [6], в 2016 году доход отрасли метеорологических услуг в стране превысил 40 млрд юаней, а в течение следующих пяти лет ожидается его рост до 300 млрд юаней, что является огромным рыночным потенциалом. Согласно исследованию Национальной службы погоды США [2], «частная» метеорологическая индустрия представляет собой значительный компонент национальной экономики, а её рыночная капитализация оценивается в 7 млрд долларов и, по прогнозам, будет расти на 10–15 процентов в год. Некоторые сведения об исследованиях рынка индустрии погоды и климата имеются на информационных ресурсах международных консультационных фирм (Straits Research [20], Research Nester [19], POLARIS Market Research [14] Metoree [13] и др.), проводящих свои исследования на коммерческой основе. На этих информационных ресурсах сообщается о наличии ряда специализированных отчётов (отчётов об анализе размера, доли и тенденций рынка) для различных компонент индустрии погоды и климата. Имеются, например, сведения о наличии таких отчётов, как:

- анализ размера, доли и тенденций рынка услуг прогнозирования погоды (*Weather Forecasting Services Market Size, Share & Trends Analysis Report*) [9];
- анализ размера, доли и тенденций рынка автоматизированных метеостанций (*Automated Weather Station Market Size, Share & Trends Analysis Report*) [10];

– отчёт об анализе размера рынка приложений «Погода», доли и тенденций по рынку (Google Play Store, Apple iOS Store и др.) и регионам (Северная Америка, Европа, Азиатско-Тихоокеанский регион, Ближний Восток и Африка, Латинская Америка), прогнозы на 2025–2033 гг. (*Weather App Market Size, Share & Trends Analysis Report, 2025–2033*) [11].

Хотя свободный доступ к этим материалам отсутствует, некоторые обобщённые (итоговые) выдержки из них размещаются на сайтах компаний, что позволяет оценить текущее состояние и перспективы развития различных сегментов рынка индустрии погоды и климата. Так, например, по данным информационного ресурса компании Straits Research темпы роста объёмов рынка метеорологических услуг и обслуживания составят в период до 2033 года 6,5 % (рис. 1). В таблице, также составленной на основании материалов компании Straits Research, представлены сведения по перспективам роста объёмов для некоторых сегментов рынка индустрии погоды и климата. Примечательно, что к 2033 году ожидается их удвоение.

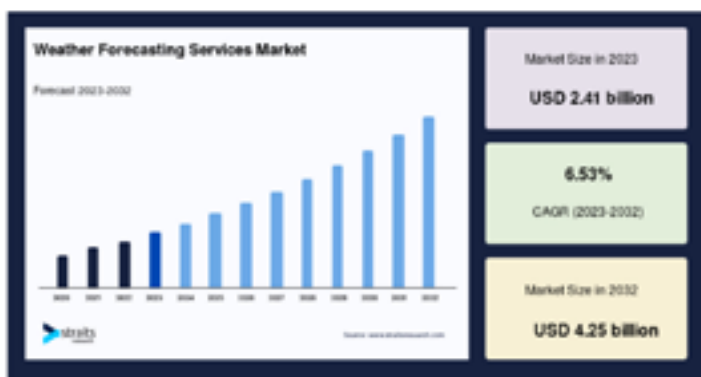


Рис. 1. Ожидаемые темпы роста объёмов рынка метеорологических услуг и обслуживания (источник – <https://straitsresearch.com/report/weather-forecasting-services-market>)

Таблица

Прогноз роста отдельных сегментов рынка индустрии погоды и климата

Источник данных – Straits Research			
	Рынок метеорологического обслуживания [9]	Рынок метеорологических приложений [11]	Рынок автоматизированных метеостанций [10]
Оценка текущего объёма рынка (2023–2024 гг.)	2,41 млрд USD 2023	1019 млн USD 2024	403,6 млрд USD 2023
Прогноз роста объёма рынка на период до 2033 года	4,32 млрд USD 2032	2092,88 млн USD 2033	807,6 млрд USD 2032

IV. Роль национальных гидрометеорологических служб в гидрометеорологической отрасли (трансформация функций)

Гидрометеорологическая отрасль, индустрия погоды и климата становятся не только важнейшими понятиями для современных национальных гидрометеорологических служб (НГМС), но и реальными сущностями, решающими задачу сохранения жизни, защиты собственности, роста национальных экономик.

Три формирующих гидрометеорологическое сообщество сектора – это научные круги (в России – это институты РАН, вузы), правительства (в лице НГМС) и частный сектор (в лице национальной индустрии погоды и климата). Часто используется и ещё один обобщающий термин – «государственно-частное партнёрство». Появление, формирование и развитие гидрометеорологической отрасли обуславливается значительным ростом рынка гидрометеорологической продукции и услуг и, как следствие, ростом количества игроков на этом рынке, поскольку в подавляющем большинстве случаев национальные службы не в состоянии его освоить в полном объёме собственными силами. Так, например, в России исследование, проведённое АНО «Метеоагентство Росгидромета» в 2008 году [5], показало, что в адресном гидрометеорологическом обслуживании заинтересовано 42 млн потребителей, что соответствует 35 % взрослого населения России. Предварительные расчёты в самом нижнем ценовом диапазоне стоимости единицы гидрометеорологической информации оценивают потенциальный объём доходов от специализированного гидрометеорологического обслуживания населения в более чем 19 млрд рублей в год.

В этих условиях любая НГМС из монопольно функционирующего в стране органа трансформируется в орган, способствующий развитию национального метеорологического сообщества и созданию механизмов его регулирования. Как следствие, стратегическое планирование НГМС должно вестись с учётом наличия и развития международного и национального гидрометеорологического сообщества.

В условиях множественности участников деятельности в области гидрометеорологии и смежных с ней областях НГМС должна способствовать, создавать условия, поощрять участников в расширении деятельности в области гидрометеорологии с целью заполнения имеющихся пробелов, расширения спектра продукции и услуг, обеспечения всех потребностей общества, отраслей экономики, населения, вооружённых сил. При этом у НГМС возникают принципиально новые функции:

- обеспечение в странах нормативного регулирования деятельности в области гидрометеорологии и смежных с ней областях, требующей установления национальных правил и процедур организации и обеспечения такой деятельности;

- обеспечение разграничения полномочий, ответственности, сфер деятельности, введения принципиальных ограничений на специальные виды деятельности, продукции и услуг (обслуживание предупреждениями органов власти,

органов реагирования на чрезвычайные ситуации, обслуживание отдельных отраслей, в частности метеорологическое обслуживание авиации и пр.).

Поддержка профильных научных исследований – ещё одна принципиальная функция НГМС в интересах всех участников деятельности в области гидрометеорологии. Механизмы реализации – нормативно-правовое регулирование, направленное на развитие национальной гидрометеорологической отрасли, организационных, технологических и финансовых механизмов её функционирования.

V. Зарубежные практики административного регулирования

В современном обществе потребности в информации о погоде и климате практически всегда превышают возможности государственных служб. Именно это является причиной появления для удовлетворения таких потребностей частного сектора, создания в ряде стран правовых рамок и механизмов поддержки и регулирования метеорологической отрасли. В ряде стран поддержка метеорологической отрасли закрепляется на уровне законодательной базы. В этой связи представляет интерес пример законодательной базы Республики Корея [15].

До конца XX-го века Корейское метеорологическое агентство (КМА) не имело бюджета для прямой поддержки погодно-климатической отрасли. В 2009 году правительство Кореи приняло «Закон о содействии метеорологической отрасли» (Weather Industry Promotion Act, N 16101), который устанавливает определения, условия и процедуры, касающиеся развития метеорологической отрасли. Основной целью закона является обеспечение поддержки, стимулирования, укрепление конкурентоспособности метеорологической отрасли, что способствует развитию национальной экономики в целом. Закон предоставляет КМА полномочия и устанавливает обязанности, связанные с поддержкой внутреннего рынка погоды/климата. Согласно статье 3, КМА должен: 1) стремиться содействовать продвижению и развитию метеорологической отрасли; 2) содействовать частному использованию метеорологической информации для обеспечения того, чтобы метеорологическая информация, находящаяся в его/её распоряжении, могла быть практически применена в различных отраслях промышленности и т.д.; 3) стремление предоставлять точную метеорологическую информацию запрашивающим лицам. Статья 4 закона обязывает КМА каждые 5 лет разрабатывать и внедрять генеральный план развития метеорологической отрасли, который должен включать цели и основные направления политики, проведение исследований и разработок, государственную помощь и инвестиции, подготовку специалистов и содействие развитию и глобализации отечественной отрасли, а статья 12 уполномочивает КМА проводить обследование фактического состояния метеорологической отрасли с целью содействия развитию метеорологической отрасли на систематической основе и эффективной разработки и внедрения генеральных планов. Кроме того, статья 17 предусматривает, что Корейский метеорологический институт (КМИ) должен быть создан для оказания

эффективной помощи развитию метеорологической отрасли в качестве дочерней компании КМА. На основе 5-летнего генерального плана КМА предоставляет гранты отечественным отраслям для более широкого продвижения их продукции и услуг и разработки новых технологий, требуемых общественными потребностями. Этот план также уполномочивает КМА поддерживать создание новых компаний, занимающихся погодой/климатом, с помощью различных мер. Как дочерняя компания КМА, КМИ берёт на себя роль партнёра по внедрению, который помогает правительству вводить закон в действие.

В Китае, в отличие от практики Республики Корея, специальная законодательная база по метеорологической отрасли отсутствует. Метеорологическая деятельность в стране регулируется «Законом о метеорологии» (2000 год), специальные законы и положения, регулирующие границы и отношения между государственным и частным секторами в области метеорологии отсутствуют [6]. Согласно документу *China's Legislation and Policies Related to PPE in the field of Meteorological Service* [6] (Законодательство и политика Китая в отношении государственно-частного партнёрства в сфере метеорологической службы), правила и положения, регулирующие границы и взаимодействие между государственным и частным секторами, разбросаны в законах, административных положениях, местных положениях и ведомственных положениях.

Ряд нормативных документов, в соответствии с имеющимися полномочиями, выпущены непосредственно СМА – Национальной метеорологической службой Китая (China Meteorological Administration, CMA). К ним относятся в частности:

- «Меры по администрированию метеорологических прогнозов», устанавливающие исключительное право СМА на выпуск предупреждений об опасных погодных явлениях;
- «Меры по администрированию метеорологической информационной службы», направленные на стимулирование участников рынка метеорологических услуг и регулирование рынка;
- «Меры по администрированию обмена данными» (в последние годы ограничения на доступ к метеорологическим данным ослабляются).

Созданная в 2015 году Ассоциация провайдеров метеорологических услуг Китая (CMSA) является первой общенациональной организацией, представляющей интересы поставщиков метеорологических услуг. СМА являлась одним из инициаторов создания ассоциации. Основная цель CMSA – отражать взгляды и проблемы членов, защищать их законные права и интересы, продвигать самодисциплину отрасли, соответствие стандартам и правилам. По состоянию на конец 2019 года из государственного, частного и академического секторов в составе CMSA насчитывалось 586 членов. Важным направлением деятельности CMSA являются мероприятия, направленные на социальные обязательства, в частности на деятельность по оценке местных климатических ресурсов на предмет их экологической и рекреационной ценности. Результаты таких

оценок широко используются для стимулирования местного туризма, «зелёного» развития и сокращения бедности.

В Японии [8,17] деятельность в сфере метеорологии регулируется законом о метеорологической службе (Meteorological Service Act). Законом, помимо прочего, на Японское метеорологическое агентство (Japan Meteorological Agency – JMA) возлагаются обязанности активно содействовать устойчивому развитию частных структур (провайдеров метеорологического обслуживания) и расширению сотрудничества – посредством различных инициатив, включая государственно-частное партнёрство в рамках созданного в 2017 году Консорциума погодного бизнеса (WXBC), – использования частным сектором метеорологических данных.

Закон о метеорологической службе устанавливает различные роли, которые должны играть государственный сектор (в данном случае – JMA), частный и академический секторы. Устанавливается в частности, что ни одна сторона, кроме JMA, не должна выпускать метеорологические предупреждения. Предоставление услуг прогнозирования субъектами, отличными от JMA, регулируется посредством механизма лицензирования, в котором JMA несёт ответственность за выдачу таких лицензий. Целью консорциума является стимулирование расширения использования метеорологических данных в различных сферах управления, промышленности, бизнеса. По состоянию на начало 2020 года состав консорциума превысил 800 членов, включая индивидуальных. JMA поддерживает деятельность членов WXBC как в качестве секретариата, так и посредством предоставления метеорологических данных для коммерческих потребностей, регулирования услуг прогнозирования со стороны сторонних по отношению к JMA структур. В последние годы отмечается смягчение со стороны JMA правил, касающихся необходимого минимального количества сертифицированных метеорологов-прогнозистов в частных компаниях, что позволяет большему количеству компаний войти в бизнес прогнозирования погоды. Расширяется и сфера услуг прогнозирования, открытых для частного сектора (например в части выпуска публичных прогнозов на срок до 16 суток и прогнозы приливов).

VI. Зарубежные практики взаимодействия и интеграции с ресурсами частных компаний

Эффективной формой партнёрства, продемонстрированного в ряде стран, является интеграция данных частных сетей наблюдений в оперативные технологии НГМС. Примером, в частности, может служить опыт Норвежского метеорологического института (MET Norway) [7] по интеграции данных наблюдений частного сектора из сети интеллектуальных погодных станций Netatmo. Наблюдения в реальном времени с метеостанций Netatmo (рис. 2) дали MET Norway возможность просто обрабатывать свои прогнозы погоды для предоставления локальных прогнозов конечным пользователям. Используется статистический подход, который обнаруживает локальное смещение прогноза в реальном времени

и вносит соответствующую поправку. Это позволило сократить большие ошибки прогноза в три раза (рис. 3). Качество датчиков метеостанций оценивается как достаточное.

Основная проблема, с которой MET Norway сталкивается при использовании сети метеостанций Netatmo, заключается в том, что при достаточно высоком качестве датчиков их размещение не соответствует профессиональным требованиям метеорологов. Чтобы обойти это, была разработана специальная динамическая система контроля качества, которая рассматривает станции как часть сети, а не как отдельные элементы. В результате более 80 % метеостанций Netatmo способствуют улучшению прогнозов.

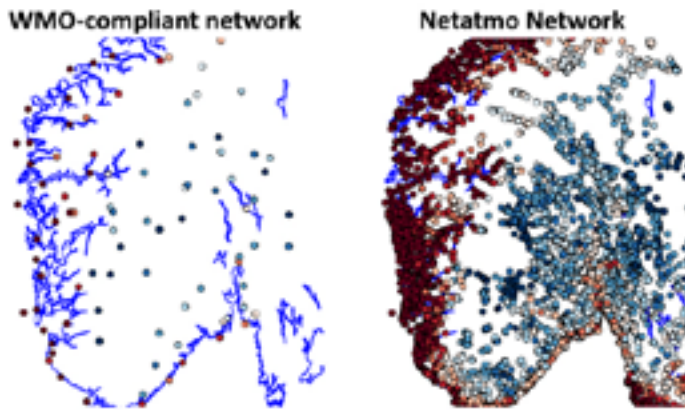


Рис. 2. Базовая сеть метеорологических станций MET Norway и используемая ими сеть станций NETATMO (источник – https://wmo.int/sites/default/files/2024-05/PPE_MET-Netatmo-WMO-2020-03-16.pdf)

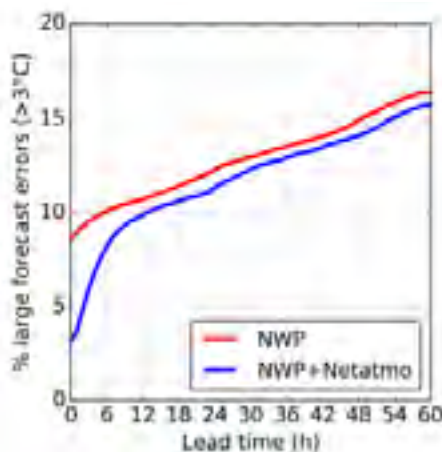


Рис. 3. Влияние данных сети NETATMO на ошибки прогноза температуры (источник – https://wmo.int/sites/default/files/2024-05/PPE_MET-Netatmo-WMO-2020-03-16.pdf)

Несколько другой подход практикуется в Швейцарии [12], где Национальной метеорологической службой MeteoSwiss разработаны правила оценки метеостанций, принадлежащих компании MeteoGroup, частных сетей наблюдения и их привлечения в качестве информационных источников. После нескольких разрушительных штормов и наводнений в 2005 году, которые повысили понимание важности прогнозирования последствий стихийных бедствий, правительство Швейцарии поручило MeteoSwiss увеличить плотность сети автоматических метеостанций. Решая эту задачу, MeteoSwiss остановилась на варианте привлечения партнёрских станций вместо дополнительных инвестиций в расширение собственной инфраструктуры (рис. 4) [13].



Рис. 4. Результаты интеграции государственной и частной сетей наблюдений в Швейцарии (источник – https://wmo.int/sites/default/files/2024-05/WMO_PPE_MeteoSwissPartnershipMeteoGroup_2020-04-24_final.pdf)

Поскольку MeteoGroup в основном использует недорогие универсальные станции Davis, возникли вопросы о качестве и сравнимости со станциями MeteoSwiss. Чтобы решить эту проблему, MeteoSwiss разработала процедуру оценки качества станции – так называемую процедуру классификации MeteoSwiss для автоматических метеостанций «METEO-Cert» [18].

Она была разработана и внедрена в период с 2010 по 2013 год и введена в эксплуатацию в 2014 году. Оценка METEO-Cert включает около ста критериев, охватывающих неопределённость приборов, место измерения и размещение (на основе классификации WMO CIMO Siting), процедуры обслуживания и калибровки оператора, а также такие показатели, как своевременность (скорость передачи) и доступность данных. Результаты оценки определяются путём анализа данных за один год. Чтобы обеспечить беспристрастный результат, проверки и применение METEO-Cert проводятся сторонним учреждением – Швейцарским

институтом метрологии (METAS). Эксперты METAS проверяют как собственные станции MeteoSwiss, так и набор из 50 станций, принадлежащих MeteoGroup, что обеспечивает нейтральную, стороннюю оценку автоматических метеостанций независимо от их принадлежности.

VII. Гидрометеорологическая отрасль – положение в Российской Федерации

В настоящее время миссия НГМС России, которая возложена на Росгидромет – это обеспечение общества метеорологической, гидрологической, климатической информацией, прогнозами и предупреждениями в целях защиты жизни и собственности населения, роста национальной экономики. Стратегическими целями Росгидромета, как национальной гидрометеорологической службы, являются:

- обеспечение гидрометеорологической безопасности;
- обеспечение потребностей государства и населения в гидрометеорологической, гелиогеофизической информации, а также в информации о загрязнении окружающей среды.

Для достижения этих стратегических целей требуется, в частности, решение следующих ключевых задач:

- улучшать обслуживание в случае явлений, угрожающих жизни и собственности;
- предоставлять широкий спектр прогностических услуг в сфере гидрологии, в том числе для поддержки управления водными ресурсами;
- усиливать климатическое обслуживание, содействовать обществу, бизнесу и государству понимать и адаптироваться к рискам, связанным с изменениями климата;
- улучшать обслуживание секторов экономики для поддержки роста её производительности;
- обеспечивать интегрированное прогностическое обслуживание в поддержку здоровья населения и экосистем.

Стратегия деятельности в области гидрометеорологии и смежных с ней областях на период до 2030 года (с учётом аспектов изменения климата), утверждённая правительством в сентябре 2010 года, говорит о развитии системы взаимоотношений между участниками деятельности в области гидрометеорологии и смежных с ней областях и потребителями информации.

Так в разделе III.6 «Развитие системы взаимоотношений между участниками деятельности в области гидрометеорологии и смежных с ней областях и потребителями информации» предусмотрена разработка конкретных мероприятий для:

- создания благоприятных условий для физических и юридических лиц, осуществляющих деятельность в области гидрометеорологии и смежных с ней областях;

— развития гидрометеорологического компонента в крупных инвестиционных проектах, выполняемых при поддержке различных источников финансирования;

— вовлечения частного капитала на условиях государственно-частного партнёрства в инвестирование проектов по развитию гидрометеорологического обеспечения (в первую очередь в труднодоступных регионах), а также привлечение иностранных инвесторов.

В Российской Федерации все основные компоненты, присущие и описывающие как понятие гидрометеорологической отрасли, так и понятие индустрии погоды и климата, присутствуют. Однако их описание и анализ с точки зрения состава, масштабов, объёмов рынка, экономических показателей, перспектив развития в настоящее время не представляются возможными из-за отсутствия каких-либо исследований. В то время, как в ряде стран практикуется проведение специальных исследований, посвящённых партнёрству с частным и негосударственным секторами (в качестве примеров можно привести подготовленный NWS аналитический «Отчёт об исследовании национальной метеорологической отрасли» [2], публикацию Всемирного банка «Сила партнёрства» [14]), аналитической деятельности в этом направлении в Российской Федерации не ведётся. Некоторые количественные оценки могут быть сделаны по официальным данным, содержащимся в Реестрах лицензий Росгидромета [4] и в ежегодных обзорах деятельности Росгидромета [3]. По этим данным в составе Росгидромета, как НГМС, деятельностью в области гидрометеорологии занимаются 120 учреждений. Около 700 лицензий выдано Росгидрометом сторонним структурам различных форм собственности и направлений деятельности. В сфере подготовки профессиональных кадров работают 27 учебных учреждений.

В несколько десятков на экспертном уровне (с учётом, в частности, опыта проведения специализированных выставок и форумов) можно оценить количество производителей гидрометеорологических приборов, систем и технологий. Практически нет обобщённых оценок и сведений о производителях контента и информационных услуг для медиа. Впервые, обстоятельное обсуждение проблем гидрометеорологической отрасли состоялось в Санкт-Петербурге, в октябре 2024 года на заседании Круглого стола в рамках VIII Всероссийского объединённого метеорологического и гидрологического съезда. По результатам работы Круглого стола сформулированы предложения и рекомендации, которые включены в Решение VIII Всероссийского объединённого метеорологического и гидрологического съезда.

VI. Выводы и заключение

Необходимо отметить практические меры правительств и НГМС зарубежных стран по созданию правовых условий по регулированию межсекторального взаимодействия, развитию государственно-частного партнёрства

в метеорологической отрасли, стимулирования расширения использования метеорологических данных в различных сферах экономики, интеграции, а также для более широкого продвижения продукции и услуг и разработки новых технологий, участников метеорологической отрасли в целях удовлетворения растущих потребностей общества в информационной продукции о погоде и климате.

В отличие от рекомендованных ВМО практик, в России не налажен и не осуществляется учёт средств и систем наблюдений; нет практики эффективного взаимодействия с негосударственными и общественными наблюдательными сетями; продвижение в систему Росгидромета продукции отечественных производителей сдерживается в ряде случаев отсутствием соответствующей нормативной базы. В современных условиях с учётом мировых тенденций в России требуется активизация разработок и использование цифровых инновационных технологий, в том числе в новых направлениях, таких как искусственный интеллект в прогнозировании погоды и климата, цифровые сервисы создания комфортной гидрометеорологической среды для населения, инновационные технологии дистанционных гидрометеорологических наблюдений с гидрометеорологических БПЛА, стимулирование развития сетей гидрометеорологических добровольных наблюдений на базе отечественных приборов, информационно-образовательные технологии распространения знаний для индивидуальной адаптации домохозяйств и граждан к изменениям климата и погоды. Для эффективного развития этих направлений в сфере гидрометеорологии необходимо не только нормативно-правовое обеспечение, но и создание комплекса новых механизмов, стимулирующих развитие всех компонентов метеорологической отрасли.

С учётом подтверждённой практиками разных стран экономической целесообразности, одним из важных трендов будущей эволюции системы Росгидромета могло бы стать движение в направлении придания ему функций регулирования национального гидрометеорологического сообщества. Представляется также необходимым через органы и структуры управления промышленностью стимулировать развитие и поддержку различным сегментам индустрии погоды и климата.

Список литературы

1. Единство в науке – 2023 год. «Издание, посвящённое устойчивому развитию» (Подготовленная на высоком уровне и объединяющая многие организации подборка последних научных данных и обслуживания, связанных с погодой, климатом и водными ресурсами, в интересах устойчивого развития). [Электронный ресурс]. URL: https://library.wmo.int/records/item/68700–2023-?language_id=13&back=&offset=(дата обращения: 10 декабря 2024).

2. Отчёт Национальной службы погоды США « National Weather Service Enterprise Analysis Report», 2017. [Электронный ресурс]. URL: https://www.weather.gov/media/about/Final_NWS%20Enterprise%20Analysis%20Report_June%202017.pdf (дата обращения: 1 июня 2024).

3. Обзор деятельности Росгидромета 2023. [Электронный ресурс]. URL: <http://meteo.ru/wp-content/uploads/2024/03/obzor2023.pdf> (дата обращения: 1 июля 2024).

4. Реестры лицензий Росгидромета. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.meteorf.gov.ru/licenses/> (дата обращения: 20 декабря 2024).

5. Чайка А.Н. Маркетинговое исследование потребностей населения в специализированной гидрометеорологической информации. [Электронный ресурс]. URL: https://istina.cemi-ras.ru/media/publications/article/e7c/a3f/10883249/Chajka_A.N._Meteospektr_Marketingovoe_issledovanie_potrebnostej_naseleniya.pdf (дата обращения: 11 декабря 2024).

6. China's Legislation and Policies Related to PPE in the field of Meteorological Service, 01 July 2020. [Электронный ресурс]. URL: <https://wmo.int/files/chinas-legislation-and-policies-related-ppe-field-of-meteorological-service> (дата обращения: 10 декабря 2024).

7. Integrating private sector observations in operational weather forecasting in Norway. [Электронный ресурс]. URL: https://wmo.int/sites/default/files/2024-05/PPE_MET-Netatmo-WMO-2020-03-16.pdf (дата обращения: 1 декабря 2024).

8. JMA and the Weather Business Consortium (WXBC). [Электронный ресурс]. URL: https://wmo.int/sites/default/files/2024-05/WMO_PPE_Japan_WXBC_2020-03-16_final.pdf (дата обращения: 15 декабря 2024).

9. Market Research Report «Weather Forecasting Services Market Size, Share & Trends Analysis Report By Forecast (Nowcasting, Short-range, Medium-range, Long-range), By Organization Size (Large Enterprises, Small & Medium Enterprises), By Industry (Agriculture, Aviation, Energy & Utilities, Renewables, Banking Financial Services & Insurance (BFSI), Logistics & Transportation, Marine, Retail, Media, Manufacturing, Others), By Purpose (Safety, Operational Efficiency, Others) and By Region(North America, Europe, APAC, Middle East and Africa, LATAM) Forecasts, 2024–2032». [Электронный ресурс]. URL: <https://straitsresearch.com/report/weather-forecasting-services-market> (дата обращения: 1 декабря 2024).

10. Market Research Report «Automated Weather Station Market Size, Share & Trends Analysis Report By Solution (Software, Hardware), By Verticals (Agriculture, Aviation, Transportation and Logistic, Oil and Gas, Renewable Energy, Military, Meteorology, Weather service providers, Others) and By Region(North America, Europe, APAC, Middle East and Africa, LATAM) Forecasts, 2024–2032». [Электронный ресурс]. URL: <https://straitsresearch.com/report/automated-weather-station-market> (дата обращения: 1 декабря 2024).

11. Market Research Report «Weather App Market Size, Share & Trends Analysis Report By Marketplace (Google Play Store, Apple iOS Store, Others) and By Region(North America, Europe, APAC, Middle East and Africa, LATAM) Forecasts, 2025–2033». [Электронный ресурс]. URL: <https://straitsresearch.com/report/weather-app-market> (дата обращения: 1 декабря 2024 года).

12. MeteoSwiss public-private partnership with MeteoGroup. [Электронный ресурс]. URL: https://wmo.int/sites/default/files/2024-05/WMO_PPE_MeteoSwiss_PartnershipMeteoGroup_2020-04-24_final.pdf (дата обращения: 4 декабря 2024).

13. Metoree. [Электронный ресурс] URL: <https://us.metoree.com/> (дата обращения: 1 декабря 2024 года)
14. POLARIS Market Reseach. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.polarismarketresearch.com/industry-analysis/weather-forecasting-systems-market> (дата обращения: 2 декабря 2024).
15. «Power of Partnership: Public and Private Engagement in Hydromet Services», публикация Global Facility for Disaster Reduction and Recovery, 2022. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.gfdr.org/en/power-of-partnership> (дата обращения: 17 ноября 2024 года).
16. Public and Private Engagement in Korea’s Weather & Climate business, 01April 2020. [Электронный ресурс]. URL: <https://wmo.int/files/korea-public-and-private-engagement-koreas-weather-climate-business> (дата обращения: 10 декабря 2024).
17. Public-Private Engagement in Japan Underpinned by its Legislative Framework. [Электронный ресурс]. URL: https://wmo.int/sites/default/files/2024-05/Public-Private%20Engagement%20in%20Japan%20Underpinned%20by%20its%20Legislative%20Framework_Final_2020-10-16_2.pdf (дата обращения: 10 декабря 2024).
18. Quality Assessment using METEO-Cert. Публикация ВМО, 2017 год.
19. Research Nester. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.researchnester.com/> (дата обращения: 1 декабря 2024 года).
20. Strait Research. [Электронный ресурс]. URL: <https://straitsresearch.com/> (дата обращения: 1 декабря 2024).
21. Weather Forecasting System And Solutions Market Size By Product, By Application, By Geography, Competitive Landscape And Forecast. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.marketresearchintellect.com/product/global-weather-forecasting-system-and-solutions-market-size-and-forecast/#:-: text=Weather%20Forecasting%20System%20And%20Solutions%20Market%20Size%20and%20Projections, CAGR%20from%202024%20to%202031> (дата обращения: 1 февраля 2025).

Cand. Geogr. **A. I. Bedritsky**
President of the Russian Geographical Society
Honorary President of the World Meteorological Organization
A. I. Gusev
project coordinator
Russian Hydrometeorological Society

HYDROMETEOROLOGICAL INDUSTRY, WEATHER AND CLIMATE INDUSTRY – NEW REALITIES OF ACTIVITIES IN THE FIELD OF HYDROMETEOROLOGY

The article describes the internationally recognized concepts of «meteorological (hydrometeorological) industry» and «weather and climate industry», defining the totality of government, non-governmental, private organizations, institutions, firms providing at national and international levels the full range of services for obtaining hydrometeorological information, its processing, preparation of information products, production of technical equipment for hydrometeorology, and others. The examples of some countries show the practice of forming the meteorological industry and the weather and climate industry in them. General assessments of the state of their formation in the Russian Federation are made. The forms of interaction of national meteorological services with other participants in the field of hydrometeorology are described. Data from foreign sources on market volumes for individual segments of the weather and climate industry are presented.

Keywords: *Hydrometeorology, climate change, meteorological industry, weather and climate industry, World Meteorological Organization.*

УДК 551.501

Кандидат геогр. наук **А.В. Степанов**
ВУНЦ ВВС «ВВА имени профессора
Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина»

АВИАЦИОННАЯ КЛИМАТИЧЕСКАЯ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКАЯ ИНФОРМАЦИЯ ДЛЯ ПЛАНИРОВАНИЯ ПОЛЁТОВ АВИАЦИИ ОБЩЕГО НАЗНАЧЕНИЯ

Представлен новый вид авиационно-климатической метеорологической информации для планирования полётов авиации общего назначения на местных воздушных линиях над территорией Российской Федерации в воздушном пространстве класса G на основе комплексного районирования территории полётов и построения модели комплексного авиационно-климатического показателя степени сложности метеорологических условий.

Получено комплексное авиационно-климатическое районирование, позволяющее определять природные зоны в различных воздушных массах и оценивать фон местности по характеру подстилающей поверхности с учётом времени года.

Ключевые слова: *комплексный авиационно-климатический показатель, степень сложности метеорологических условий, воздушные массы, фон местности, характер подстилающей поверхности.*

Введение

Климатическая информация, необходимая для аэронавигационного метеорологического обеспечения планирования полётов авиации общего назначения (АОН) [2] на местных воздушных линиях (МВЛ) по территории Российской

Федерации в воздушном пространстве класса G, где на формирование условий погоды на малых высотах существенное влияние оказывает подстилающая поверхность, на сегодняшний день отсутствует.

Это обусловлено проблемой редкой сети метеорологических станций при ограниченных возможностях сбора и распространения метеорологической информации [6], несоответствием информации о видимости объектов (ориентиров) из кабины воздушного судна (ВС) в направлении полёта [5], при одинаковых значениях высоты нижней границы облачности (ВНГО), высоты (НПОЛ), путевой скорости (W) полёта ВС и горизонтальной видимости у земли [5]. Авиационно-климатические показатели условий погоды различной степени сложности (УПРСС), приведённые в авиационно-климатическом описании аэропортов [6], также не позволяют оценивать степень сложности метеорологических условий (ССМУ), необходимых для планирования выполнения полётов АОН на МВЛ.

В современных условиях применение программно-аппаратных комплексов метеорологического обеспечения на элементах искусственного интеллекта, современных моделей, методик, реализованных программными продуктами, позволят решить проблему получения нового вида комплексной климатической информации для планирования полётов АОН.

При этом условия местности, удалённые от аэропортов не более чем на 200 км, по условиям рельефа местности, аналогичного району аэропорта, считаются аналогичными, если разность относительного превышения высот и аэропорта по отношению к маршруту МВЛ должна быть не более ± 100 м при ширине коридора маршрута 1 км, отсутствуют крупные возвышенности на удалении 5 км от маршрута [6].

На авиационно-климатические характеристики существенно влияет воздушная масса [3], установившаяся над территорией проведения полётов по маршрутам МВЛ.

Проблема может быть решена на основе комплексного районирования территории полётов с применением элементов искусственного интеллекта (ИИ) путём построения модели нового вида комплексного авиационно-климатического показателя (КАКП) ССМУ, учитывающего характер подстилающей поверхности в зависимости от физико-географических условий, воздушную массу, для планирования полётов и обеспечения их безопасности.

Целью статьи является разработка нового вида авиационно-климатической метеорологической информации для планирования полётов АОН на МВЛ над территорией Российской Федерации в воздушном пространстве класса G на основе комплексного районирования территории полётов и построения новой модели КАКП ССМУ по данным ВНГО и горизонтальной видимости у поверхности земли, представленные в УПРСС авиационно-климатического описания аэропортов, основанной на элементах ИИ, отличающейся комплексным климатическим районированием территории Российской Федерации, учётом характера подстилающей поверхности, воздушной массы (ВМ), базирующейся на теории видимости объектов в атмосфере и позволяющая обеспечить безопасность, регулярность и эффективность планирования полётов авиации общего назначения.

Материалы и методы исследования

В качестве исходного материала были использованы авиационно-климатические характеристики УПРСС аэропортов Московского аэроузла с 2005 по 2020 год, топографические карты с климатическим районированием по природным зонам и карты с районированием по типу воздушных масс по территории Российской Федерации.

Комплексное авиационно-климатическое районирование позволяет определять природные зоны в различных воздушных массах и оценивать фон местности по характеру подстилающей поверхности с учётом времени года (с учётом типа воздушной массы и гидрологических условий местности) для оценки ССМУ. Такое новое комплексное климатическое районирование необходимо для построения новой модели КАКП ССМУ, используя значения КАКП УПРСС аэропортов, и обеспечит на базе элементов искусственного интеллекта программно-аппаратных комплексов получение авиационно-климатических характеристик в пограничном слое атмосферы для полётов АОН, что повысит безопасность, регулярность и эффективность планирования полётов на МВЛ.

Анализ комплексного авиационно-климатического районирования территории Российской Федерации (рис. 1) показывает, что в зависимости от природной зоны, характера подстилающей поверхности (зелёный лес, поле – летом, заснеженный лес, поле – зимой), воздушной массы полётная видимость одних и тех же объектов (ориентиров) будет различна. Это обусловлено различным контрастом между объектами (ориентирами) и фоном окружающей местности.



Рис. 1. Комплексное авиационно-климатическое районирование территории Российской Федерации

Коэффициент D , учитывающий контраст реальных объектов (ориентиров) на фоне окружающей местности [4], определяется по формуле:

$$D = \frac{\ln \frac{K}{\varepsilon}}{\ln \frac{1}{\varepsilon}},$$

где K – контраст реальных объектов (ориентиров) на любом окружающем фоне местности; ε – пороговое значение чувствительности глаза человека ($\varepsilon = 0,05$).

Природные зоны являются основным фактором, определяющим фон окружающей местности. Арктическая пустыня представляет собой преимущественно равнинную местность. Имеются небольшие возвышенности. Почвенный покров – вечная мерзлота. В южных районах присутствуют мхи, лишайники, морозоустойчивые травы, карликовые кустарники, арктическая ива [1]. Тип климата – арктический. Зимой присутствует арктическая ВМ, летом – умеренная ВМ. Преобладающий цвет фона: в летний период – коричневый, зелёный, в зимний – белый, местами – серый.

Тундра представляет собой преимущественно равнинную местность. Имеются торфяные бугры. Почвенный покров – торфянистые тундрово-глеевые и окисленные грунты. Из растений присутствуют лишайники, мхи, карликовые деревья [1]. Тип климата – субарктический. Зимой присутствует арктическая ВМ, летом – умеренная ВМ. Преобладающий цвет фона: в летний период – коричневый, местами – зелёный, в зимний – белый, местами – серый.

Лесотундра представляет собой преимущественно равнинную местность. Иногда встречаются плоскогорья и холмы. Почвенный покров – подзолистые глеевые почвы, торфяники. Растительность составляют одинокие группы хвойных и лиственных пород деревьев, мхи, лишайники [1]. Тип климата – субарктический. Зимой присутствует арктическая ВМ, летом – умеренная ВМ. Преобладающий цвет фона: в летний период – чёрный, зелёный, в зимний – белый, местами – зелёный.

Тайга представляет собой преимущественно равнинную местность. Местность – болотистая. Почвенный покров – мерзлотно-таёжный, подзолистый. Растительность состоит в основном из хвойных пород деревьев: пихт, кедров, елей, сосен. Есть небольшие участки с берёзами, ивами, ольхой [1]. Тип климата – умеренно континентальный, континентальный. Зимой и летом – умеренная ВМ. Преобладающий цвет фона в летний период – коричневый, зелёный, в зимний – белый, местами – зелёный.

Смешанные леса представляют собой чередование равнин и возвышенностей. Почвенный покров – подзолистый, чернозём, бурозём. Растительность представлена хвойными и лиственными породами: соснами, елями, липами, дубами, клёнами, осинами [1]. Тип климата – умеренно континентальный. Зимой и летом – умеренная ВМ. Преобладающий цвет фона: в летний период – чёрный, зелёный, в зимний – белый, местами – зелёный.

Широколиственные леса представляют собой чередование равнин и возвышенностей. Почвенный покров – чернозём, бурозём. Растительность представлена лиственными породами: липами, дубами, клёнами, осинами. Тип климата – умеренно континентальный [1]. Зимой и летом – умеренная ВМ. Преобладающий цвет фона в летний период – чёрный, зелёный, в зимний – белый, местами – чёрный.

Лесостепь представляет собой равнинную и возвышенную местность. Почвенный покров – лугово-чернозём. Растительность представлена лиственными породами: липами, дубами, клёнами, осинами, берёзой и злаковыми травами: ковыль, типчик, мятлик [1]. Тип климата – умеренно континентальный. Зимой и летом – умеренная ВМ. Преобладающий цвет фона в летний период – чёрный, зелёный, в зимний – белый, местами – чёрный.

Степь представляет собой преобладающую равнинную местность. Почвенный покров – чернозём, каштановый грунт. Растительность представлена в виде травяного покрова: овёс, клевер, ковыль, злаковые и медоносные культуры [1]. Тип климата – умеренно континентальный. Зимой присутствует умеренная ВМ, летом – тропическая ВМ. Преобладающий цвет фона в летний период – коричневый, чёрный, зелёный, в зимний – белый, местами – коричневый, чёрный.

Полупустыни представляют собой преобладающую равнинную местность, встречаются холмы. Почвенный покров – каштановый, солончак. Растительность редкая: кактусы чёрная полынь, акация [1]. Тип климата – континентальный, резко континентальный. Зимой присутствует умеренная ВМ, летом – тропическая ВМ. Преобладающий цвет фона в летний период – коричневый, в зимний – белый, местами – коричневый.

Пустыни представляют собой преобладающую равнинную местность, встречаются барханы. Почвенный покров – солончак, пески. Растительность редкая: кактусы, саксаул, верблюжья колючка [1]. Тип климата – континентальный, резко континентальный. Зимой присутствует умеренная ВМ, летом – тропическая ВМ. Преобладающий цвет фона в летний период – жёлтый, в зимний – белый, местами – жёлтый.

Субтропики и горные территории представляют собой изменчивую горную местность. Почвенный покров – краснозём, желтозём. Растительность обширная, представлена клёнами, каштанами, грабом, буком, дубом, липой, самшитом, пихтой, можжевельником, сосной, кипарисом, бамбуком, пальмами, цитрусовыми [1]. Тип климата – тропический континентальный. Зимой присутствует умеренная ВМ, летом – тропическая ВМ. Преобладающий цвет фона в летний период – жёлтый, зелёный, в зимний – жёлтый, зелёный.

В таблице 1 представлены сводные данные по значениям D между объектом (ориентиром) и фоном окружающей местности для территории Российской Федерации.

Значения D в таблице 1 соответствуют: $D=0,2$ – малозаметный объект (ориентир), $D=0,3-0,5$ – средне заметный объект (ориентир), $D=0,6-0,9$ – хорошо заметный объект (ориентир) на фоне местности.

Таблица 1

Значения D при $\varepsilon=0,05$ между объектом (ориентиром) и фоном местности

Фон мест-ности	Объект (ориентир)					
	чёрный	серый	коричневый	жёлтый	зелёный	белый
чёрный	0,2	0,3	0,4	0,6	0,6	0,9
серый	0,3	0,2	0,3	0,5	0,5	0,8
коричневый	0,4	0,3	0,2	0,5	0,5	0,8
жёлтый	0,6	0,5	0,5	0,2	0,3	0,6
зелёный	0,6	0,5	0,5	0,3	0,2	0,7
белый	0,9	0,8	0,8	0,6	0,7	0,2

Из проведённого анализа следует вывод, что преобладающий рельеф территории Российской Федерации представляет собой равнинную местность, которая характеризуется небольшими относительными превышениями и малой крутизной.

В зависимости от природных зон, фона окружающей местности видимость объектов (ориентиров) будет существенно отличаться.

Наибольшие значения D для различных объектов (ориентиров) в 90 % случаев даёт белый фон окружающей местности (снежный покров).

Полученные результаты позволяют построить новую модель КАКП ССМУ по данным ВНГО и горизонтальной видимости у поверхности земли.

Анализ результатов

В качестве примера, на рис. 2 представлен результат расчёта полётной видимости, как составляющей нового вида КАКП ССМУ по разработанной автором методике [5] при различных D для ВНГО = 200 м, $W = 200$ км/ч, $H_{пол} = 150$ м в различных условиях погоды для равнинной местности и природной зоны Московского аэроузла.

Анализ рис. 2 показывает, что полётная видимость объектов (ориентиров) существенно отличается от горизонтальной видимости в зависимости от фона местности, характера подстилающей поверхности с учётом времени года. Это объясняется тем, что горизонтальная видимость определяется на фоне неба.

Выводы

Применение нового вида комплексного авиационно-климатического районирования позволило:

- построить новую модель КАКП ССМУ (по сочетаниям ВНГО и полётной видимости), используя значения КАКП УПРСС аэропортов;
- определить значения коэффициента относительной видимости в различных ВМ и природных зонах;
- оценить полётную видимость в зависимости от горизонтальной при различных D в умеренной ВМ для природных зон Среднерусской равнины московского аэроузла;

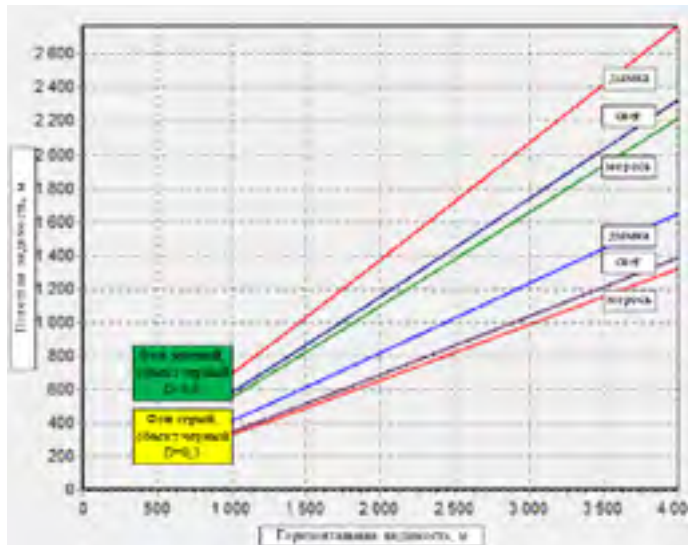


Рис. 2. Зависимость полётной видимости от горизонтальной при различных значениях D для $VHГО=200$ м, $W = 200$ км/ч, $НПОЛ=150$ м в различных явлениях погоды

– обеспечить на базе элементов ИИ программно-аппаратных комплексов по новому виду авиационно-климатических характеристик в пограничном слое атмосферы поддержку принятия метеозависимых решений для повышения безопасности, регулярности и эффективности планирования полётов АОН на МВЛ.

Список литературы

1. Берг Л.С. Географические зоны Советского Союза. 3 изд. М.: Гос. изд-во геогр. лит-ры, 1947. 400 с.
2. Видимость для аэронавигации / Т.А. Базлова, Н.В. Бочарников, П. Я. Никишков, А.С. Солонин. СПб.: РГГМУ, 2012. 332 с.
3. Золотокрылин А.Н., Виноградова В.В., Глезер О.Б. Природно-климатические условия и социально-географическое пространство России. М: Институт географии РАН, 2018. 154 с.
4. Кмито А.А., Смирнов П.И. Общий курс метеорологии. Часть II. Л.: ВВИА им. проф. А. Ф. Можайского, 1959. 182 с.
5. Полётная видимость / В.В. Дорофеев, И.О. Бакланов, И.А. Жильчук, А.В. Степанов, В. И. Ковалёв. Воронеж: ЦНТИ, 2013. 250 с.
6. Шакина Н.П., Иванова А.Р. Прогнозирование метеорологических условий для авиации. научно-метод. пособие. М.: Гидрометцентр России, 2016. 310 с.

Cand. Geogr. **A. V. Stepanov**
Military Educational and Scientific Centre of the Air Force
N. E. Zhukovsky and Y. A. Gagarin Air Force Academy

AVIATION CLIMATE METEOROLOGICAL INFORMATION FOR GENERAL AVIATION FLIGHT PLANNING

A new type of aviation-climatic meteorological information is presented for planning general aviation flights on local airlines over the territory of the Russian Federation in class G airspace based on integrated zoning of the flight area and the construction of a model of a complex aviation-climatic indicator of the degree of complexity of meteorological conditions.

A comprehensive aviation-climatic zoning has been obtained, which makes it possible to determine natural zones in various air masses and evaluate the background of the area based on the nature of the underlying surface, taking into account the time of year.

Keywords: *complex aviation-climatic indicator, degree of complexity of meteorological conditions, air masses, terrain background, nature of the underlying surface.*

УДК 551.586

Кандидат геогр. наук **Е.А. Дронова**
Российский государственный
аграрный университет –
МСХА имени К.А. Тимирязева»
Аспирант **И.А. Смирнов**

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИХ КАТЕГОРИЙ УРОЖАЙНОСТИ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В АГРОКЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ ЦЕНТРАЛЬНО-ЧЕРНОЗЁМНОГО ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЙОНА

На основе агрометеорологических данных за период с 1994 по 2023 год проведена сравнительная оценка агроэкологических уровней продуктивности озимой пшеницы – потенциальной, действительно возможной и фактической урожайности на территории областей в составе Центрального-Чернозёмного экономического района. Оценены их многолетняя изменчивость, а также коэффициенты благоприятности климата и эффективности использования агроклиматических ресурсов посевами. Практически повсеместно отмечается увеличение потенциальной и действительно возможной урожайности. Однако в то же время за последние десять лет отмечается более резкий рост фактической урожайности, в результате чего она всё чаще превышает расчётные значения действительно возможной продуктивности при выбранном в исследовании коэффициенте усвоения ФАР в 3 %, что также говорит о более эффективном использовании агроклиматических ресурсов посевами за счёт улучшения культуры земледелия.

Ключевые слова: *урожайность, потенциальная урожайность, действительно возможная урожайность, продуктивность, озимая пшеница, программирование урожайности, ЦЧЭР, солнечная радиация, ФАР, испарение, испаряемость.*

Введение

Озимую пшеницу по праву можно считать одной из главных сельскохозяйственных культур, выращиваемых на территории Российской Федерации. Согласно данным Росстата, её средний валовый сбор за 2018–2023 гг. составил 60064 тыс. тонн [2]. По этому показателю озимая пшеница занимает первое место среди всех основных сельскохозяйственных растений, а также на неё приходится 45,51 % от валового сбора всех зерновых и зернобобовых культур. Средняя по стране урожайность озимой пшеницы составляет 37,8 ц/га, что на 18,3 ц/га превышает продуктивность яровой пшеницы.

В свою очередь Центрально-Чернозёмный экономический район (далее – ЦЧЭР), включающий в себя Белгородскую, Воронежскую, Курскую, Липецкую и Тамбовскую области, можно назвать одним из основных и наиболее благоприятных регионов для возделывания озимой пшеницы. Согласно данным за 2023 год, на этот район приходится 69,01 и 14,57 % от валового сбора рассматриваемой культуры в Центральном Федеральном округе и России соответственно [2]. Отдельно же области, соответственно перечисленному выше порядку, по этому показателю занимают 9, 6, 7, 13 и 8 места среди всех субъектов РФ, уступая некоторым, зачастую более крупным, регионам в Приволжском и Южном федеральных округах. Однако в то же время в ЦЧЭР наблюдаются одни из наибольших урожайностей озимой пшеницы: 60,5 ц/га – в Курской (1 место по РФ) и 58,7 ц/га – в Белгородской (2 место по РФ) областях, Липецкая занимает 7, Тамбовская – 9, а Воронежская – 10 места [2].

На фоне растущего уровня агротехники, селекции и земледелия растёт и продуктивность сельскохозяйственных культур. Так, на территории ЦЧЭР за последние годы наблюдается рост урожайности озимой пшеницы [2, 3]. Однако агрометеорологические и климатические факторы так или иначе всё же ограничивают потенциал продуктивности сельскохозяйственных культур. Так величина поступающей к растительному покрову фотосинтетически активной солнечной радиации и коэффициент её усвоения растениями определяют значение потенциальной урожайности посевов, т.е. такой, которая отмечается в идеальных метеорологических, агротехнических и почвенных условиях. В свою же очередь характеристики увлажнения текущего вегетационного периода ограничивают уровень действительно возможной урожайности, который может быть достигнут при фактически сложившихся метеоусловиях, при идеальном плодородии почв [4, 7, 14].

Таким образом, для рационального и выгодного ведения сельского хозяйства стоит анализировать многолетнюю изменчивость потенциальных

и действительно возможных уровней урожайности сельскохозяйственных культур, в данном случае – озимой пшеницы, а также оценивать отклонение фактической продуктивности растений от данных агроэкологических показателей.

Материал и методы исследования

При проведении данного исследования для каждого года тридцатилетнего периода – с 1994 по 2023 год – были определены среднеобластные значения и многолетняя изменчивость таких агроэкологических категорий продуктивности озимой пшеницы на территории ЦЧЭР, как потенциальная и действительно возможная урожайности (далее – ПУ и ДВУ). Были оценены отклонения фактической урожайности данной сельскохозяйственной культуры от этих показателей, а также некоторые другие характеристики, отражающие уровень благоприятности климатических условий для выращивания озимой пшеницы на территории ЦЧЭР.

Для расчёта значений ПУ и ДВУ использовался ряд метеоданных, в частности – многолетние значения суммарной солнечной радиации, температуры и относительной влажности воздуха, а также сумм осадков. Такого рода данные были взяты из базы данных Всероссийского научно-исследовательского института гидрометеорологической информации – Мирового центра данных [1]. Стоит обратить внимание, что актинометрические наблюдения, необходимые для расчёта солнечной радиации, проводятся ограниченно и не повсеместно, из-за чего для анализа были взяты лишь 6 метеостанций с полноценным и доступным архивом данных: по одной в Липецкой («Конь-Колодезь» – 52.14° с.ш., 39.17° в.д.), Курской («Курск» – 51.77° с.ш., 36.17° в.д.), Тамбовской («Тамбов» – 52.70° с.ш., 41.38° в.д.), Воронежской («Каменная степь» – 51.02° с.ш., 40.43° в.д.) областях и две в Белгородской – «Валуйки» на юго-востоке (50.20° с.ш., 38.12° в.д.) и «Богородицкое-Фенино» на севере (51.17° с.ш., 37.35° в.д.). Стоит также отметить, что расчёты всех необходимых метеорологических характеристик велись не за весь календарный год, а за вегетационный период озимой пшеницы, состоящий из двух частей – от посева в сентябре до даты устойчивого перехода температуры воздуха через 5 °С в сторону понижения осенью, и от даты её устойчивого перехода через 5 °С в сторону повышения весной до уборки урожая в июле.

Главным показателем для расчёта ПУ является суммарная фотосинтетически активная солнечная радиация (ФАР), поступающая к посевам. Для вычисления значений суммарной солнечной радиации, помимо прямого измерения, существует множество косвенных методов и формул [12]. В нашем случае мы были ограничены данными о суммах продолжительности солнечного сияния по месяцам. Для перехода от таких данных к суммарной солнечной радиации была применена формула С. И. Сивкова (1), которая, согласно исследованиям [5,11] демонстрирует наименьшую погрешность при расчёте радиации в пределах 10 %. Сама формула имеет вид:

$$\sum Q = 49 * \tau_s^{1,31} * 10^{-4} + 10,5 * (\sinh)^{2,1}, \quad (1)$$

где $\sum Q$ – суммарная солнечная радиация (ккал/см²); τ_s – суммарная продолжительность солнечного сияния за месяц по данным наблюдений (часы); h – полуденная высота солнца для исследуемой территории на 15-е число рассматриваемого месяца.

ФАР – коротковолновая солнечная радиация с длиной волны около 400–700 нм, используемая растениями для фотосинтеза. Обычно при расчётах считается, что на ФАР приходится около половины от суммарной солнечной радиации, поэтому для перехода к её значениям от общей суммы используется коэффициент 0,5 [15].

Расчёт ПУ производится по формуле (2):

$$ПУ = 10^4 * \eta_\phi * K * \frac{\sum Q_f}{q}, \quad (2)$$

где ПУ – потенциальная урожайность (ц/га); $\sum Q_f$ – сумма ФАР (ккал/см²); q – калорийность урожая озимой пшеницы, равная 4500 ккал/кг; K – коэффициент перехода от общей биомассы сельскохозяйственной культуры к её хозяйственно-ценной части, для озимой пшеницы он составляет 0,465; η_ϕ – коэффициент использования ФАР посевами, в рамках исследования он был принят за 3 %, что по классификации А. А. Ничипоровича примерно соответствует максимальному значению постоянно наблюдаемых средних величин этого показателя [7, 8].

Существует несколько вариаций расчёта ДВУ, они сводятся к пересчёту ПУ с учётом характеристик увлажнения. В данном исследовании ДВУ, исходя из доступных данных, были рассчитаны через метод, использующий соотношение испарения и испаряемости, по формуле (3):

$$ДВУ = ПУ * \frac{E}{E_0}, \quad (3)$$

где ДВУ – действительно возможная урожайность (ц/га); ПУ – потенциальная урожайность (ц/га); E – испарение (мм); E_0 – испаряемость (мм) [13].

Испаряемость, т.е. максимально возможное испарение в сложившихся метеорологических условиях, оценивалась за каждый месяц исследуемого периода по формуле Н. Н. Иванова (4):

$$E_0 = 0,0018 * (T_c + 25)^2 * (100 - h), \quad (4)$$

где E_0 – испаряемость (мм); T_c – среднемесячная температура воздуха по данным ежедневных наблюдений (°C); h – среднемесячная относительная влажность воздуха (%) [10].

На основе ежемесячных данных о испаряемости и суммах осадков по формуле М. И. Будыко (5) были рассчитаны значения фактического испарения:

$$E = \sqrt{E_0 * th\left(\frac{P}{E_0}\right) * P\left(1 - e^{-\frac{E_0}{P}}\right)}, \quad (5)$$

где E – испарение (мм); E_0 – испаряемость (мм); P – осадки (мм) [9].

Полученные значения ПУ и ДВУ были сравнены между собой и фактической урожайностью. Разница между ДВУ и ПУ отражает недобор урожая из-за отличия метеорологических условий от идеальных, в то время как отклонение фактической урожайности от ДВУ свидетельствует об уровне совершенства используемых агротехнологий возделывания посевов.

Также для оценки уровня благоприятности климатических условий при выращивании озимой пшеницы на территории ЦЧЭР были определены показатели:

$K_{бл}$ – коэффициент благоприятности климата, рассчитанный как отношение ДВУ к ПУ; $K_{эф}$ – коэффициент эффективности использования агроклиматических ресурсов, выраженный через отношение фактической урожайности к ДВУ [6].

Результаты расчётов были сведены в таблицы, их анализ приводится ниже.

Результаты и их обсуждение

Для более компактного и наглядного отображения результатов исследования рассматриваемый многолетний период был дополнительно разбит на три десятилетия: 1994–2003, 2004–2013 и 2014–2023 гг. В табл. 1 представлены рассчитанные значения потенциальной и действительно возможной урожайности озимой пшеницы на территории областей ЦЧЭР, а также их разница.

Таблица 1

Средние многолетние значения потенциальной и действительно возможной урожайности озимой пшеницы на территории ЦЧЭР по данным за 1994–2023 гг.

Об- ласть	ПУ, ц/га				ДВУ, ц/га				ПУ-ДВУ, ц/га			
	1994– 2023 гг.	1994– 2003 гг.	2004– 2013 гг.	2014– 2023 гг.	1994– 2023 гг.	1994– 2003 гг.	2004– 2013 гг.	2014– 2023 гг.	1994– 2023 гг.	1994– 2003 гг.	2004– 2013 гг.	2014– 2023 гг.
Воро- неж- ская	96,3	90,8	94,8	103,4	29,8	29,6	28,6	31,3	66,5	61,3	66,2	72,1
Кур- ская	103,4	99,6	104,0	106,4	39,4	40,7	36,0	41,4	64,0	58,9	67,9	65,0

Окончание таблицы 1

Об- ласть	ПУ, ц/га				ДВУ, ц/га				ПУ-ДВУ, ц/га			
	1994– 2023 гг.	1994– 2003 гг.	2004– 2013 гг.	2014– 2023 гг.	1994– 2023 гг.	1994– 2003 гг.	2004– 2013 гг.	2014– 2023 гг.	1994– 2023 гг.	1994– 2003 гг.	2004– 2013 гг.	2014– 2023 гг.
Ли- пец- кая	96,0	92,0	94,6	101,5	34,9	36,7	33,2	34,9	61,1	55,3	61,4	66,6
Там- бов- ская	96,0	91,8	100,1	96,1	33,4	35,2	32,4	32,7	62,6	56,6	67,7	63,4
Бел- го- род- ская	100,3	94,7	102,6	103,6	36,6	34,9	39,2	35,8	63,7	59,8	63,5	67,8

Среднее за тридцатилетний период значение ПУ озимой пшеницы при коэффициенте использования ФАР в 3 % составляет 96,0 ц/га в Тамбовской и Липецкой, 96,3 ц/га – в Воронежской, 100,3 ц/га – в Белгородской и 103,4 ц/га – в Курской областях. Причём практически повсеместно этот показатель демонстрирует тенденцию к росту, лишь в Тамбовской области за последние десять лет наблюдений его среднее значение уменьшилось. Это напрямую вытекает из увеличения продолжительности солнечного сияния и, как следствие, сумм поступающей к земной поверхности ФАР (рис. 1).

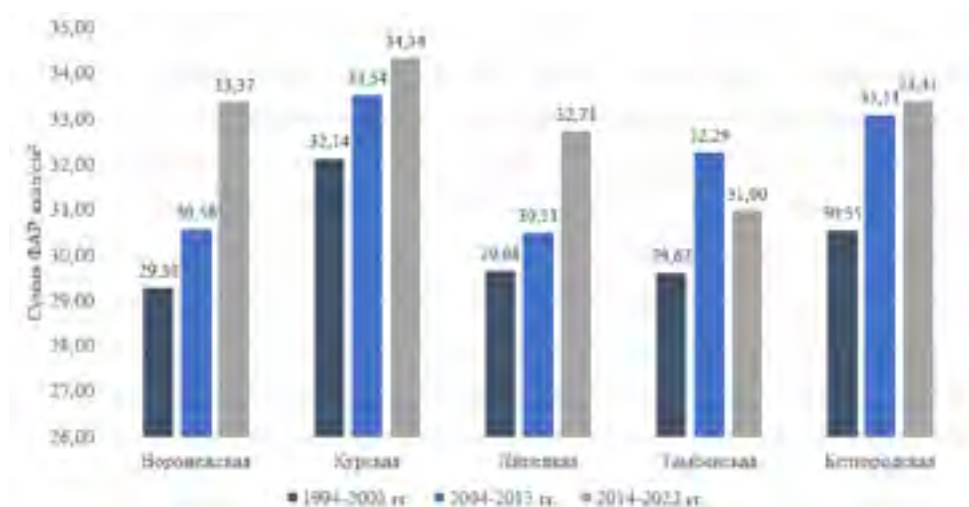


Рис. 1. Средние многолетние значения сумм фотосинтетически активной солнечной радиации за период вегетации озимой пшеницы на территории ЦЧЭР по данным за 1994–2023 гг.

В то же время за тридцатилетний период наблюдается тенденция к снижению показателя влагообеспеченности $\left(\frac{E}{E_0}\right)$, используемого для расчёта ДВУ (рис. 2), что в свою очередь говорит о том, что климат на рассматриваемой территории становится более засушливым.

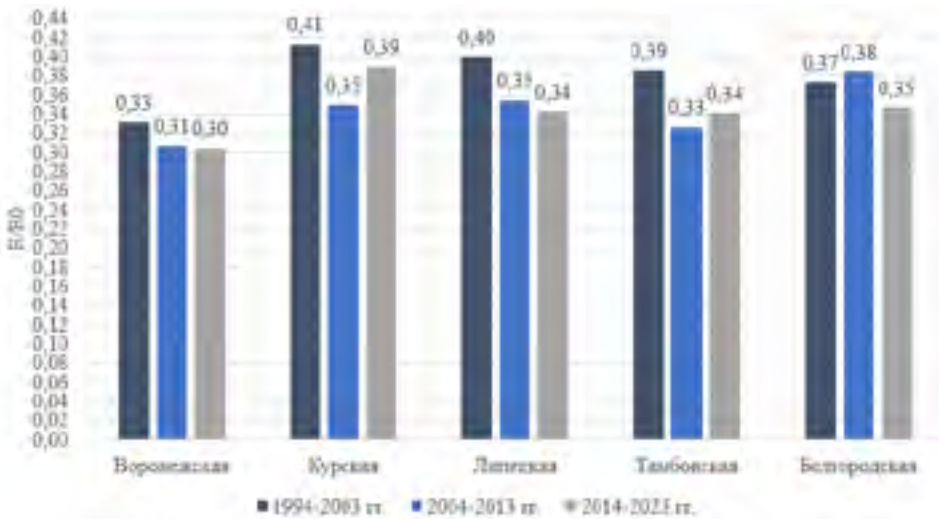


Рис. 2. Средние многолетние значения влагообеспеченности в виде относительного испарения за период вегетации озимой пшеницы на территории ЦЧЭР по данным за 1994–2023 гг.

Однако стоит отметить, что за последние десять лет наблюдений средние значения влагообеспеченности в Курской и Тамбовской областях немного возрастают. Среднее значение этого показателя за тридцатилетний период составляют 0,31 – в Воронежской, 0,35 – в Тамбовской, 0,37 – в Липецкой и Белгородской и 0,38 – в Курской областях.

На основе рассчитанных значений ПУ и показателей влагообеспеченности были получены соответствующие значения ДВУ. Наименьшее среднее многолетнее значение ДВУ по данным за период с 1994 по 2023 год отмечается в Воронежской области – 29,8 ц/га, а наибольшее – в Курской – 39,4 ц/га. В Тамбовской, Липецкой и Белгородской областях этот показатель составляет, соответственно, 33,4; 34,9 и 36,6 ц/га. Согласно линии тренда по данным за тридцатилетний период наблюдается тенденция к росту ДВУ в Курской, Воронежской и Белгородской областях, в то время как в более северо-восточных – Липецкой и Тамбовской областях, наоборот, отмечено снижение. Однако, рассматривая отдельные десятилетия, по всем пяти областям можно отметить, что в 2004–2013 гг. зафиксировано снижение среднего значения ДВУ, а в 2014–2023 гг., напротив, рост этого показателя. Это связано

с тем, что на второе из рассматриваемых десятилетий пришёлся наиболее засушливый период – с 2006 по 2013 год.

Превышение ПУ над ДВУ в среднем за тридцатилетний период составило от 61,1 ц/га в Липецкой до 66,5 ц/га в Воронежской областях. При этом, согласно линии тренда, эта разница продолжает увеличиваться. Однако при рассмотрении отдельных десятилетий, по данным за 2014–2023 гг., наблюдается слабо выраженная тенденция к сокращению этого разрыва, обусловленная, в частности, результатами последних двух лет наблюдений.

Ниже в табл. 2 представлены средние многолетние значения фактической среднеобластной урожайности озимой пшеницы и её отклонения от ДВУ.

Таблица 2

Средние многолетние значения фактической урожайности озимой пшеницы на территории ЦЧЭР и её отклонения от действительно возможной по данным за 1994–2023 гг.

Область	Уф, ц/га				ДВУ-Уф, ц/га			
	1994–2023 гг.	1994–2003 гг.	2004–2013 гг.	2014–2023 гг.	1994–2023 гг.	1994–2003 гг.	2004–2013 гг.	2014–2023 гг.
Воронежская	29,1	22,4	25,7	39,1	0,7	7,2	2,9	-7,8
Курская	33,0	21,2	28,9	48,8	6,4	19,6	7,1	-7,4
Липецкая	32,5	22,8	31,2	43,4	2,5	13,9	2,0	-8,5
Тамбовская	28,6	22,0	25,6	38,4	4,8	13,2	6,9	-5,7
Белгородская	35,1	24,8	32,0	48,5	1,5	10,1	7,2	-12,7

Средняя многолетняя урожайность озимой пшеницы за тридцатилетний период составила 28,6; 29,1; 32,5; 33,0 и 35,1 ц/га в Тамбовской, Воронежской, Липецкой, Курской и Белгородской областях соответственно. По всем пяти областям отмечается рост урожайности озимой пшеницы, причём наиболее высокие темпы увеличения её продуктивности наблюдаются за последние десять лет. Наибольшие урожайности в Воронежской (47,6 ц/га) и Курской (60,6 ц/га) были отмечены в 2022 году, в Липецкой (55,4 ц/га) и Тамбовской (48,8 ц/га) – в 2020 году, а в Белгородской (58,7 ц/га) – в 2023 году. Наименьшие же урожайности во всех областях были зафиксированы в 1995 году – от 10,0 ц/га в Тамбовской до 17,0 ц/га – в Воронежской.

В среднем за тридцатилетний период ДВУ озимой пшеницы при коэффициенте использования ФАР в 3 % превышает фактическую продуктивность на 0,7–6,4 ц/га. Однако на фоне того, что за последние десять лет средние

значения фактической среднеобластной урожайности резко выросли более чем в 1,5 раза, а показатели ДВУ при этом изменились не настолько сильно, местами став даже меньше, картина значительно меняется. Начиная с 2013 года практически каждый год по всем областям фактическая урожайность озимой пшеницы превышает её расчётные значения ДВУ, в то время как за предыдущие годы такие случаи были отмечены 0–6 раз в зависимости от области. В первую очередь это можно объяснить ростом уровня агротехники и земледелия, а также подбором оптимального сортового состава. Всего подобные случаи превышения фактической урожайности значений ДВУ за тридцать исследуемых лет были отмечены 8, 12, 13, 14 и 15 раз в Курской, Тамбовской, Белгородской, Липецкой и Воронежской областях соответственно.

Ниже приведены гистограммы, представляющие средние многолетние результаты оценки коэффициентов благоприятности климата и эффективности использования агроклиматических ресурсов (рис. 3).

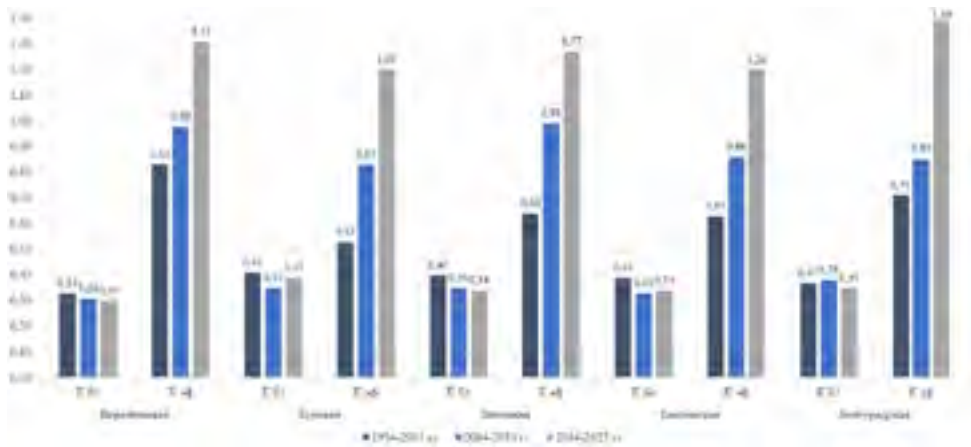


Рис. 3. Средние многолетние значения коэффициентов благоприятности климата ($K_{\text{кл}}$) и эффективности использования агроклиматических ресурсов ($K_{\text{эф}}$) по данным за 1994–2023 гг.

Коэффициенты благоприятности климата, рассчитанные через отношение ДВУ к ПУ, по сути идентичны показателям влагообеспеченности $\left(\frac{E}{E_0}\right)$ и имеют такую же многолетнюю динамику изменений. Коэффициент эффективности использования агроклиматических ресурсов при рассмотрении тридцатилетнего периода составляет 0,85 в Курской, 0,90 – в Тамбовской, 0,97 – в Липецкой и 0,98 – в Белгородской областях. В Воронежской области этот показатель превышает 1,0, что говорит о том, что агроклиматические ресурсы используются растениями в полном объёме, что в совокупности с другими факторами, повышающими культуру земледелия, ведёт к росту урожайности

озимой пшеницы. То же самое можно сказать и о других областях, если рассматривать отдельные десятилетия, в частности – период с 2014 по 2023 год.

Выводы

По данным за 1994–2023 гг. была проведена оценка многолетней изменчивости потенциальной, действительно возможной и фактической урожайности озимой пшеницы на территории областей в составе ЦЧЭР. Полученные результаты были также сопоставлены между собой для оценки благоприятности климата и эффективности использования агроклиматических ресурсов при возделывании данной сельскохозяйственной культуры на рассматриваемой территории.

Практически повсеместно ПУ при коэффициенте использования ФАР в 3 % демонстрирует тенденцию к росту, лишь в Тамбовской области за последние десять лет наблюдений её среднее значение уменьшилось. Это напрямую вытекает из увеличения продолжительности солнечного сияния и сумм поступающей к земной поверхности ФАР. Среднее за тридцатилетний период значение ПУ озимой пшеницы колеблется от 96,0 ц/га в Тамбовской и Липецкой до 103,4 ц/га – в Курской областях.

Значения ДВУ, рассчитанные на основе ПУ и влагообеспеченности, по данным за период с 1994 по 2023 год изменяются от 29,8 ц/га в Воронежской до 39,4 ц/га – в Курской областях. Согласно линии тренда по данным за тридцатилетний период наблюдается тенденция к росту ДВУ в Курской, Воронежской и Белгородской областях, в то время как в Липецкой и Тамбовской, наоборот, отмечено снижение. Рассматривая отдельные десятилетия, можно отметить, что в 2004–2013 гг. зафиксировано снижение среднего значения ДВУ, а в 2014–2023 гг., напротив, рост этого показателя.

Превышение ПУ над ДВУ в среднем за тридцатилетний период составило от 61,1 ц/га в Липецкой до 66,5 ц/га – в Воронежской областях. При этом, согласно линии тренда, эта разница продолжает увеличиваться. Однако при рассмотрении отдельных десятилетий, по данным за 2014–2023 гг., наблюдается слабо выраженная тенденция к сокращению этого разрыва. Среднее многолетнее значение коэффициентов благоприятности климата, рассчитанных через отношение ДВУ к ПУ, варьируется от 0,31 в Воронежской до 0,38 – в Курской областях. При этом за последние десять лет наблюдений средние значения этого показателя в Курской и Тамбовской областях немного возрастают.

Средняя многолетняя урожайность озимой пшеницы за тридцатилетний период составила 28,6; 29,1; 32,5; 33,0 и 35,1 ц/га в Тамбовской, Воронежской, Липецкой, Курской и Белгородской областях соответственно. По всем пяти областям отмечается рост урожайности озимой пшеницы, причём наиболее высокие темпы увеличения её продуктивности наблюдаются за последние десять лет, где они резко возрастают – более чем в 1,5 раза. На фоне

этого увеличивается повторяемость случаев превышения фактической среднеобластной урожайностью её расчётных значений ДВУ, а также наблюдается повышение эффективности использования агроклиматических ресурсов посевами, что в первую очередь обусловливается ростом уровня культуры земледелия и оптимизацией подбора сортового состава.

Полученные результаты могут найти применение при прогнозировании продуктивности озимой пшеницы с применением методов программирования урожая в рассмотренном регионе.

Список литературы

1. Булыгина О.Н. Описание массива срочных данных об основных метеорологических параметрах на станциях России / О.Н. Булыгина, В.М. Веселов, В.Н. Разуваев, Т.М. Александрова // Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2014620549. [Электронный ресурс]. URL: <http://meteo.ru/data/163-basic-parameters#описание-массива-данных> (дата обращения: 25.08.2024).
2. Бюллетени о состоянии сельского хозяйства. Федеральная служба государственной статистики. [Электронный ресурс]. URL: <https://rosstat.gov.ru/compendium/document/13277> (дата обращения: 03.10.2024).
3. Единая межведомственная информационно-статистическая система (ЕМИСС). Урожайность сельскохозяйственных культур (в расчёте на убранный площадь). [Электронный ресурс]. URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/31533#> (дата обращения: 03.10.2024).
4. Каюмов М.К. Программирование продуктивности полевых культур. М.: Росагропромиздат, 1989. 389 с.
5. Кондратьев К.Я. Актинометрия. Л.: Гидрометеоиздат, 1965. 691 с.
6. Полевой А.Н., Васалатий Н.В. Моделирование влияния агрометеорологических условий на формирование агроэкологических категорий урожайности озимого рапса // Труды Гидрометеорологического научно-исследовательского центра Российской Федерации. 2013. № 349. С. 176–187.
7. Программирование урожая сельскохозяйственных культур (системный подход в приложении к мелиорации) / В.А. Духовный, С.А. Нерозин, Г.В. Стулина, Г.Ф. Солодкий. Ташкент: НИЦ МКВК, 2015. 184 с.
8. Романова И.Н. Теоретические основы программирования урожаев сельскохозяйственных культур: уч.-метод. указания для выполнения практических работ. Смоленск: ФГБОУ ВО Смоленская ГСХА, 2019. 56 с.
9. Сало Ю.А., Назарова Л.Е., Балаганский А.Ф. Расчёт испаряемости и суммарного испарения с водосборов Северо-Запада России // Труды КарНЦ РАН. 2016. № 9. С. 95–101.
10. Семенова К.С. Оценка формулы определения испаряемости для создания осушительно-увлажнительных земель на осушенных торфяниках Мещерской низменности // Природообустройство. 2019. № 4. С. 23–28.
11. Сивков С.И. Методы расчёта характеристик солнечной радиации. Л.: Гидрометеоиздат, 1968. 232 с.

12. Ткаченко Ю.Ю., Латун В.В., Денисов В.И. Оценка методов расчёта значений суммарной солнечной радиации для различных интервалов времени // Известия вузов. Северо-Кавказский регион. Серия: Естественные науки. 2021. № 1 (209). С. 89–98.

13. Тооминг Х.Г. Солнечная радиация и формирование урожая. Л.: Гидрометеоиздат, 1977. 197 с.

14. Ульянов В.С., Князева Т. В. Программирование урожаев сельскохозяйственных культур: метод. рекомендации. Краснодар: КубГАУ, 2017. 50 с.

15. Шаповалова А.А. Экология растений: уч.-метод. пособие. Саратов: Изд-во «Саратовский источник», 2015. 80 с.

Cand. Geogr. E.A. Dronova
Russian state
Agrarian University – Moscow Agricultural
Academy named after K.A. Timiryazev
Graduate student I.A. Smirnov

COMPARATIVE ASSESSMENT OF AGROECOLOGICAL CATEGORIES OF WINTER WHEAT YIELD IN AGROCLIMATIC CONDITIONS OF THE CENTRAL BLACK EARTH ECONOMIC REGION

Based on agrometeorological data for the period from 1994 to 2023, a comparative assessment of agroecological levels of productivity of winter wheat - potential, really possible and actual yields in the territories of the regions within the Central Black Earth Economic Region was carried out. Their long-term variability, as well as the coefficients of climate favorability and the efficiency of using agroclimatic resources of crops, are estimated. Almost everywhere there is an increase in the potential and really possible yield. However, at the same time, over the past ten years, there has been a sharper increase in the actual yield, as a result of which it increasingly exceeds the calculated values of the really possible productivity with the 3 % PAR absorption coefficient selected in the study, which also indicates a more efficient use of agroclimatic resources by crops due to improved farming culture.

Keywords: *yield, potential yield, really possible yield, productivity, winter wheat, yield programming, CBEER, solar radiation, PAR, evaporation, evaporability.*

УДК 551.506.9

Д.А. Гершинова
Российское гидрометеорологическое общество
С.В. Агеева
ФГБУ «Дальневосточное УГМС»
М.Е. Колесникова
ФГБУ «Сахалинское УГМС»

О ПОГОДНЫХ УСЛОВИЯХ РАЙОНА СТРОИТЕЛЬСТВА НЕФТЕПРОВОДА ОХА-СОФИЙСК В 1941–1942 ГГ.

Впервые описаны погодные условия района строительства нефтепровода между Сахалином и материком по дну пролива Невельского в 1941–1942 гг. по архивным данным наблюдений на гидрометеорологических станциях Сухановка и Погиби. Найдены документальные подтверждения специализированного гидрометеорологического обслуживания организаций, задействованных в строительстве. Приводится информация о работниках указанных гидрометеостанций в военные годы. Статья посвящается 80-летию Победы в Великой Отечественной войне и памяти гидрометеорологов, выполнявших свой долг в тылу.

Ключевые слова: Погиби, Сухановка, Сахалин, погодные условия, гидрометеорологическая станция, нефтепровод, Великая Отечественная война, история, Гидрометслужба России.

Строительство нефтепровода

Накануне войны, в 1940 году, Правительством СССР было принято решение о строительстве нефтепровода по дну Татарского пролива для транспортировки добываемой на севере Сахалина нефти на материк, к местам её

переработки. До этого сахалинская нефть доставлялась на нефтеперерабатывающий завод в Хабаровске морским и речным транспортом, что было неудобно, так как навигация из-за погодных условий была некруглогодичной. Нефтепровод планировали проложить от п. Оха на Сахалине до п. Циммермановка, по суше и по дну самого узкого места Татарского пролива – проливу Невельского, шириной 8,6 км под водой (рис. 1). В начале 1941 года в США были закуплены и частично доставлены на Сахалин специальные стальные трубы для строительства нефтепровода. Однако из-за ряда проволочек к июню 1941 года строительство так и не было начато.



Рис. 1. Схема строительства нефтепровода. Источник: Государственный архив Хабаровского края

С потерей в первые месяцы войны до 60 % нефтехранилищ в западных районах СССР актуальность строительства нефтепроводной линии с Сахалина на материк возросла многократно [3]. Для сокращения сроков работ и обеспечения ввода нефтепровода в эксплуатацию в конце 1942 года вместо Циммермановки в мае 1942 года конечным пунктом нефтепровода было определено село Софийское-на-Амуре (Софийск), расположенное чуть ближе к побережью Татарского пролива, что сокращало длину трубопровода. Вместо двух нитей

трубопровода ограничились прокладкой только одной. Маршрут нефтепровода состоял из трёх участков:

Первый по острову Сахалин – от места добычи нефти в районе Охи до п. Лагури – 8,720 км, от п. Лагури до п. Погиби (на берегу пролива Невельского со стороны о-ва Сахалин) – 196 км;

Второй по дну пролива Невельского от п. Погиби до м. Лазарева (со стороны материка) – 8,720 км;

Третий по материковой части от м. Лазарева до с. Софийское (речного нефтепричала) – 173,429 км.

Работы по прокладке нефтепровода на море осуществлялись субподрядчиком – экспедицией подводных работ особого назначения «ЭПРОН». ЭПРОН был создан в 1923 году для подъёма затонувших кораблей, судов и подводных лодок (правопреемником в настоящее время является Морская спасательная служба) [8]. На стройку было привлечено 10 тыс. человек (преимущественно заключённые Нижне-Амурского исправительно-трудового лагеря). Однако эти меры не решили всех проблем. Не хватало квалифицированных рабочих, техники, продовольствия, спецодежды [12]. Отсутствовали нормальные условия для проживания людей. Строительство дорог, линий связи, жилья шло параллельно со строительством основного объекта – нефтепровода [1].

Для сокращения сроков строительства руководством стройки было принято решение осуществить прокладку нефтепровода через Татарский пролив зимой 1942 года со льда, методом свободного погружения (в первоначальном варианте прокладка планировалась в летний период 1942 года). Этот важный этап строительства был напрямую зависим от погодных условий: сборка трубопровода на льду была возможна только после полного замерзания пролива и образования толстого слоя льда. Такие условия по воспоминаниям очевидцев наступили в конце февраля–начале марта 1942 года, и то лёд в месте прокладки наращивался искусственно до необходимой толщины. На льду собрали и предварительно соединили газосваркой 16 секций нефтепровода. Затем лёд под трубой взрывали и рубили, давая трубопроводу опуститься на дно, под контролем водолазов. Такая технология укладки была применена впервые.

Продолжительность работ по прокладке нефтепровода по морскому дну составила 20 дней и завершилась 22 марта. После этого ещё полгода продолжались строительные работы на суше, как на Сахалине, так и в Хабаровском крае. В ноябре 1942 года Правительственная комиссия приняла в промышленную эксплуатацию нефтепровод общей протяжённостью 387,074 км. Качество выполненных работ комиссия оценила на «хорошо» [1].

В канун годовщины Октябрьской революции – 6 ноября 1942 года – по магистральному нефтепроводу г. Оха – с. Софийское пошла первая нефть. Сахалинская нефть сначала направлялась на переработку в Хабаровск, а уже через месяц – на новый нефтеперерабатывающий завод в Комсомольске-на-Амуре (Комсомольский НПЗ), строительство которого было начато в 1939 году [7].

В декабре 1942 года Комсомольский НПЗ был введён в эксплуатацию, хотя у некоторых цехов ещё не было крыш [13]. В начале декабря 1942 года первый эшелон с топливом из сахалинской нефти отправился прямо на Сталинградский фронт [11].

За время войны по нефтепроводу Оха – Софийск было доставлено почти 1,5 млн тонн нефти [14]. В результате Сахалин в последние годы войны обеспечивал половину потребностей в нефтепродуктах Дальнего Востока и Восточной Сибири, включая авиамаршрут ленд-лиза от Фэрбанкса (США) до Красноярска «Аляска – Сибирь» (Алсиб) [14]. Примечательно, что сначала Комсомольский НПЗ работал только в сезон навигации, так как первая очередь нефтепровода была протянута до Софийска и до завода доставлялась баржами по реке Амур [11].

За самоотверженный труд многие строители нефтепровода были представлены к государственным наградам, среди награждённых – 59 % рабочих [4]. Писатель В. Ажаев, в то время старший инспектор при начальнике Управления Нижне-Амурского лагеря, описал подвиг строителей в романе «Далеко от Москвы» (1946–1948). Роман получил Сталинскую премию в 1949 году и был экранизирован в 1950 году [2].

В 1985 году эксплуатация первой нефтяной артерии Сахалин – материк после 40 с лишним лет бесперебойной работы была прекращена.

О погодных условиях и работе метеорологов в районе строительства нефтепровода

Строительство проходило в сложных климатических условиях. Однако, из опубликованных воспоминаний участников тех событий, документального романа «Далеко от Москвы» и архивных документов следует, что погодные условия как в Хабаровском крае, так и на Сахалине в одних случаях усложняли производственный процесс, а в других – помогали. Например:

- строительство отставало от выполнения плана, в том числе от значительной траты времени и средств на расчистку дорог от снега и из-за непроезжего состояния весенних дорог [5];
- в зимних условиях трудности вызывали пурга и лютые морозы [5];
- основные сварочные работы проводились в 1942 году при температурах воздуха от минус 10 до плюс 40 градусов [1].

«По плану работы должны были закончиться к концу марта. Наступил уже февраль, а лёд не мог схватиться даже корочкой... Пролив замёрз 23 февраля. Но даже 1 марта толщина льда была 13 сантиметров, а для начала работ требовалось не менее 45 сантиметров. Чтобы начать работы там, где была наибольшая толщина льда, пришлось проложить обходную дорогу протяжённостью 15 километров» [5].

«Работа водолазов зимой была очень опасной. Из-за перемерзания шлангов прекращался доступ воздуха, и нередко приходилось вытаскивать водолазов по авралу бесчувственными...» [5].

«В январе 1942 года бригады рабочих искусственно создали прочность льда на проливе, где должен был до спуска в воду лежать трубопровод, доведя его толщину до 1,65 метра. Прорубили промоину (траншею) шириной 1,2 м, через которую должны опускать сваренную восьмикометровую плетью на дно пролива. Сам процесс пробивки траншеи во льду и постоянное сохранение её ширины потребовал около 300 человек. Работали круглосуточно, бригады менялись через каждые четыре часа. Пурга и мороз создавали тяжёлые условия для работающих. Для отдыха, обогрева и приёма пищи на льду были сооружены лёгкие временные помещения» [4].

Но при этом замёрзший Амур позволил сократить сроки и средства на переброску людей по льду реки в сторону Сахалина в конце декабря 1941 года. «Переброска людей прошла за два месяца, заболеваний и обморожений не было, люди доставлены на трассу и после трёхдневного отдыха приступили к работе» [4].

В рамках данного исследования были сопоставлены приведённые выше воспоминания строителей нефтепровода с объективными данными о погодных условиях 1941–1942 гг. из архивной информации по гидрометеорологическим станциям (ГМС) Сухановка (Хабаровский край, устье Амура, вблизи села Циммермановка) и Погиби (о. Сахалин, берег пролива Невельского).

История гидрометеорологических наблюдений на ГМС Сухановка берёт своё начало в 1932 году. Постоянные наблюдения осуществляются с 1936 года. Гидрометеорологические наблюдения на станции Погиби начались в 1933 году. До войны Сухановка входила в состав Хабаровского управления гидрометслужбы (УГМС), а Погиби – в состав Владивостокского УГМС. В годы войны на базе Гидрометслужбы СССР было создано Главное управление гидрометслужбы Красной Армии [9]. Соответственно, Сухановка вошла в наблюдательную сеть Дальневосточного фронта, а Погиби – Тихоокеанского флота. При этом работы по обеспечению гидрометинформацией народного хозяйства продолжались, особенно в тылу. Обе гидрометеорологические станции работают и по сей день.

Метеостанции Сухановка и Погиби были оснащены по соответствующим тому времени нормативам. Согласно архивным данным Дальневосточного УГМС в Сухановке были установлены: флюгер с лёгкой доской (в 1939 году установлен новый), барометр (в июне 1942 года был установлен новый барометр), дождемер с защитой Нифера [15], термометры для определения температуры воздуха, почвы, гигрометр. Наблюдения проводились в четыре срока. Здание метеостанции было не электрифицировано.

ГМС Погиби к началу войны была оснащена основными приборами для производства метеорологических и гидрологических наблюдений. Кроме этого, выполнялись и аэрологические наблюдения. В отличие от Сухановки, здание ГМС Погиби было электрифицировано, кроме этого имелась телефонная связь. Жилое помещение находилось в здании станции. Архивные

данные свидетельствуют о том, что регулярные инспекции на станции, как этого требует регламент работы, проводились и в годы войны. В инспекторском отчёте по станции Погиби 1942 года приведён не только перечень оборудования, но и оценка качества наблюдений. Например, отмечается «сомнительная форма облачности при снеге», отсутствие поверки некоторых приборов.

С началом Великой Отечественной войны многие работники Гидрометслужбы (в основном мужчины) ушли на фронт. Но работа Гидрометслужбы в тылу не прекращалась. На Дальнем Востоке молодые девушки, поддерживая почин молодёжи в освоении мужских профессий, шли работать на таёжные станции. Руководство и специалисты УГМС Дальневосточного фронта старались всячески содействовать: помогали освоить профессии радиста, гидролога, метеоролога, быстрее получить практические навыки работы. В годы войны УГМС Дальневосточного фронта своими силами на круглогодичных курсах готовило радистов, гидрологов, метеорологов, радиометеорологов, техников-гидрологов, техников-синоптиков как для гидрометеорологического обеспечения вооружённых сил, воздушных (включая Алсиб) и морских трасс, так и для народного хозяйства [9].

Согласно архивным данным Дальневосточного УГМС на конец 1942 года штат ГМС Сухановка был полностью женским: начальник станции Лидия Иванченко, старший гидрометнаблюдатель Мария Фатеева, гидрометнаблюдатели Мария Шопина, Анна Кушенкина, Клавдия Дашницкая. В основном за их плечами были 7 классов образования (соответствовало обязательному уровню образования в стране в те годы) и курсы гидрометнаблюдателей.

Как следует из инспекторского отчёта по ГМС Погиби от октября 1942 года «штат станции укомплектован полностью». На станции работали пять человек – молодые парни и девушки, у многих трудовая деятельность началась на станции в 1940–1941 гг. Начальник станции Слизов Владимир Иванович, 1919 г.р., в 1942 году закончил курсы по переподготовке гидрометнаблюдателей в УГМС ТОФ. Старший техник-наблюдатель Позднякова В. М., 1917 г.р., закончила в 1941 году Феодосийский гидрометтехникум и по распределению накануне войны попала на Погиби. Старший наблюдатель Пантелева Т. М., 1918 г.р., в 1940 году закончила Владивостокский гидрометтехникум. Ноздрин Л. Ф., 1923 г.р., окончила в 1941 году трёхмесячные курсы гидрометнаблюдателей (не указано где – прим. авторов), техник Налабордин В.И., 1920 г.р., прошёл обучение прямо на станции.

Погодные условия 1941–1942 гг. по данным ГМС Сухановка (рис. 1, табл 1 и 2)

Температурный режим тёплого полугодия – май–октябрь 1941 года (начало строительства нефтепровода) – был в основном в пределах нормы. Максимальная температура воздуха в июне–августе была в пределах

27–30 °С. Преобладала сухая погода, дефицит осадков составил 35–60 % нормы в 60–110 мм за месяц. Максимальное суточное количество осадков – 24 мм – наблюдалось в июне. Исключение составил октябрь, когда за месяц выпало 130 % нормы и установился снежный покров с максимальной высотой 24 см. Зима 1941/1942 гг. (ноябрь 1941 г. – март 1942 г.) по температурному режиму была в пределах нормы и ниже. Наиболее холодным был декабрь 1941 года: на 3,7 °С ниже нормы, минимальная температура воздуха понижалась до минус 35,9 °С. Минимальная температура в январе – феврале 1942 года понижалась до минус 36–37 °С. Сохранялся дефицит осадков. За счёт продолжительного бесснежного периода и ветреной погоды произошло постепенное уменьшение снежного покрова, в декабре–феврале он отсутствовал.

Весна и лето 1942 года характеризовались пониженным фоном температуры воздуха. Температура воздуха была на 1–3 °С ниже средних многолетних значений, в июне–августе в отдельные дни максимальная температура воздуха превышала отметку 30 °С, в июне повышалась до 33,4 °С. Весна 1942 года была дождливой, осадков выпало в 1,5–2,5 раза больше обычного, отмечалось усиление юго-западного и северо-восточного ветра до 20 м/с. В апреле ещё сохранялся снежный покров с максимальной высотой в начале месяца – 43 см. Лето характеризовалось неравномерным распределением осадков. Наиболее дождливым был июль, выпало 147 мм осадков (140 % от нормы). Наиболее сухим был август, количество выпавших осадков составило 69 мм (63 % от нормы).

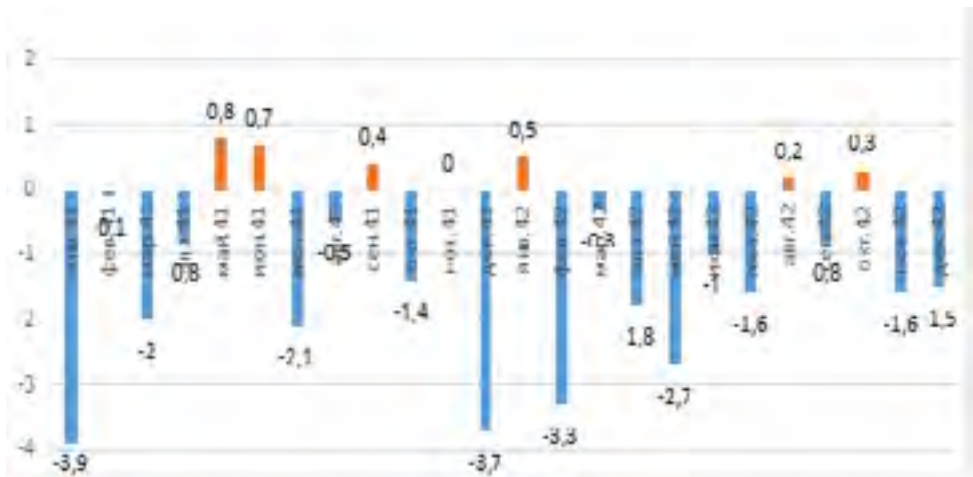


Рис. 2. Отклонение среднемесячной температуры 1941–1942 гг. от нормы на ГМС Сухановка. Синим цветом отмечены значения ниже нормы, оранжевым – выше нормы.

Таблица 1

Минимальные значения температуры по ГМС Сухановка, 1941–1942 гг.

Год	янв	фев	мар	апр	май	июнь	июль	авг	сен	окт	ноя	дек
1941	-40,7	-32,4	-29,9	-26,4	-4,5	0,4	4,1	3,9	-2,9	-11,7	-24,4	-35,9
1942	-35,7	-37,3	-29,4	-22,0	-6,6	-1,3	6,9	3,2	-0,9	-12,4	-34,1	-36,3

Таблица 2

Максимальные значения температуры по ГМС Сухановка, 1941–1942 гг.

Год	янв	фев	мар	апр	май	июнь	июль	авг	Сен	окт	ноя	дек
1941	-12,7	-4,5	-1,5	15,8	20,8	30,2	28,7	27,4	25,8	18,2	4,8	-9,4
1942	-11,2	-7,4	8,6	20,5	18,7	33,5	31,9	30,1	25,6	15,9	4,4	-5,5

Погодные условия 1941–1942 гг. по данным ГМС Погиби (рис. 3, табл. 3 и 4)

В целом 1941–1942 гг. по температуре воздуха были ниже нормы. Во все месяцы года, кроме июля–августа в 1941 году и июля–сентября 1942 года температура воздуха понижалась до отрицательных значений. В холодный период – ноябрь 1941 – март 1942 года – наиболее холодным был декабрь 1941 года, на 5,1 °С ниже нормы, с минимальным значением минус 35,2 °С. В феврале 1942 года столбик термометра опускался до минус 39,8 °С.

Летний период 1942 года по температуре был около нормы, за исключением июня и июля, когда температура воздуха была на 1,1–1,7 °С ниже средних многолетних значений. На фоне этого в отдельные дни максимальная температура воздуха повышалась до плюс 22,8–27,0 °С. Что касается режима увлажнения, то в целом 1941 год был ниже нормы по осадкам, за исключением апреля. В 1942 году количество осадков распределялось в течение года крайне неравномерно и составляло в отдельные месяцы от 15 до 224 % нормы. За год выпало 130 % годовой нормы осадков.

В тёплый период 1941 года месячное количество осадков колебалось от 18 (май) до 67 мм (сентябрь). Меньше всего выпало осадков в августе, что составило 37 % от месячной нормы. В холодный период 1941–1942 гг. количество осадков было ниже нормы и составило 20–72 % от месячной нормы. Наименьшее количество осадков отмечалось в декабре (2 мм) и январе (4 мм), что составило 20 и 37 % от месячной нормы для этих месяцев.

Тёплый период 1942 года, за исключением августа, выдался дождливым: количество осадков за месяц достигало 224 % от нормы (октябрь). Если говорить про лето, то наиболее дождливым был июль, в этом месяце выпало 99 мм осадков (178 % нормы). Август же выдался сухим, количество выпавших осадков составило 13 мм (15 % от месячной нормы).

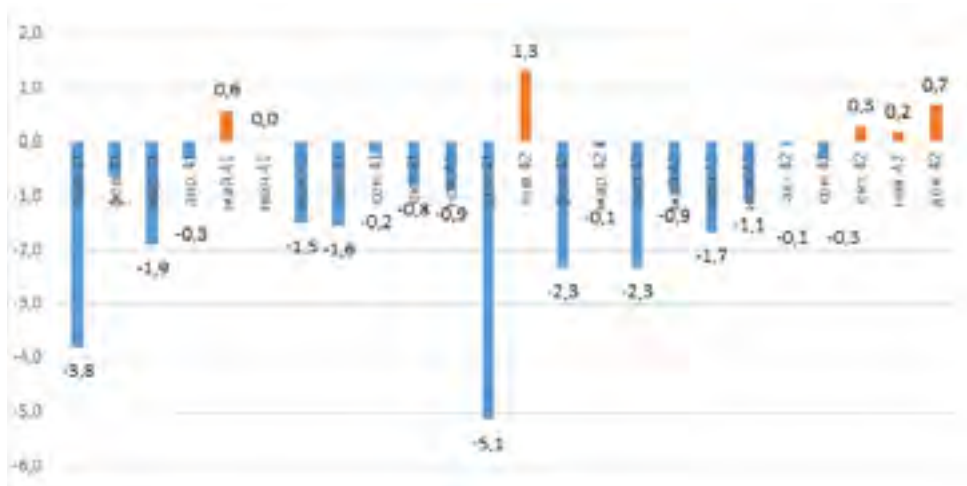


Рис. 3. Отклонение среднемесячной температуры от нормы ГМС Погиби, 1941–1942 гг. Синим цветом отмечены значения ниже нормы, оранжевым – выше нормы.

Устойчивый снежный покров в холодный период 1941–1942 гг. установился в третьей декаде октября и сохранялся до конца апреля, полный сход снежного покрова произошёл в мае. Наибольшая высота пришлась на вторую половину марта.

Таблица 3

Минимальные значения температуры по ГМС Погиби, 1941–1942 гг.

Год	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь
1941	-41,2	-34,2	-26,5	-22,4	-3,0	-1,5	4,2	4,2	-0,5	-8,4	-29,1	-35,2
1942	-38,5	-39,8	-32,7	-20,6	-5,5	-0,5	5,2	4,6	1,2	-6,9	-29,4	-31,7

Таблица 4

Максимальные значения температуры по ГМС Погиби, 1941–1942 гг.

Год	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь
1941	-9,7	–	–	4,6	15,6	19,4	21,2	22,5	20,3	15,1	3,8	-9,9
1942	-11,8	-6,5	0,0	5,5	7,6	27,0	22,8	21,3	19,4	12,7	3,6	-0,4

Таким образом, по данным ГМС Сухановка и Погиби подтверждается информация строителей нефтепровода об экстремальных морозах зимой 1941/1942 гг.: температура понижалась до минус 37 °С в Сухановке и до минус 40 °С – в Погиби. В летний период жара доходила до плюс 34 °С в Сухановке и до 27 °С в Погиби. То есть амплитуда температурных значений

в зимний и летний периоды составляла 70 градусов. Но зафиксированная в отчёте Правительственной комиссии информация об экстремально высоких температурах летом 1942 года «до плюс 40 градусов» по данным двух станций не подтверждается.

Данные о ледовой обстановке в проливе Невельского несколько расходятся с воспоминаниями очевидцев. Согласно многолетним данным, припай в районе Погиби образуется ежегодно и существует около 7 месяцев. Полное замерзание пролива происходит в период с декабря по март. Учитывая распреснённость вод пролива Невельского стоком реки Амур, прочность льда здесь повышенная. Полное замерзание пролива происходит в период с ноября по март, что зависит от характера протекающих зимних процессов в тот или иной год. В ледовый сезон 1941/1942 гг. устойчивый припай в районе Погиби образовался 7 ноября 1941 года, что было близко к среднему многолетнему значению. Напомним, что по воспоминаниям «пролив замёрз 23 февраля». Вероятно, несмотря на припай в районе Погиби, в центре пролива Невельского лёд оставался тонким, что не позволяло начать работы ранее конца февраля—начала марта.

В инспекторском отчёте по станции Погиби за 1942 год описывается «связь станции с местными организациями». Особенно ценно было найти в отчёте запись о том, что гидрометеорологическая станция, наряду с предоставлением данных о фактической погоде местному рыбному промыслу, «обслуживает дополнительными наблюдениями по заданию ЭПРОН'а», как было сказано выше – подрядной организации, осуществляющей прокладку нефтепровода по дну пролива Невельского (рис. 4). И хотя детали этих дополнительных наблюдений не раскрыты, подтверждается предположение авторов о том, что специалисты Гидрометслужбы участвовали в реализации этого важнейшего проекта.

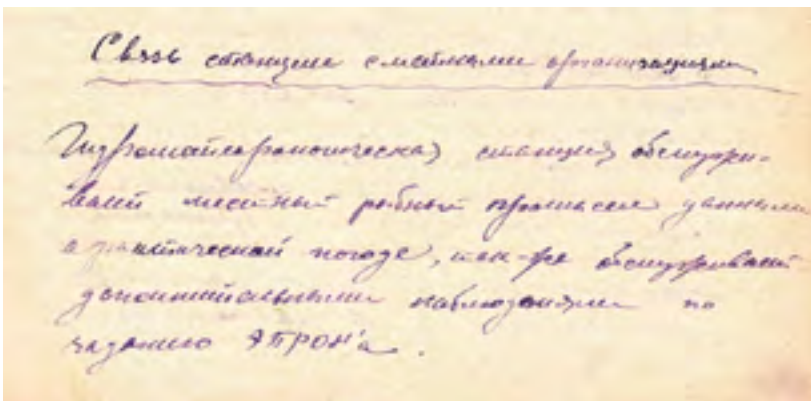


Рис. 4. Запись в инспекторском отчёте по станции Погиби за 1942 год.
Из архива Сахалинского УГМС.

Заключение

Строительство нефтепровода по дну Татарского пролива в годы Великой Отечественной войны стало уникальнейшим проектом, не только приблизившим Победу, но и долгие годы служившим народному хозяйству Дальнего Востока в послевоенное время.

К сожалению, после распада СССР многое изменилось. Изменилась и жизнь в Погиби. Сегодня посёлок упразднён. Вахтовым методом живут и работают несколько человек по обслуживанию пролегающих нефте- и газопроводов, возведённых уже после войны. Чуть ли не единственными постоянными жителями являются работники ГМС Погиби. На станции много лет трудится семья Якушевых: Владимир Степанович, его супруга Ирина Васильевна и сын Сергей Владимирович, который пошёл по стопам родителей, стал техником-наблюдателем и в настоящее время является начальником станции. У сложившейся династии метеорологов общий трудовой стаж составляет почти 130 лет.

В наши дни возрождаются планы по соединению Сахалина с материком мостом или тоннелем. Эта идея отнюдь не нова – первые такие предложения появились в XIX-м веке [6]. В СССР в начале 50-х годов прошлого века даже было начато строительство железнодорожного тоннеля в том же самом узком месте Татарского пролива, но после смерти Сталина в 1953 году проект закрыли.

Если решение о строительстве моста или тоннеля между материком и Сахалином будет принято вновь, то для проектирования потребуются гидрометеорологические данные. Большую ценность будут представлять длинные ряды гидрометеорологических наблюдений в районе строительства, как например, на рассмотренных ГМС Сухановка и Погиби. Необходимо будет налаживать оперативное гидрометеорологическое обслуживание строительства (прогнозы погоды на 1–5 дней). Отметим, что уже появляются научные публикации с обзором погодно-климатических характеристик возможного района строительства моста, пока выполненные коллективами вне системы Росгидромета [10].

Благодарности

Авторы выражают благодарность начальнику отдела метеорологии Дальневосточного УГМС Виктории Владимировне Васюниной и наблюдателю ГМС Погиби Владимиру Степановичу Якушеву за неоценимую помощь в подготовке статьи.

Список литературы

1. Акт правительственной комиссии по приёмке в промышленную эксплуатацию нефтепровода Оха-на Сахалине – село Софийское-на-Амуре (первая очередь). 1942 г. Государственный архив Хабаровского края. [Электронный ресурс]. – URL: https://gakhkk.khabkrai.ru/vnp/vnp.php?ELEMENT_ID=63210&sphrase_id=242752 (дата обращения: 5 ноября 2024).
2. Библиотеки Комсомольска. [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.kmslib.ru/vasiliy-nikolaevich-azhaev-biografiya> (дата обращения: 5 ноября 2024).
3. Война и нефть: 10 вопросов о роли нефти в Великой Отечественной войне. [Электронный ресурс]. – URL: <https://tass.ru/spec/oilvictory?ysclid=m6bmcjgn4s658788294>.
4. Виктор Кучера: Слаженное строительство нефтепровода делает тебя участником этого подвига. Портал «Sakhalinmedia». 30.04.2020. [Электронный ресурс]. URL: <https://sakhalinmedia.ru/news/939707/?preview=53c6de4c7c05ff3e3c8c368bf05e3c3e&ysclid=ly4hczp3x3180430987> (дата обращения: 5 ноября 2024).
5. Исаякина А. В. Доблестные стройки периода Великой Отечественной войны: история строительства нефтепровода Сахалин – материк. [Электронный ресурс] URL: <http://www.lessonsofwar.ru/uploads/materials/reports/section-3/isaykina.pdf> (дата обращения: 5 ноября 2024).
6. История проектов соединения Сахалина с материковой Россией. [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.kommersant.ru/doc/6621181?ysclid=m1jpkcjfew421598650> (дата обращения: 5 ноября 2024).
7. Интернет-сайт Комсомольского нефтеперерабатывающего завода. [Электронный ресурс]. – URL: <https://rnknpz.rosneft.ru/about/Glance/OperationalStructure/Pererabotka/rnknpz/> (дата обращения: 5 ноября 2024).
8. Интернет-сайт Морспасслужбы. [Электронный ресурс]. – URL: <https://morspas.ru/press-center/news/100-let-epronu-svyaz-pokoleniy-morskikh-spasateley/> (дата обращения: 5 ноября 2024).
9. Интернет-сайт Росгидромета. Материалы, посвящённые 70-летию Победы. [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.meteorf.gov.ru/about/history/memories/9320/> (дата обращения: 5 ноября 2024).
10. Климатические и гидрологические факторы, действующие в районе створа для строительства моста «Сахалин-материк» / В.А. Мелкий, А.А. Верхотуров, В.М. Пищальник, В.В. Братков // Известия ТПУ. 2020. № 9. С. 108–121.
11. Ремизов Г. М. Комсомольский нефтеперерабатывающий завод: от истоков до современности: монография/ Г.М.Ремизов, А. Д. Табацкий. Комсомольск-на-Амуре: Изд-во АмГПГУ, 2007. 121 с.
12. Сахалинский нефтяник – История строительства нефтепровода Сахалин-материк. [Электронный ресурс]. – URL: <https://sakh-neftyanik.ru/news/gorod/245-istorija-stroitelstva-nefteprovoda-sahalin-materik> (дата обращения: 5 ноября 2024).
13. Топливо победы. Роль нефти во Второй мировой. [Электронный ресурс]. URL: <https://victory75.tass.ru/13> (дата обращения: 5 ноября 2024).
14. Тростин Е. Магистрالی Победы // Историк. 2023. № 4 (100). С. 70–73.
15. Швер Ц.А. Исследование результатов наблюдений по дождемеру и осадкомеру. Л.: Гидрометеорологическое издательство, 1965. С. 3.

D. A. Gershinkova
Russian Hydrometeorological Society
S. V. Ageeva
Far Eastern UGMS
M. E. Kolesnikova
Sakhalin UGMS

ABOUT WEATHER CONDITIONS OF THE CONSTRUCTION AREA OKHA-SOFIYSK OIL PIPELINE IN 1941–1942

The weather conditions of the area of construction of the oil pipeline between Sakhalin and the mainland along the bottom of the Nevelskoy Strait in 1941–1942 are described for the first time based on archival observation data from the Sukhanovka and Pogibi hydrometeorological stations. Documentary evidence of specialized hydrometeorological services provided by organizations involved in the construction is found. Information is provided on the employees of the aforementioned hydrometeorological stations during the war years. The article is dedicated to the 80th anniversary of the Victory in the Great Patriotic War and to the memory of hydrometeorologists who performed their duty in the rear.

Keywords: *Pogibi, Sukhanovka, Sakhalin, weather conditions, hydrometeorological station, oil pipeline, Great Patriotic War, history, Hydrometeorological Service of Russia.*

УДК 551.583:338.43

Доктор экон. наук, член-корр. РАН **А.В. Колесников**
Финансовый университет при Правительстве
Российской Федерации

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ПРОСТРАНСТВЕННОМУ РАЗВИТИЮ АПК РОССИИ В УСЛОВИЯХ ГЛОБАЛЬНОГО ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА

В современном мире агропромышленный комплекс (АПК) России сталкивается с многочисленными вызовами, обусловленными глобальными изменениями климата, которые затрагивают не только экологические, но и экономические аспекты аграрного сектора, требуя переосмысления и адаптации существующих подходов к его пространственному развитию.

В статье рассматриваются наиболее значимые теоретические подходы к пространственному развитию АПК России, уделяется особое внимание их возможностям и ограничениям в контексте глобального изменения климата. Анализируются как зарубежные, так и отечественные исследования, что позволяет сформировать комплексное понимание вопроса и выявить наиболее эффективные стратегии адаптации аграрного сектора к новым климатическим реалиям.

Ключевые слова: *пространственное развитие, изменение климата, агропромышленный комплекс.*

Введение

В контексте пространственного развития агропромышленного комплекса (АПК) России теоретические основы можно рассматривать через призму

разнообразных научных подходов, важным аспектом которых является учёт глобальных изменений климата. Аграрная наука, экономическая география и экология предлагают комплексное понимание того, как изменение климатических условий влияет на сельское хозяйство и как может быть адаптировано пространственное развитие АПК для обеспечения устойчивости и эффективности.

Методы

В работе применялись различные методы исследования – экономико-статистический, монографический, сравнения, теоретического обоснования, экспертных оценок, научного прогнозирования.

Результаты

По данным Всемирного банка, изменение климата может сократить доходы от сельского хозяйства на 15–25 % в странах с низким и средним уровнем дохода к 2050 году, а с засушливым климатом потери в производстве продовольствия могут достигнуть 50 % [7]. Изменение климата может привести к сдвигу агроклиматических зон на север и в горные районы. Например, согласно прогнозам НАСА, при текущей тенденции потепления среднегодовая температура повысится на 2–3 °С к концу XXI века [9]. Это потепление вызовет расширение засушливых зон на 10–20 %, что значительно затруднит ведение сельского хозяйства в привычных для него регионах.

Конкретные прогнозы по регионам указывают на существенные перемены. В регионах с умеренным климатом, таких как Центральная и Восточная Европа, ожидается увеличение урожайности на 15–25 % за счёт удлинения вегетационного периода и повышения уровня CO₂ в атмосфере, который способствует росту растений. В то же время в южных частях Европы, Африке, на Ближнем Востоке и в некоторых регионах Азии прогнозируется значительное сокращение урожаев – на 30–50 % – из-за увеличения числа засушливых периодов и сокращения доступности водных ресурсов. Эти цифры подчёркивают необходимость разработки и внедрения мер, направленных на устойчивость и адаптацию агропромышленного комплекса к меняющимся условиям.

С аграрной точки зрения изменение климата оказывает непосредственное влияние на производственные процессы в сельском хозяйстве, включая сезонность ведения сельхозработ, агротехнологии, урожайность и распределение сельскохозяйственных культур. Адаптивное управление и модернизация агротехнических практик представляют собой ключевые элементы теоретических подходов к минимизации негативных последствий глобального изменения климата. В этом контексте особое значение приобретает разработка и внедрение новых сортов растений, устойчивых к изменчивым климатическим условиям, а также применение инновационных агротехнологий, например систем точного земледелия.

Со стороны экономической географии акцент смещается на анализ территориальной структуры АПК и оптимизацию размещения сельскохозяйственных производств с целью максимального использования природно-климатического потенциала регионов. Важно учитывать не только текущие, но и прогнозируемые изменения в распределении климатических зон, чтобы принимать своевременные меры по адаптации сельскохозяйственного производства. Пространственный анализ позволяет выявить наиболее уязвимые регионы и направить усилия на повышение их адаптивных способностей, а также на поиск альтернативных путей развития.

Вклад экологии в теоретическое осмысление пространственного развития АПК не менее значителен, поскольку устойчивое ведение сельского хозяйства предполагает не только адаптацию к изменению климата, но и минимизацию негативного воздействия сельскохозяйственного производства на окружающую среду. Экологический подход предполагает более широкое использование природосберегающих технологий, развитие органического сельского хозяйства и внедрение систем управления земельными ресурсами, направленных на сокращение эрозии, деградации почв и потери биоразнообразия.

Суммируя вышеизложенное, теоретические подходы к пространственному развитию АПК России в условиях глобального изменения климата должны быть мультидисциплинарными, включать адаптивное управление и постоянный мониторинг изменений как в природной среде, так и в социально-экономической сфере. Разработка и реализация инновационных стратегий адаптации и модернизации агропромышленного комплекса требуют тесного взаимодействия науки, практики и государственной политики. Эффективное пространственное планирование и управление с учётом климатических факторов становится основой для повышения устойчивости и продуктивности аграрного сектора, обеспечения продовольственной безопасности страны и устойчивого развития регионов.

Сельскохозяйственный сектор, играющий критически важную роль в мировой экономике, сильно зависит от климатических условий. Изменение климата набирает обороты, приводя к серьёзным последствиям для агропромышленного комплекса. Одной из ключевых тенденций в пространственном развитии сельского хозяйства в новых климатических условиях является сдвиг зон возможного сельскохозяйственного использования.

По данным международных исследований, за последние десятилетия температура на планете увеличилась примерно на 1 °С, что привело к изменению осадков и погодных условий во многих регионах. Эти изменения оказывают непосредственное влияние на сельское хозяйство, требуя адаптации к новым условиям выращивания сельскохозяйственных культур.

Наиболее заметный сдвиг прослеживается в северных и умеренных широтах, где улучшение климатических условий может повышать продуктивность и расширять ареалы сельскохозяйственных культур. Однако в тропических

и субтропических регионах, где происходит наибольшее потепление, снижение урожайности становится очевидным. Примерами могут служить исследования FAO, которые показывают, что в Африке к 2050 году производство основных продовольственных культур может сократиться на 20–30 % из-за изменения климата [5].

Сокращение доступной для сельскохозяйственного использования земли из-за эрозии, засоления и других факторов, усугубляемых изменением климата – ещё одна заметная тенденция. Мировой опыт уже демонстрирует значительное сокращение урожайности в регионах, страдающих от засухи и высокой температуры, что напрямую связано с пространственным распределением агресурсов.

Для адаптации к этим изменениям, сельское хозяйство всё чаще обращается к передовым технологиям, таким как селекция устойчивых к засухе и жаре сортов, а также к применению систем точного земледелия, которые помогают минимизировать риски и повысить продуктивность на изменчивой климатической почве.

Более того, в условиях ограниченности водных ресурсов, которая также связана с изменением климата, обостряется вопрос использования эффективных ирригационных систем и технологий обработки почвы, позволяющих сохранять влагу.

Адаптация к изменениям климата требует глобальных усилий и международного сотрудничества, включая обмен знаниями и практическими навыками в области эффективного земледелия, что способствует устойчивому развитию агропромышленного комплекса в изменяющихся условиях. Разработка климат-ориентированных стратегий и пространственное планирование в сельском хозяйстве становится неотъемлемой частью долгосрочного развития отрасли.

Однако такого рода сотрудничество, скорее всего, не найдёт дальнейшего развития в связи с проводимой санкционной политикой и несоблюдением ряда соглашений, связанных с ограничением выбросов парниковых газов в атмосферу. Кроме того, сотрудничество такого рода предполагает начало коренной перестройки экономики – использование новых энерго- и ресурсосберегающих технологий, производство органической продукции, что не на руку российским и мировым продовольственным корпорациям, сырьевым корпорациям, банкам и т.д.

Современное глобальное потепление, отчётливо выраженное на территории России, имеет ряд важных особенностей. Потепление над сушей в целом происходит быстрее, чем над океаном: темп роста среднегодовой глобальной приповерхностной температуры (суша и море) составляет за период 1976–2020 гг. 0,179 °C за десятилетие, а температуры над сушей – более чем в полтора раза выше – 0,295 °C за десятилетие. Территория России теплеет ещё почти вдвое быстрее, чем суша в целом: 0,51 °C за десятилетие, причём каждое десятилетие с 1981–1990 гг. теплее предыдущего, а из 10 самых тёплых лет 9 наблюдались в XXI веке [8] (рисунок).

Таким образом, изменение климата влияет на пространственное развитие сельского хозяйства, вынуждая к адаптации и пересмотру существующих агропрактик. Развитие устойчивых методов ведения сельского хозяйства и применение инновационных технологий становится ключевыми факторами успешной адаптации АПК к новым реалиям. В частности, в растениеводстве необходимо выведение засухоустойчивых сортов сельскохозяйственных культур, использование ирригации в ЮФО и ЦФО.

В последние десятилетия тема изменения климата занимает важное место в научных исследованиях, особенно актуальна она становится в контексте пространственного развития агропромышленного комплекса и является глобальной проблемой, требующей коллективного решения. Важность этой тематики обусловлена непосредственным воздействием климатических изменений на сельскохозяйственное производство, что в свою очередь имеет глобальные последствия для продовольственной безопасности, экономики и устойчивого развития регионов.

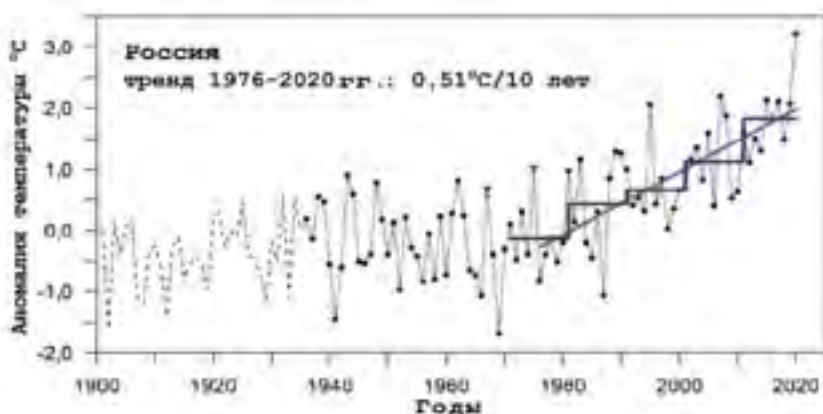


Рисунок 1. Изменения приповерхностной температуры на территории России с начала XX столетия

Показаны: среднегодовая аномалия относительно норм 1961–1990 гг. (до 1936 года – пунктир, из-за слабой освещённости данными наблюдений АТР); средние десятилетние величины за 1971–1980, 2011–2020 гг.; линейный тренд за 1976–2020 гг. [1].

Согласно отчёту Межправительственной группы экспертов по изменению климата (IPCC), средняя температура поверхности Земли увеличилась примерно на 1,1 °C по сравнению с доиндустриальным периодом. Это привело к изменению режима осадков, увеличению частоты и интенсивности крайних погодных условий, таких как засухи, паводки, волны жары, что оказывает значительное влияние на сельскохозяйственное производство [3].

Изменение климата напрямую отражается на урожайности основных сельскохозяйственных культур. Например, исследования показывают, что за каждый градус повышения средней температуры урожай пшеницы может снижаться на 4–6 %. Важно отметить, что этот эффект усиливается в странах с тёплым климатом, где существенные изменения температуры могут привести к значительному сокращению урожайности. В контексте изменения климата особую важность приобретает адаптация АПК, включая селекцию устойчивых к засухе и жаре сортов, разработку и внедрение передовых агрономических практик и технологий, направленных на минимизацию негативных последствий.

Однако изменения климата также создают определённые возможности для аграрного сектора. Так, в регионах с умеренным климатом наблюдается повышение продолжительности вегетационного периода и увеличение доступности водных ресурсов в результате таяния снегов и льдов, что может способствовать повышению урожайности некоторых культур. В то же время эти же изменения требуют активного внедрения мер по адаптации и смягчению последствий, включая оптимизацию использования водных ресурсов, применение практик точного земледелия для улучшения эффективности использования ресурсов и снижения негативного воздействия на окружающую среду [2].

Пространственное развитие агропромышленного комплекса России охватывает обширную территорию страны, разнообразной как по климатическим условиям, так и по качеству почв. Эти факторы непосредственно влияют на выбор направлений сельскохозяйственного развития, интенсивность и объёмы производства сельскохозяйственной продукции. В связи с изменением климата Россия сталкивается с рядом как положительных, так и отрицательных последствий для аграрного сектора.

Одним из заметных проявлений положительного влияния изменения климата является увеличение продолжительности вегетационного периода в ряде регионов страны. Это даёт возможность внедрения новых, более продуктивных сельскохозяйственных культур, не характерных прежде для данных широт. С 2000 года прослеживается тенденция увеличения урожайности зерновых культур на 20–30 % в южных и центральных регионах России, что коррелирует с изменениями климатических показателей.

Тем не менее ряд регионов столкнулись со значительными проблемами, связанными с изменением климата. В частности, восточные и северо-восточные территории встретились с негативными последствиями в виде учащения засух, что влечёт за собой снижение урожайности и потери урожаев. Количественные данные показывают, что в некоторых из этих районов потери урожая зерновых культур достигают до 40 % от возможного объёма производства.

Из этого следует, что для России потепление требует адаптации к более засушливым условиям на Юге и в Поволжье. Вместе с тем потепление климата в России открывает новые возможности для ведения сельского хозяйства в Сибири и на Урале.

Помимо изменения климата, пространственное развитие АПК России определяется и другими важными факторами. Принципиальным является территориальное распределение сельскохозяйственных угодий, их качество и эффективность использования. Более 80 % продуктивных сельскохозяйственных земель сосредоточено в южной и центральной части России, что определяет высокую концентрацию производственных мощностей и, соответственно, вклад в общий объём производства сельскохозяйственной продукции. ЦФО и ЮФО, располагая 35,7 % всех посевных площадей, производят 42 % валовой продукции сельского хозяйства (таблица 1).

Применение передовых технологий и внедрение инноваций играют ключевую роль в повышении эффективности агропромышленного производства на пространстве России. Например, использование системы прецизионного земледелия позволило увеличить урожайность на 10–15 % на тех территориях, где она была внедрена. Данный показатель является значимым, учитывая текущие изменения климатических условий и необходимость адаптации агропромышленного сектора к ним.

В контексте пространственного развития и изменения климата агропромышленному комплексу России предстоит решить ряд ключевых задач: адаптация сельскохозяйственного производства к новым условиям, внедрение технологических инноваций для повышения устойчивости и эффективности производства, разработка и реализация мер по сохранению и рациональному использованию сельскохозяйственных угодий.

Согласно прогнозам, в ближайшие десятилетия изменение климата продолжит оказывать существенное влияние на агропромышленный комплекс России. Следует отметить, что экспортный потенциал и продовольственная безопасность России напрямую определяются способностью получать устойчивые урожаи именно в районах рискованного и критического земледелия, где расположен основной зерновой клин. На фоне продолжающегося потепления увеличивается и степень засушливости в основных регионах производства зерновых. К числу благоприятных факторов можно отнести рост весенних осадков, наблюдаемый практически на всей территории земледельческой зоны России.

Климатически обусловленная урожайность яровой пшеницы за последние двадцать лет на Европейской территории России составила 75–80 %, в то время как на азиатской – 90–95 % от уровня 1961–1990 гг. В среднем климатически обусловленная урожайность яровой пшеницы понизилась на 12 % с 1976 по 2015 год, т.е. темпы её снижения составляют примерно 3 % за десятилетие. К середине XXI века потепление на Европейской территории России может привести к снижению климатически обусловленной продуктивности зерновых культур на 10 ± 3 %. При этом самые большие потери продуктивности в центрально-чернозёмных областях (-15 ± 5 %), наименьшие – в ПФО (-6 ± 3 %) [1].

Таблица

Размещение посевных площадей и производство валовой продукции сельского хозяйства Российской Федерации по федеральным округам

Федеральный округ	Годы								Структура 2014–2021 гг., %
	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	
Посевная площадь, млн. га									
РФ	77,9	78,6	79,3	80,0	79,6	79,9	79,9	80,4	100,0
ЦФО	14,6	15,2	15,2	15,5	15,4	15,7	15,9	16,0	19,6
СЗФО	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,3	1,8
ЮФО	12,1	12,3	12,5	12,6	12,9	13,0	13,0	13,1	16,1
СКФО	4,2	4,3	4,4	4,4	4,4	4,4	4,2	4,4	5,5
ПФО	23,4	23,6	23,8	23,9	23,9	24,0	24,0	24,1	30,2
УФО	5,3	5,1	5,1	5,2	5,2	5,1	5,2	5,1	5,7
СФО	15,0	14,9	14,9	15,0	14,4	15,0	14,1	14,3	18,6
ДФО	1,8	1,9	1,9	2,0	2,0	2,0	2,1	2,1	2,5
Валовая продукция сельского хозяйства, млрд. руб.									
РФ	4031,1	4794,6	5112,4	5109,5	5348,8	5908,0	6468,8	7572,3	100,0
ЦФО	1043,4	1265,4	1307,1	1302,6	1468,0	1655,0	1810,4	2152,5	25,5
СЗФО	195,1	225,5	225,9	224,5	246,1	273,6	284,3	316,6	5,0
ЮФО	642,9	811,6	899,2	891,7	903,9	1033,3	1113,3	1397,5	16,5
СКФО	323,0	384,9	428,1	436,8	461,5	493,6	513,0	652,7	9,3
ПФО	958,1	1113,9	1204,8	1194,4	1191,9	1316,9	1518,9	1587,0	21,5
УФО	253,0	292,4	304,7	320,3	321,7	348,0	339,7	368,6	6,4
СФО	449,8	520,5	554,8	539,7	556,9	589,3	673,0	844,2	11,8
ДФО	165,7	180,5	187,8	199,6	198,8	198,3	216,1	257,6	4,0

Источник: Рассчитано авторами по материалам Росстата [5].

Однако увеличение температуры влечёт за собой проблему засух, которые стали более частыми и продолжительными в южных регионах России, что серьёзно угрожает урожайности и валовым сборам. Так, за последние 10 лет потери урожая от засухи в некоторых регионах достигали до 30 %, что повлекло значительные экономические потери для АПК страны.

Как было сказано выше, помимо температурных изменений, значительное влияние на АПК оказывает изменение режима осадков. Наблюдается тенденция к увеличению количества осадков в северных и северо-западных регионах России на 5–10 %, что способствует улучшению влажности почв и, как следствие, повышению потенциальной урожайности, а в южных регионах фиксируется уменьшение осадков на 10–15 %, увеличивая риски засух.

В то же время изменение климата также открывает перед АПК новые возможности. Увеличение температуры приводит к появлению новых зон,

пригодных для сельского хозяйства, особенно в северных районах. Данные исследования, проведённого в 2021 году, показывают, что территории, ранее считавшиеся менее пригодными для выращивания традиционных сельскохозяйственных культур, сегодня могут использоваться для культивации новых видов, адаптированных к изменённым климатическим условиям. За последние два десятилетия в России было зафиксировано повышение средней годовой температуры на 0,47 °С. Это в свою очередь привело к сдвигу сельскохозяйственных зон: территории, традиционные для выращивания зерновых культур, расширились на север на 150–200 км, что потенциально может увеличить объёмы производства зерновых на 4–5% [6].

Территория России является регионом Земли, в котором ожидаемое в XXI веке потепление климата существенно превышает среднее глобальное потепление, но при этом годовые суммы атмосферных осадков демонстрируют устойчивый рост [1].

С учётом этих проблем, представляется важным для России разработка и реализация адаптированных к изменению климата стратегий в сфере АПК. Такие стратегии могут включать разработку методов адаптивного земледелия, улучшение системы мелиорации и ирригации, внедрение технологий консервации почв и систем прогнозирования климатических рисков для сельского хозяйства. Эффективное внедрение этих мер может помочь России не только справиться с вызовами, связанными с изменением климата, но и улучшить устойчивость и продуктивность своего агропромышленного комплекса в долгосрочной перспективе.

Для успешной адаптации АПК к новым вызовам критически важно внедрение отечественных инновационных технологий и цифровых методов управления. Применение капельного орошения, создание устойчивых к засухе и болезням сортов растений, а также использование передовых информационных технологий для прогнозирования погодных условий и управления ресурсами позволяют минимизировать риски и повысить производительность.

Согласно исследованию Мирового банка, внедрение инновационных агротехнологий может повысить урожайность на 67 % в ближайшие годы. Большую роль в адаптации АПК к климатическим изменениям играет государственная поддержка реализации программ снижения рисков, связанных с климатом, и инвестиции в научные исследования. Это даёт возможность разрабатывать новые сорта растений, более устойчивые к изменениям климата, а также технологии эффективного использования водных и земельных ресурсов. По данным ФАО, общий объём инвестиций в аграрную науку и разработку в развивающихся странах должен был увеличиться на 45 % к 2025 году, по сравнению с 2015 годом для достижения целей устойчивого развития.

Один из путей улучшения пространственного развития АПК в контексте изменения климата – внедрение передовых отечественных технологий и инноваций: прецизионного земледелия, цифрового управления водными ресурсами, развитие агрометеорологии и использование альтернативных источников энергии. Так, например, прецизионное земледелие позволяет оптимизировать использование ресурсов на основе анализа данных о состоянии почвы и погодных условиях, что может снизить потребление воды и удобрений на 20–30 %.

Другим направлением является селекция климатически устойчивых сортов сельскохозяйственных культур. Согласно исследованиям Международного союза по охране природы (IUCN), внедрение устойчивых к засухе культур может увеличить урожайность на 20–50 % в зависимости от региона [4]. Это не только способствует поддержанию продовольственной безопасности в условиях изменяющегося климата, но и открывает новые перспективы для адаптации агропромышленного комплекса к непредсказуемой погодной изменчивости.

Разработка цифровых инструментов и платформ для сбора, хранения и анализа больших данных (Big Data) по агроклиматическим условиям позволяет улучшить принятие решений в аграрном секторе экономики. Использование спутникового мониторинга, геоинформационных систем (ГИС) и дистанционного зондирования Земли на базе искусственного интеллекта даёт возможность точно прогнозировать урожайность, определять наиболее уязвимые к климатическим изменениям районы и разработать соответствующие меры по адаптации и смягчению последствий.

Заключение

Для устойчивого пространственного развития сельского хозяйства России в условиях глобального изменения климата требуется комплексный подход, включающий в себя анализ уязвимости отрасли, внедрение адаптивных отечественных технологий, развитие науки и образования, государственную поддержку аграрного сектора, а также активизацию международного сотрудничества. Только такие скоординированные усилия позволят максимально снизить негативное воздействие изменения климата и обеспечить устойчивое развитие агропромышленного комплекса России.

Список литературы

1. Алейник С.Н. Влияние природно-климатических условий на эффективность сельскохозяйственного производства / С. Н. Алейник, А. В. Колесников // Вестник АПК Ставрополя. 2015. № 1(17). С. 268–274. EDN TXGEVL.
2. Группа Всемирного банка. Региональный обзор. Региональные тенденции в изменении климата. Европа и Центральная Азия. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.worldbank.org/content/dam/Worldbank/document/Climate/Russian-Regional-Summary-Turn-Down-the-Heat-Confronting-the-New-Climate-Normal.pdf> (дата обращения: 1 августа 2024 года).
3. Ксенофонтов М.Ю., Ползиков Д.А. К вопросу о влиянии климатических изменений на развитие сельского хозяйства России в долгосрочной перспективе // Проблемы прогнозирования. 2020. № 3. С. 82–92.
4. МГЭИК. Изменение климата 2021 год. Физическая научная основа. Резюме для политиков. Вклад Рабочей группы I в Шестой оценочный доклад Межправительственной группы экспертов по изменению климата. [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.ipcc.ch> (дата обращения: 2 августа 2024 года).
5. Международный союз охраны природы. Программа «Природа-2030». [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.iucn.org/nature-2030> (дата обращения: 2 августа 2024 года).
6. Регионы России. Социально-экономические показатели. 2021: Краткий стат. сборник / Росстат. М.: 2021.
7. Среднегодовая аномалия глобальной температуры: 2024-1. 280 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://climate.nasa.gov/vital-signs/global-temperature/?intent=121> (дата обращения: 1 августа 2024 года).
8. Третий оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. Общее резюме. СПб.: Научноёмкие технологии, 2022. 124 с.
9. Экспертный форум высокого уровня. Рим. 12–13 октября 2009 года // Особая задача для стран Африки к югу от Сахары. [Электронный ресурс]. – URL: https://www.fao.org/fileadmin/templates/wsfs/docs/Issues_papers/Issues_papers_RU/2050IP_Africa_Ru.pdf (дата обращения: 1 августа 2024 года)

Doctor of Economics,
Corresponding member. RAN **A.V. Kolesnikov**
Financial University under the Government
of the Russian Federation,
Department of Business Informatics

THEORETICAL APPROACHES TO SPATIAL DEVELOPMENT AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX OF RUSSIA IN THE CONTEXT OF GLOBAL CLIMATE CHANGE

In the modern world, the agro-industrial complex of Russia is facing numerous challenges caused by global climate change, which affect not only environmental but also economic aspects of the agricultural sector, requiring rethinking and adaptation of existing approaches to its spatial development. The article examines the most significant theoretical approaches to the spatial development of the Russian agro-industrial complex, paying special attention to their capabilities and limitations in the context of global climate change. Both foreign and domestic studies are analyzed, which allows us to form a comprehensive understanding of the issue and identify the most effective strategies for adapting the agricultural sector to new climatic realities.

Keywords: *spatial development, climate change, agro-industrial complex.*

УДК 551.578.483

Я.Г. Есиков
АО «Минимакс-94»

ОПЫТ КОМПАНИИ «МИНИМАКС-94» ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИЕЙ ПРОТИВОЛАВИННЫХ СЛУЖБ

Описаны результаты опытной эксплуатации аппаратно-программного противолавинного комплекса производства АО «Минимакс-94». Опытная эксплуатация проходила в противолавинных службах Кавказа, Кузнецкого Алатау и Хибин с 2022 по 2024 год.

Ключевые слова: *опытная эксплуатация, аппаратно-программный комплекс, противолавинные службы, лавинная опасность, экспертная оценка.*

Около 30 % площади Российской Федерации занимают горные массивы. Такие природные ресурсы создают мощные предпосылки для развития горнолыжного туризма в нашей стране. Посещаемость горнолыжных курортов составляет более 10 млн человек ежегодно. Интенсивное развитие в последние десятилетия горнолыжных курортов на территории Российской Федерации предъявляет повышенные требования к обустройству трасс и обеспечению лавинной и гидрометеорологической безопасности. Современные средства борьбы и защиты от снежных лавин – активные (средства борьбы) и пассивные (средства защиты) – предполагают использование оперативной гидрометеорологической информации о состоянии снежного покрова и основных метеорологических характеристиках лавиноопасных участков. Актуальность данной

работы оказалась обусловлена не только постоянным наличием в зимний сезон лавинной опасности в горных районах, но и отсутствием отечественного аппаратно-программного комплекса для противолавинных служб. Например, специалисты противолавинных служб Хибин с 2010 года находятся в поиске такого автоматического метеорологического оборудования, которое будет передавать достоверные данные на высотах 800–1200 метров. По нашим наблюдениям, наибольшее количество трудозатрат в лавинных службах России сегодня приходится на сбор информации. Времени же на анализ информации специалисту противолавинной службы зачастую не хватает. В совокупности это приводит к ежегодному возникновению разнообразных ЧС, которые характеризуются человеческими жертвами и значительным экономическим ущербом.

Ещё при появлении противолавинных служб в СССР опыт конкретного сотрудника влиял на точность и качество заключения информации о лавинной опасности. Метод экспертной оценки был основным методом при составлении заключения о степени лавинной опасности. Несмотря на развитие приборно-технической базы и внедрения компьютеров для анализа информации, метод экспертной оценки по-прежнему является фундаментом, от которого отталкиваются при составлении прогноза о лавинной опасности. О том, что метод экспертной оценки является ключевым элементом деятельности противолавинной службы, говорится в том числе и в свежей публикации [1].

С 2022 года АО «Минимакс-94» оказывает помощь специалистам противолавинных служб в получении и анализе метеорологической информации. С целью обеспечения противолавинных служб метеорологической информацией, специалистами компании был разработан специализированный аппаратно-программный комплекс ПАМС (далее – ПАМС). Состав ПАМС представлен на рис. 1.



Рис. 1. Состав ПАМС

Опытная эксплуатация ПАМС проходила в различных противолавинных службах Кавказа, Хибин и Кузнецкого Алатау. Комплект метеорологических датчиков выбирался по согласованию с представителями противолавинных служб. Выбор системы питания был обусловлен возможностью подключить комплекс к стандартной сети напряжением 220 В. Информация о месте опытной эксплуатации и её сроках, применённой системе питания и результатах опытной эксплуатации по состоянию на январь 2025 года приведена в табл. 1.

Таблица 1

Информация об опытной эксплуатации комплекса

Местоположение ПАМС в процессе опытной эксплуатации	Дата установки	Система питания (автономная или стандартная)	Результаты опытной эксплуатации (на декабрь 2024 г.)
Красная Поляна	Октябрь 2022	автономная	Продолжается опытная эксплуатация
Курорт Альпика	Октябрь 2022	автономная	Опытная эксплуатация успешно завершена в июле 2024 г.
Кузнецкий Алатау, район ст. Лужба	Февраль 2023	стандартная	Опытная эксплуатация успешно завершена в июле 2024 г.
Кировск (Управление по ГО и ЧС г. Кировск)	Февраль 2023	стандартная	Опытная эксплуатация успешно завершена в сентябре 2024 г.
Курорт Архыз	Октябрь 2023	автономная	Продолжается опытная эксплуатация
Курорт Роза Хутор	Октябрь 2023	автономная	Продали в августе 2024 г. в результате успешной опытной эксплуатации
Кировск (Фосагро)	Декабрь 2023	стандартная	Опытная эксплуатация успешно завершена в августе 2024 г.
Эльбрус, Азау	Февраль 2024	стандартная	Продолжается опытная эксплуатация

В каждом регионе состав метеорологического оборудования был адаптирован под потребности конкретной лавинной службы. Внешний вид ПАМС приведён на рис. 2.

Характеристики метеорологического оборудования, результаты опытной эксплуатации метеорологического оборудования и системы питания представлены в табл. 2. В этой же таблице приведена качественная оценка результатов опытной эксплуатации ПАМС. Эти результаты имеют принципиальную практическую значимость.

Информация, собранная ПАМС, может быть загружена на персональный компьютер в виде стандартной excel-таблицы. Помимо этого, информация выводится на dashboard. Таким образом, возникает возможность определить перечень измерительных каналов, информация с которых выводится на dashboard. В ПО предусмотрена возможность выбора временного интервала, за который информация с того или иного измерительного канала будет выведена на dashboard.

Dashboard можно настроить исходя из потребностей конкретного пользователя. Причём пользователи могут быть как специалистами противолавинных



Рис. 2. Внешний вид ПАМС

служб, так и представителями органов власти, органов реагирования или сотрудниками бизнес-структур. Пример настройки dashboard приведён на рис. 3.



Рис. 3. Пример настройки dashboard. Данный вариант настройки применялся для обеспечения работы противолавинной службы г. Кировск в 2023–2024 гг.

Таблица 2
Результаты опытной эксплуатации метеорологического оборудования и систем питания

Оборудование и система питания	Внешний вид	Рег. № во ФГИС «Аршин»	Результаты опытной эксплуатации		
			Кавказ	Хибины	Кузнецкий Алатау
Шкаф управления с контроллером метеостанции	—	—	Опытная эксплуатация (далее в таблице – ОЭ) успешно завершена		
Датчик скорости ветра ДВС-03		89970-23	ОЭ успешно завершена	ОЭ не проводилась	ОЭ успешно завершена
Датчик направления ветра ДВН-03		89971-23	ОЭ успешно завершена	ОЭ не проводилась	ОЭ успешно завершена
Датчик скорости и направления ветра ультразвуковой УЗ-200		СИ находится на испытаниях во ВНИИМ	—	ОЭ успешно завершена	ОЭ успешно завершена
Датчик осадков ДО-04		86809-22	Требуется адаптация конструкции		
					ОЭ успешно завершена

Окончание таблицы 2

Оборудование и система питания	Внешний вид	Рег. № во ФГИС «Аршин»	Результаты опытной эксплуатации	
			Кавказ	Хибины Кузнецкий Алатау
Датчик давления ДД-04		77385-20	ОЭ успешно завершена	
Датчик температуры и влажности воздуха (ДТВ-05)		77388-20	ОЭ успешно завершена	
Датчик высоты снежного покрова (на основе лазерного дальномера)	–	СИ находится на испытаниях во ВНИИМ	ОЭ успешно завершена	
Датчик высоты снежного покрова ультразвуковой	–	–	В результате ОЭ выяснилось, что ультразвуковые датчики высоты снега применять бесперспективно в виду большой погрешности результатов наблюдений	
Датчик солнечной радиации	–	СИ находится на испытаниях во ВНИИМ	ОЭ успешно завершена	
Датчик температуры поверхности снега	Применялись датчики сторонних производителей	–	ОЭ успешно завершена	
Датчик температуры в глубине снежного покрова	–	–	ОЭ успешно завершена	
Опора станции	–	–	ОЭ успешно завершена	
Система питания 220 В	–	–	ОЭ успешно завершена	
Автономная система питания	–	–	ОЭ успешно завершена	

Этот вариант настройки был выбран специалистом противолавинной службы Управления по ГО и ЧС г. Кировск. На этом dashboard визуализированы показания за двое суток по следующим измерительным каналам: температура воздуха, количество осадков, скорость ветра, направление ветра, относительная влажность воздуха, температура воздуха, атмосферное давление.

В качестве заключения отметим, что специалисты АО «Минимакс-94» планируют усовершенствовать ПАМС в части программного обеспечения. Предполагается, что ПО будет представлять собой цифровую платформу уровня интеграционной платформы интеллектуальных транспортных систем ЦУСАД (Центр управления содержанием автомобильных дорог).

ЦУСАД предоставляет всю необходимую информацию для принятия оперативных и среднесрочных решений диспетчерами федеральных автодорог, специалистами из органов управления федеральными дорогами и сотрудниками Росавтодора. В ЦУСАД внедрена система автоматических предупреждений, которая позволяет всем заинтересованным пользователям не только знать о наблюдаемом или прогнозируемом неблагоприятном явлении, а пользователю предлагается рекомендации, содержащие перечень действий в сложившейся ситуации. Подробнее о возможностях ЦУСАД и о том, зачем нужна дорожная метеорология, рассказывается в [2].

Заключение

В ходе исследования была проведена успешная опытная эксплуатация аппаратно-программного комплекса ПАМС производства АО «Минимакс-94». Результаты исследования демонстрируют реализуемость и применимость предложенного подхода для решения задач противолавинных служб.

Список литературы

1. Пупцев Р.И. Разработка системы автоматизированного составления прогноза лавинной опасности с применением современных систем ИКТ и аппарата нейрокогнитивных архитектур // Гидросфера. Опасные процессы и явления. 2022. Т. 4, вып. 3. С. 244–254. DOI: 10.34753/HS.2022.4.3.244.
2. Шалашов В.Ф. Дорожная метеорология – эффективный спутник безопасности движения по автомобильным дорогам // Гидрометеорология и образование. 2024. Вып. 2. С. 56–75. ISSN 2713-2102.

Y. G. Esikov
Minimax-94

EXPERIENCE OF THE MINIMAX-94 COMPANY IN PROVIDING HYDROMETEOROLOGICAL INFORMATION TO AVALANCHE SERVICES

The results of the successful pilot operation of the hardware and software avalanche protection complex manufactured by JSC Minimax-94 are presented. Pilot operation took place in the anti-avalanche services of the Caucasus, Kuznetsk Alatau and Khibiny from 2022 to 2024.

Keywords: *Pilot operation, hardware and software complex, avalanche services, avalanche danger, expert assessment.*

УДК 528.81:633.11:631.4

Кандидат техн. наук **А.А. Ген**
Калужский научно-исследовательский институт сельского
хозяйства – Филиал Федерального государственного
бюджетного научного учреждения
«Федеральный исследовательский центр картофеля им. А.Г. Лорха»

Кандидат сельскохозяйственных наук **В.А. Бурлуцкий**
Российский университет дружбы народов

Доктор биол. наук **И.Г. Грингоф**
Всероссийский научно-исследовательский институт
сельскохозяйственной метеорологии

Кандидат физ.-мат. наук **Ю.А. Моргунов**
Всероссийский научно-исследовательский институт
сельскохозяйственной метеорологии

Кандидат с.-х. наук **П.С. Семешкина**
Калужский научно-исследовательский институт сельского хозяйства –
Филиал Федерального государственного
бюджетного научного учреждения
«Федеральный исследовательский центр картофеля
им. А.Г. Лорха»

М.А. Рыжухина
Калужский научно-исследовательский институт сельского
хозяйства – Филиал Федерального
государственного бюджетного научного учреждения
«Федеральный исследовательский центр картофеля
им. А.Г. Лорха»

ФОТОМЕТРИЧЕСКИЙ И УЛЬТРАЗВУКОВОЙ МЕТОДЫ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ПОСЕВОВ ЯЧМЕНЯ

В полевом деляночном опыте в течение вегетационного периода проведена оценка состояния посевов ячменя сорта «Московский-86» фотометрическим и ультразвуковым методами. Приведены результаты наземного определения временных рядов фотометрическим измерителем ФИ-20А, укомплектованным ультразвуковым эхолотом на базе модуля HC-SR04

в ультразвуковом (40 кГц) диапазоне. Статистическая обработка данных показала, что совместное применение удобрений, полной дозы гербицида и органоминерального удобрения РОСТОДАР в фазу всходов и выхода в трубку дополнительно к контролю (без удобрений) позволило получить 14,2 ц/га, а по отношению к фону N60P60K60 – 6,2 ц/га. Внесение половинной дозы гербицида обеспечило 32,7 ц/га, что больше контроля и фона на 10,4 и 2,3 ц/га. На основе экспериментальных данных продемонстрирована возможность и перспективность использования параметров, кинематики траекторий простого вегетационного индекса *RVI*, а также перспективность ультразвукового метода для оценки структурных показателей растительного ценоза.

Ключевые слова: ячмень, полевой опыт, средства интенсивной агро-технологии, продуктивность и эффективность, фотометрический метод, вегетационные индексы, опасные явления, биоиндикатор, ультразвуковая локация.

Введение

Систематическое определение временной динамики вегетационных индексов (ВИ) наземными и дистанционными методами открывает широкие возможности для не доступных ранее количественных методов анализа состояния агроценозов, в частности при оценке эффективности интенсивных агротехнологий, которые оказывают значительный вклад в повышение урожайности сельхозпродукции. Существующие штатные агронаблюдения (методы, режимы, разрешение, инструментарий), формирующие информационные базы для статистических регрессионных оценок урожайности [9], мало соответствуют современным потребностям земледелия.

Фотометрический метод [2, 10, 13] позволяет количественно, с большой репрезентативностью, определять временную и пространственную динамику интегральных характеристик ростовых функций агроценозов относительно биоиндикаторов [17] (в дистанционном зондировании – базовых эталонов). Ранее мы рассмотрели кинетику ростовых функций агроценозов в виде сезонной динамики (траекторий) простого вегетационного индекса *RVI* как результат взаимодействия физических и биологических процессов в экологической системе, которая характеризуется определённой продуктивностью. Каждой из трёх категорий продуктивности растительного ценоза [16] – потенциальной, климатически обеспеченной и действительно возможной (достижимой) – соответствует своя траектория *RVI*. Согласно схеме анализа, изложенной ранее [4], динамика изменения состояния агроценоза в течение вегетационного периода рассматривается в предположении, что кривая скорости его роста отражается графиком траектории материальной точки по кривой $v(t)$ в системе координат, в которой значение *RVI* соответствует ординате

v_j и абсциссе, биологическое время – t . Координаты и скорость, ускорение и перемещения по траектории (кинематические характеристики) обусловлены взаимодействием сил (в агрометеорологии – факторов), имеющих биологическую (внутреннюю) и физическую природу в векторном виде по схеме:

$$F \rightarrow a \rightarrow V \rightarrow s, \quad (1)$$

где F -фактор (сила воздействие) – причина изменения состояния агроценоза; V – скорость, ускорения – a и перемещения – s . В соответствии с этой схемой получено ежедневное цифровое описание результатов полевого мелко-деляночного опыта по оценке эффективности применения минерального и органоминерального удобрения РОСТОДАР на посевах ячменя сорта «Московский-86». В ходе опыта синхронно с пассивным методом измерений в красном и инфракрасном спектральных диапазонах были проведены измерения отражательных характеристик растительного покрова (РП) активным методом эхолокации в ультразвуковом диапазоне. Сигналы в ультразвуковом диапазоне зависят исключительно от архитектоники (морфологии) РП, которая в свою очередь определяет радиационно-ветровой режим, газообмен, транспирацию и относится к числу основных факторов фотосинтеза и органогенеза [12], а также используются в качестве предикторов динамических моделей типа «погода–урожай». Информация о пространственной структуре РП и ориентации фитоэлементов приобретает особую значимость в связи с развитием лазерного зондирования, поскольку индикатрисы рассеяния этого излучения непосредственно связаны со структурой РП.

Цель работы – за счёт комплексирования фотометрического, физического и биологического методов описать результаты полевого опыта по оценке эффективности агротехнологического воздействия на состояние агроценозов. Аналитическая оценка эффекта агротехнологического воздействия, вместо общепринятых статических подходов, позволит исследовать механизмы взаимодействия агротехнологического воздействия и растительного ценоза, расширяет информационные технологии и возможности системного подхода как к методам и режимам наблюдений, так и к методам количественной оценки агротехнологического воздействия, позволит создать платформу для стандартизации агрометеорологического обеспечения полевого опыта.

Условия, материалы и методы исследований

Иллюстрацию характеристик оценки силы агротехнологического воздействия рассмотрим на примере временной динамики RVI в опыте по оценке эффективности применения биологических стимуляторов, химических средств защиты, минеральных удобрений в технологии возделывания ярового ячменя сорта «Московский-86». Ячмень яровой (*Hordeum vulgare* L.) сорта «Московский-86» [18] – среднеспелый, с вегетационным периодом

73–88 суток. Средняя урожайность ярового ячменя сорта «Московский-86» – 54–58 ц/га, максимальная – 71 ц/га. Основные особенности сорта – сочетание высокого потенциала урожайности (80 ц/га) с хорошими пивоваренными и фуражными качествами зерна [11]. Отличается быстрым ростом в фазе всходов. Важнейшей биологической особенностью сорта является высокая адаптивность к условиям возделывания в почвенно-климатических условиях Калужской области.

Исследования проведены на опытных делянках серой лесной средне-суглинистой почвы Калужского НИИСХ – Филиала ФГБНУ «ФИЦ картофеля им. А. Г. Лорха» с координатами опытной делянки: φ – 54,4257850°; долгота λ – 36,0839653°. Метеорологические условия вегетационного периода 2023 года характеризовались острым кратковременным, по сравнению со среднемноголетними значениями, дефицитом влаги и повышенной температурой воздуха в период конец мая – середина июня. Климатические факторы: температура воздуха, количество осадков и гидротемпературный коэффициент (ГТК) на территории опытной делянки в течение вегетационного периода (май–август 2023 г.), по данным ближайшей Калужской метеостанции (φ – 54,5675830, λ – 36,3307490) приведены на рис. 1.



Рис. 1. Метеорологические условия в период проведения исследований (май – август 2023 года)

Технология возделывания в опыте – общепринятая для зоны почвенно-климатических условий Калужской области [1,14]. Основная обработка почвы включала зяблевую вспашку, ранневесеннее боронование и предпосевную культивацию. Предшественник – озимые зерновые. Под предпосевную культивацию внесены минеральные удобрения в дозе $N_{60}P_{60}K_{60}$. Посев проведён сеялкой СФС-СУЗТ, сплошным – рядовым методом – узкорядным

способом, с шириной междурядий 15 см. Уход за посевами ячменя заключался в проведении химических обработок против сорняков и вредителей. Способ определения урожайности на участках при уборке – анализ снопового образца. Общее количество вариантов в опыте – 6: V1÷V6. Каждый вариант заложен в четырёхкратной повторности, расположение участков – рандомизированное. Площадь контрольного участка (V1) составляла 5 x 8 м², остальных участков – 5 x 5 м². Исследования проведены в соответствии с методическими рекомендациями [6, 8].

Таблица 1

Содержание вариантов опыта

Вариант обработки	Участки				Обработка
	1	2	3	4	
V1	1	2	3	4	контроль*
V2	11	16	19	24	Фон = контроль + (N60P60K60)
V3	7	13	17	22	Фон + CERTO Плюс (100 %).
V4	5	10	15	20	Фон + CERTO Плюс (100 %) + РОСТОДАР (2 обр.)
V5	8	12	18	23	Фон + CERTO Плюс (50 %) + РОСТОДАР (1 обр.)
V6	6	9	14	21	Фон + CERTO Плюс (50 %) + РОСТОДАР (2 обр.)

Примечание: * биологический индикатор микроклиматических условий опыта.

Мероприятия по уходу за семенами и опытными делянками включали:

– предпосевное протравливание семян фунгицидом Шансил Ультра, в виде коллоидного раствора концентрата суспензии из расчёта 0,25 л на тонну семян;

– при севе в почву внесены удобрения N₆₀P₆₀K₆₀;

– в фазу кущения (26.05) делянки вариантов V3, V4 обработаны против сорняков гербицидом СЕРТО Плюс ВДГ в дозе 0,2 кг/га. На вариантах V5, V6 обработка гербицидом СЕРТО Плюс проведена в дозе 0,1 кг/га. Одновременно проведена первая обработка органоминеральным удобрением РОСТОДАР (1л/га) 30.05.2023 года;

– вторая обработка органоминеральным удобрением РОСТОДАР (1л/га) проведена на вариантах V4÷V6 13.06.2023 года.

Весь вегетационный период (онтогенез) – от посева 04.05.2023 года до полного созревания ячменя составил 92 суток. Даты наступления фаз, согласно проведённым наблюдениям по [6]: сев – 04.05; всходы – 19.05; кущение – 25.05; выход в трубку – 07.06; ветвление (колошение) – 28.06; цветение – 11.07; молочная спелость – 20.07; восковая спелость – 29.07; полная спелость – 03.08.

В дополнение к стандартным видам наблюдений, принятых при проведении полевого мелкоделяночного опыта с целью количественной

инструментальной оценки состояния посевов ячменя, в течение вегетационного периода проводились измерения фотометрическим измерителем ФИ-20А [3], укомплектованным ультразвуковым датчиком (УД) расстояния. Общий вид комплексного прибора показан на рис. 2.



Рис. 2. Общий вид прибора:

- 1 – фотометрический измеритель ФИ-20А; 2 – ультразвуковой датчик расстояния; 3 – пульт управления УД датчиком; 4 – упор; 5 – технологический штатив

Фотометрические измерения состояли в измерении вегетационных индексов: простого индекса – RVI ($B_{ИК}/B_{К}$) и нормированного дифференциального вегетационного индекса NDVI $(B_{ИК} - B_{К}) / (B_{ИК} + B_{К})$, где $B_{К}$, $B_{ИК}$ – спектральные коэффициенты энергической яркости, соответственно, в красном ($\lambda_{max} - 680$ нм) и инфракрасном ($\lambda_{max} - 800$ нм) спектральных диапазонах. По результатам наблюдений при полной синхронности временного хода и высокой корреляции ($r - 0,95-0,99$) вегетационных индексов RVI и NDVI, первый значительно контрастней отражал разницу между исследуемыми вариантами в начальный и конечный периоды вегетации органоминерального удобрения. При проведении дальнейшего анализа ограничимся рассмотрением результатов только по RVI. Фотометрический измеритель позволяет измерять вегетационные индексы в диапазоне освещённости от 0,5 до 13 Вт/м² с относительной погрешностью не более 5 %. Временной интервал фотометрических измерений всех вариантов не превышал 1 часа (в период с 12 до 14 ч). Измерения проводились с фиксированной высоты – 1,3 м по нормали к подстилающей поверхности и временным интервалом 7 дней. Диаметр измеряемой площадки при этом составляет 0,9 м. Общая фотометрируемая площадь каждого участка составляла 12–15 % общей площади, регистрация координат GPS точек измерения с разрешением ± 5 м.

Измерения в ультразвуковом диапазоне проводились датчиком ультразвукового дальномера (поз. 2) на базе модуля HC-SR04 [15] с приёмником и передатчиком ультразвукового сигнала, установленного соосно с фотодатчиком. Принцип действия УД основан на хорошо известном явлении эхолокации. Излучатель формирует акустический сигнал звуковой частотой 40 кГц. Минимальный размер препятствий, расстояние до которых может измеряться для этой частоты – 8 мм. Диапазон измерения расстояния дальномера HC-SR04 – до 4 м с разрешением 0,3 см. Угол наблюдения – 30°, эффективный угол – 15°. Импульсы излучателя, отразившись от фитоэлементов, регистрируются приёмником. Зная скорость распространения ультразвука в воздухе и время запаздывания между излучённым и принятым сигналом, рассчитывают расстояние до акустической преграды («активного слоя») растительного покрова R . В диапазоне температуры от -50 до 50 °С зависимость скорости звука $V_{ЗВ}$ от температуры воздуха t является линейной и аппроксимируется уравнением $V_{ЗВ} = 0,609 t + 330,75$ м/с. Датчики температуры воздуха и GPS размещены в пульте управления (поз. 3). Измерения расстояния и спектральных характеристик участка проводились синхронно, с фиксированной высоты. Результат измерения УД условно «эффективная» высота РП – H_j определялась как

$$H_j = H_0 - R_j, \quad (2)$$

где H_0 – высота установки УД фиксируется упором, устанавливается перед началом измерения; R_j – измеряемое датчиком УД расстояние до формирующего отражённый сигнал «активного слоя» РП.

Естественно, «эффективная» высота РП меньше высоты, которую определяют согласно Наставления [8]. Подобную характеристику мы получали с предыдущим макетом прибора ФИРП [2]. Прибор позволял по интегральным кривым накопления массы фотосинтезирующих элементов определять на площади до 10 м² так называемую «эффективную» h_3 высоту РП – толщину слоя РП, который содержит 90 % общей массы РП. По виду интегральных кривых накопления массы РП делятся на три группы: выпуклая, линейная и вогнутая. Ячмень в такой классификации входит в первую группу, для которой отношение h_3/h лежит в пределах 0,4–0,75. Для этой группы характерно наличие максимума массы фитоэлементов в нижних слоях РП. В ходе вегетации однолетних сельскохозяйственных культур по мере отмирания листьев нижних слоёв, с появлением и ростом репродуктивных органов функция распределения фитомассы изменяется и стремится к второму виду. Измеряемая предложенным методом высота h_3 , более репрезентативно и реально отражает физический смысл высоты РП. Корреляция h_3 практически со всеми фитопараметрами значительно выше [2], чем при определении стандартными агрометеорологическими методами наблюдений.

Результаты и обсуждение

Биометрические измерения стандартными методами включали измерения высоты и густоты растений. Густота растений N (количество растений на 1 м²) определялась в фазу кущения – 31.05, высота – до момента прекращения роста. Результаты биометрических измерений приведены в табл. 2.

Таблица 2

Результаты определения биометрических характеристик и урожайности

Вариант	N	Высота растений на дату, см										Урожай, ц/га	
		31,5	7,6	14,6	21,6	28,6	5,7	11,7	19,7	26,7	Средний	СКО*	
V1	231	15	21	33	40	50	53	56	66	66	26,8	3,9	
V2	202	15	24	37	55	60	64	67	72	72	34,9	3,6	
V3	241	15	25	37	55	61	63	67	72	71	36,9	1,8	
V4	248	15	24	38	54	61	64	66	72	72	41,0	0,7	
V5	235	15	24	37	54	60	63	66	71	71	36,3	5,5	
V6	240	15	25	37	54	59	62	67	70	70	37,2	4,7	

Примечание: СКО – среднеквадратическое отклонение.

Засорённость посева определяли до и после обработки. Наблюдения в период вегетации показали, что перед внесением гербицидов в посевах ячменя насчитывалось от 21 до 25 сорных растений на 1 м², из них однолетних 16–20, многолетних – 3–5. Визуальная оценка засорённости на всех участках по шкале, предложенной И. И. Либерштейном [7], соответствовала определению «слабая» (проективное покрытие сорняками – менее 10 %). Из однолетних сорных растений в посевах содержались: марь белая, ромашка аптечная, просо куриное, горец вьюнковый, из многолетних – осот полевой, бодяк полевой, вьюнок полевой. После обработки засорённость посевов ячменя значительно снизилась как при внесении полной, так и половинной нормы гербицида СЕРТО Плюс. После обработки численность сорных растений составляла 4–15 на 1 м². Различия значимы при сравнении с исходной засорённостью и с контрольным вариантом (табл. 3).

Таблица 3

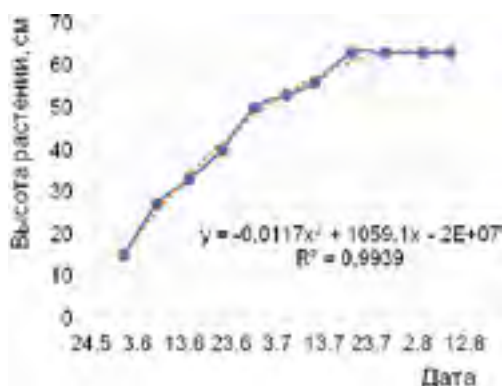
Количество сорняков по видам до и после обработки (0/0)

Виды сорняков	Вариант					
	V1	V2	V3	V4	V5	V6
Всего	25/25	30/30	33/5	27/4	28/7	29/5
Однолетние	18/18	23/23	26/4	22/2	22/5	22/5
Марь белая	10/10	12/12	11/1	11/0	11/1	12/2
Горец вьюнковый	1/1	2/2	4/1	3/0	3/1	4/1
Ромашка аптечная	2/2	2/2	3/0	2/1	3/1	2/0
Ежовник обыкновенный	5/5	7/7	8/2	6/1	5/2	6/2

Окончание таблицы 3

Виды сорняков	Вариант					
	V1	V2	V3	V4	V5	V6
Многолетние	7/7	7/7	7/1	5/2	6/2	7/0
Осот полевой	2/2	3/3	2/0	1/1	2/0	1/0
Бодяк полевой	1/1	1/1	1/0	2/1	1/1	2/0
Вьюнок полевой	4/4	3/3	4/1	2/0	3/1	4/0

В неблагоприятных метеорологических условиях года (засуха) для однородного агрохимического фона гидрофизических и механических свойств почвы получено 26,8–41,0 ц/га зерна ячменя в зависимости от варианта обработки (рис. 3 б). Наименьшая урожайность получена на делянках без внесения удобрений, наибольшая – при внесении удобрений, полной нормы гербицида и при обработке растений ячменя органоминеральным удобрением в фазу всходов и выхода в трубку. Это позволило дополнительно к контролю (без удобрений) получить 14,2 и 6,1 ц/га по отношению к фону $N_{60}P_{60}K_{60}$. Различия статистически достоверны при наименьшей существенной разности 4,2 ц/га. По остальным вариантам достоверная прибавка получена только по отношению к контролю без удобрений. Применение инсектицида на фоне полной нормы внесения гербицида способствовало повышению урожайности относительно фона на 3,3 и 1,0 ц/га, при внесении органоминерального удобрения на фоне и половинной нормы гербицида – 1,4 и 2,3 ц/га соответственно. Различия находятся в пределах наименьшей существенной разности, что свидетельствует лишь о тенденции повышения урожайности ячменя.



а)



б)

Рис. 3. а) Динамика высоты растений в период вегетации; б) Средняя урожайность ячменя «Московский-86» (а – потенциальная урожайность; б – средне климатическая урожайность ячменя; урожайность по вариантам опыта: V1 – контроль; V2–V6 – варианты с интенсивной технологией)

На рис. 4 представлены графики временной динамики *RVI* шести вариантов обработки на опытной делянке на фоне кривой количества осадков.

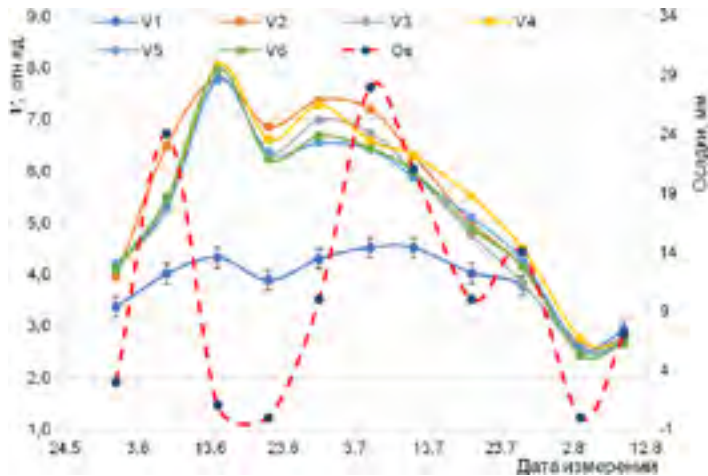


Рис. 4. Временная динамика вегетационного индекса *RVI* шести вариантов на опытной делянке на фоне количества осадков (*Os*)

Типичная одномодальная колоколообразная кривая сезонной динамики *RVI* – $v(\tau)$ [10] в наблюдаемом опыте была деформирована опасным метеорологическим явлением – кратковременной засухой. Провал в амплитуде *RVI* всех вариантов в период колошения отражает недостаток водообеспеченности в самый критический по потребностям во влаге период вегетации ячменя (выход в трубку–колошение) при высоких среднесуточных температурах воздуха. Относительная величина провала *RVI* в вариантах в %, соответственно, составила V1–10; V2–14; V3–18; V4–18; V5–18; V6–22.

Растения на контрольном варианте V1 слабее всего отреагировали на засушливый период из-за меньшей биомассы и, следовательно, меньшей потребности в доступных влагозапасах на делянке.

Таблица 4

Коэффициенты вариации *RVI* на участках опытной делянки

Фаза	Общая	Варианты					
		V1	V2	V3	V4	V5	V6
Кущение	25 %	24 %	24 %	26 %	26 %	26 %	25 %
Выход в трубку	24 %	17 %	25 %	25 %	25 %	26 %	25 %
Колошение	21 %	16 %	21 %	21 %	22 %	22 %	22 %
Цветение	16 %	11 %	16 %	17 %	17 %	17 %	17 %
Молочная спелость	21 %	19 %	22 %	22 %	22 %	21 %	21 %

Окончание таблицы 4

Фаза	Общая	Варианты					
		V1	V2	V3	V4	V5	V6
Молочно-восковая спелость	17 %	16 %	17 %	17 %	18 %	17 %	17 %
Восковая спелость	14 %	13 %	15 %	14 %	11 %	14 %	14 %
Полная спелость	9 %	7 %	9 %	9 %	9 %	9 %	9 %

Возможность оценки пространственной неоднородности посева, обусловленную различными причинами – одно из важнейших достоинств фотометрического метода. По результатам измерений *RVI* на участках с интервалом 1 мин – самая низкая вариабельность посевов (см табл. 4) – наблюдалась на контроле – варианте V1. Отсутствовали тренды плодородия почвы продольных и поперечных полос на делянке. Повышение вариации на вариантах V2÷V6 в основном связана с неравномерностью проводимых на них ручных обработок. По мере созревания, а, следовательно, биомассы на всех участках, вариация *RVI* снижается, её размер по отдельным вариантам (в группах) превышает общую вариацию опытной делянки.

Для оценки существенности различий по *RVI* между вариантами обработок были использованы процедуры однофакторного дисперсионного анализа с помощью программы SPSS Base. С 95 % уровнем доверительной вероятности невозможно сделать вывод об статистической значимости различий по *RVI* между эффектами обработок на участках вариантов V2÷V6 в данном опыте.

В период 03.08.2023–09.08.2023 в фазу полной спелости подъём кривых связан с ростом сорной зелёной растительности на фоне пожелтевших растений ячменя. Плотность сорной растительности в вариантах V1; V2; V3; V4; V5; V6 по значению *RVI*, соответственно, распределялась в соотношении 2,92–2,76–2,73–2,64–2,67–2,68. Максимальная засорённость наблюдалась в варианте V2, а минимальная – на V4. Амплитуда *RVI* в межфазный период восковая–полная спелость может служить критерием остаточной засорённости и эффективности предшествующих обработок на делянке.

Таблица 5

Размеры эффектов дисперсионного анализа

Фактор	Параметр	Точечная оценка	95 % доверительный интервал	
			нижняя	верхняя
Урожай	Эта-квадрат*	0,584	0,551	0,611
	Эпсилон-квадрат	0,583	0,550	0,610
	Фиксированный эффект омега-квадрат	0,582	0,549	0,609
	Случайный эффект омега-квадрат	0,218	0,196	0,238

Примечание: * – Эта квадрат и эпсилон-квадрат оцениваются на основе модели фиксированных эффектов.

В то же время статистические характеристики связи вариантов с урожайностью показывают значение корреляции 0,645 при двусторонней значимости $<0,01$, а при однофакторном дисперсионном анализе подтверждают (см. табл. 5, 6) значимое отличие эффекта обработок.

Таблица 6

Значимость различий между вариантами обработки по их урожайности

Урожай	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	F-критерий	Уровень значимости
Между группами	24965,084	5	4993,02	348,57	$< 0,01$
Внутри групп	17762,015	1240	14,32		
Всего	42727,100	1245			

Множественный анализ показал отсутствие значимой разницы средних значений *RVI* в парах V3–V4; V3–V6; V4–V6 за период вегетации.

В результате опыта (рис. 2) видно, что достигнутое значение урожайности ячменя в вариантах опыта ниже среднеклиматических и потенциальных значений для этого сорта [18]. Одним из возможных факторов, который повлиял на снижение урожайности, был недостаток продуктивной влаги, который получил отражение в трансформации траекторий *RVI*. Поскольку мы не располагаем траекториями *RVI* для потенциальной и средне климатической величины продуктивности данного сорта ячменя, единственным способом оценить количественно эффективность выполненных обработок можно на основе сравнения траекторий интенсивных технологий с контрольным вариантом. Контрольный вариант у нас является биоиндикатором опытной делянки, учитывающий эффективное естественное плодородие почвы и микроклимат вегетационного периода. В табл. 7 приведён ряд средних характеристик параметров траекторий *RVI* – $v(\tau)$ для вариантов интенсивных технологий за период с 23.06 по 13.07 в сравнении с контрольным вариантом V1, где \bar{v} – средние значения *RVI* за период, (безразмерная величина); $(\bar{v}_j - \bar{v}_1)$ – разница средних – абсолютное возвышение над контролем; $(\bar{v}_j - \bar{v}_1) / \bar{v}_1$ – относительное возвышение над контролем; C_v – коэффициент вариации среднего значения; $(\bar{S}_j - \bar{S}_1)$ – разница между площадями, ограниченными траекториями средних значений *RVI* за период соответствующих вариантов (работа интенсивной технологии).

Таблица 7

Средние показатели траекторий *RVI* за период с 23.06 по 13.07

Вариант	\bar{v}	$\bar{v}_j - \bar{v}_1$	$(\bar{v}_j - \bar{v}_1) / \bar{v}_1$	$C_v, \%$	$\bar{S}_j - \bar{S}_1$	Урожай, ц/га
V1	3,1	0,0	0,0	0 %	0	26,8
V2	5,6	2,8	1,0	16 %	627	34,9
V3	5,2	2,5	0,9	12 %	542	36,9
V4	5,3	2,6	1,0	13 %	574	41,0

Окончание таблицы 7

Вариант	\bar{v}	$\bar{v}_j - \bar{v}_1$	$(\bar{v}_j - \bar{v}_1) / \bar{v}_1$	$C_v, \%$	$\bar{S}_j - \bar{S}_1$	Урожай, ц/га
V5	5,0	2,3	0,8	12 %	499	36,3
V6	5,0	2,3	0,8	13 %	497	37,2

Как видно из таблицы, все показатели, основанные на RVI, имеют прямую корреляцию с урожайностью и могут выступать количественной мерой эффективности используемой технологии для всех траекторий, кроме траектории варианта V2. Особенность этой траектория обуславливается вкладом в спектральные характеристики РП сорной растительности. В варианте V2, в отличие от вариантов V3–V6, отсутствовала химическая обработка против сорняков и вредителей, а подкормкой $N_{60}P_{60}K_{60}$ были созданы все условия для роста сорняков.

Учёт воздействия фактора засорённости на траекторию потенциала, согласно динамической схеме (1), можно описать вектором, направленным в сторону, противоположную подъёмной силе, равной:

$$R_C(\tau) = k(\tau, j) \cdot m(\tau)_j \cdot d(\tau)_j, \quad (3)$$

где $m(\tau)_j$ – количественная оценка плотности сорной растительности j -го вида на 1 м^2 ; τ – биологическое время; $d(\tau)_j$ – вредоносность j -го вида сорной растительности; $k(\tau, j)$ – коэффициент пропорциональности $k(\tau, j) = v(\tau) / m(\tau)_j \cdot d(\tau)_j$ реакция датчика на единицу сорной растительности j -го вида.

Благодаря анализу координатным методом динамики перемещения точки по траектории $v(\tau)$ расширяется перечень параметров цифрового описания состояния агроценозов. Приведём результаты анализа данных опыта для периода онтогенеза ячменя с 13.06 по 28.06. Этот период характеризуется деформацией типичной одномодальной кривой динамики ВИ [9] с характерными параметрами кинетики [5]. На участке траектории в период $\Delta_1 = \tau_1 - \tau_0$, связанный с угнетением растений стрессовым фактором, функция $v(\tau)$ снижается. В последующий в период $\Delta_2 = \tau_2 - \tau_1$, связанный с адаптацией и восстановлением ростовых функций растений $v(\tau)$ повышается. Кинематика этого периода отражается перемещением точки M по траектории RVI – $v(\tau)$ из положения $M_0(\tau_0, v_0) \rightarrow M_1(\tau_1, v_1) \rightarrow M_2(\tau_2, v_2)$. Чтобы снизить неопределённости оценки продолжительности периода восстановления растений по амплитуде ВИ, мы выбрали его равным периоду воздействия $\Delta_1 = \Delta_2$.

Анализ полученных результатов, характеризующих деформацию траекторий под воздействием засухи, приведённых в табл. 8., показывает, что такие точечные параметры, как разница потенциалов траекторий $v(\tau)$ вариантов опыта, не могут служить однозначной оценкой эффекта воздействия, однако более сложные и комплексные параметры, сформированные на площадных характеристиках, – (в табл. 8), – это площади под траекториями $v(\tau)$

в периоды спада и подъёма (аналог работы воздействия $A\uparrow$ и реабилитации $A\downarrow$), могут представлять более реалистично связь разных видов воздействия с изменением формы траектории. Рабочие целевые индексы (подобные стресс-индексам [13], созданные на их базе, могут давать более обоснованные физически и подходящие интегральные характеристики изменения формы траекторий.

Таблица 8

Характеристики траекторий RVI ячменя в период засухи и восстановления

Параметр	Варианты			Варианты		
	V1	V4	V5	V1	V4	V5
v_0	4,27	7,75	7,78			
v_1	3,81	6,32	6,56			
$(v_0 - v_1)/v_0$	0,11	0,18	0,16			
$(v_0 - v_1)/\Delta$	0,06	0,18	0,15			
$A\downarrow$	1,93	5,28	4,51			
v_2				4,28	6,53	7,22
$ (v_1 - v_2)/v_1 $				0,13	0,06	0,10
$ (v_1 - v_2)/\Delta $				0,06	0,05	0,08
$A\uparrow$				1,70	2,13	2,61
$A\uparrow - A\downarrow$	-0,23	-3,15	-1,90			
$A\uparrow / A\downarrow$	0,88	0,40	0,58			
$(A\uparrow - A\downarrow) / A\downarrow$	0,12	0,60	0,42			

Примечания: $(v_0 - v_1)/v_1$ – относительное снижение амплитуды за $\Delta_1 = (\tau_1 - \tau_0)$ – период воздействия засухи; $(v_0 - v_1)/\Delta$ – скорость снижения потенциала за период засухи; $A\downarrow$ – работа воздействия засухи по снижению потенциала траектории; $|(v_1 - v_2)/v_1|$ – модуль относительного повышения амплитуды в период восстановления; $|(v_1 - v_2)/\Delta|$ – модуль скорости повышения потенциала в период восстановления после засухи; $A\uparrow$ – работа по восстановлению потенциала траектории растений.

Сравнивая площадные характеристики периодов воздействия $A\downarrow$ и восстановления $A\uparrow$ можно оценить совокупный результат воздействия опасного явления. Очевидно, получить точное и в то же время достаточно простое математическое выражение, которое связывает величину эффекта с уровнем и продолжительностью воздействия (зависимость «доза–время–эффект»), можно лишь в рамках определенных ограничений как по механизму, так и по экспериментальным условиям. Больше всего от засухи пострадал имеющий наибольший потенциал вариант V4 (Фон + CERTO Плюс (100 %) + РОСТОДАР (2 обр.)). Учитывая высокую корреляцию RVI с урожайностью в фазу колошения, потенциал этого варианта для среднелиматических условий может быть выше 50 ц/га. Главное достоинство метода – это возможность дифференцировать эффекты от опасных явлений и агротехнических мероприятий.

Результаты акустических измерений УД сезонной динамики эффективной высоты $H(\tau)$ для вариантов опыта приведены на рис. 5.

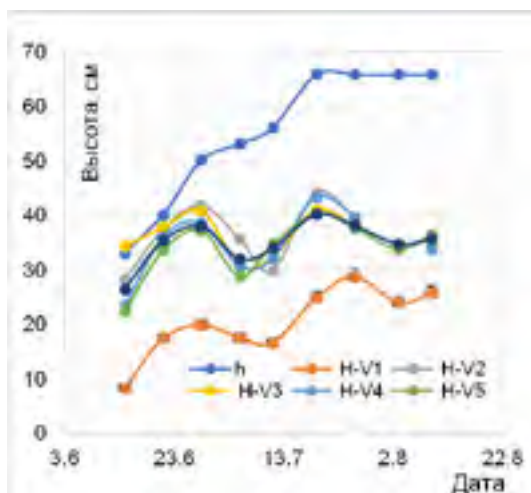


Рис. 5. Временная динамика высоты растений по измерениям линейкой h и ультразвуковым дальномером H в разных вариантах опыта

По мере роста и развития посева ячменя расхождения между высотой РП, измеренной линейкой h и данными УД H возрастают, поскольку при измерении линейкой акцент делается на вертикальную составляющую проекцию фитоэлементов, тогда как отражение звуковых волн от них по мере роста становится менее значимое, поскольку они имеют линейные размеры меньше длины волны. Провалы в траекториях $H(\tau)$ отражают снижение высоты расположения эффективного (активного) слоя в период депрессии агроценоза, связанной с засушливым периодом, и имеют ту же природу, что и для RVI (рис. 4). Представляет интерес корреляция между RVI и H ячменя в течение периода вегетации (рис. 6), из которой видна тесная прямая корреляционная связь между показаниями фотометрического и ультразвукового датчиков в период активного роста и практически её отсутствие с началом созревания. Следовательно, в этот период вегетации факторы, определяющие H , отличаются от тех, которые определяли сигнал в период роста и развития.

Таким образом, в этот период величина H является весьма полезным и дополнительным к вегетационным индексам RVI и $NDVI$ источником информации состояния агроценоза. Несмотря на довольно сложную предметную интерпретацию параметра H , связывающего эффект отражения звуковой волны от шероховатой подстилающей поверхности, он весьма эффективно может найти применение как самостоятельно, так и в составе целевых цифровых технологических индексов.

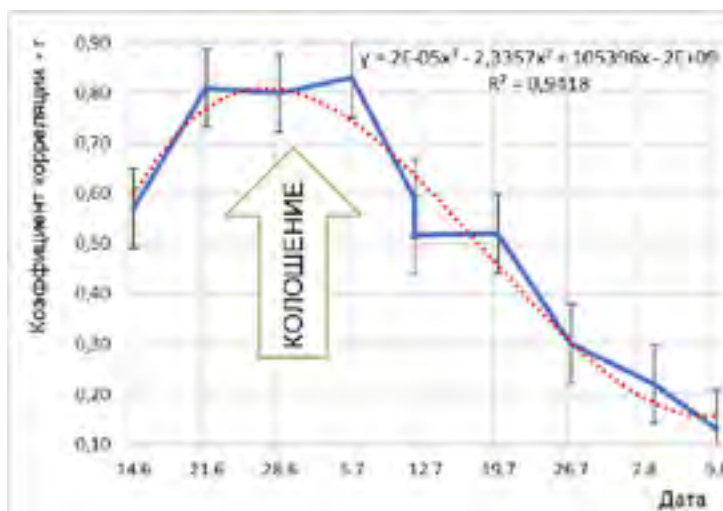


Рис. 6. Сезонная корреляция между RVI и эффективной высотой *H* ячменя

Авторы выражают благодарность педагогу Фарнакееву Игорю Валерьевичу и ученику Шарко Милану — членам Обнинского «Кванториума» за помощь при разработке ультразвукового канала исследовательского прибора.

Выводы

Получены сопряжённые материалы биометрических, фотометрических и акустических измерений параметров временной динамики ростовых процессов в условиях мелкоделяночного полевого опыта интенсивной технологии выращивания посевов ячменя сорта «Московский-86». Максимальный эффект получен на варианте совместного применения: удобрений, полной дозы гербицида и органоминерального удобрения $N_{60}P_{60}K_{60} + \text{CERTO Plus (100 \%)} + \text{РОСТОДАР (2 обработки)}$, в котором достигнуто повышение урожайности ячменя, по сравнению с контролем, в 1,5 раза.

По кинетическим параметрам траекторий временной динамики вегетационных индексов дифференцированы основные стороны роста и развития агроценозов, в том числе зафиксирована интенсивность и продолжительность периода угнетения растений из-за недостатка запасов продуктивной влаги. Определены эффективность применённых обработок по сравнению с биоиндикатором — контрольным посевом, неоднородность растительного покрова и почвенного фона, засорённость участков, что может быть использовано при планировании будущих исследований. Апробация измерений в ультразвуковом диапазоне показала принципиальную возможность дополнить спектральную оценку состояния агроценозов оценкой структурных характеристик посевов и расширить область показателей роста, контроля и прогнозирования влияния техногенной деятельности на состояние и качество экосистем.

Список литературы

1. Абашев В.Д., Козлова Л.М., Светлакова Е.В. Влияние минеральных удобрений на урожайность и качество зернофуражного ячменя и голозёрного овса // Кормопроизводство. 2015. № 4. С. 11–15.
2. Ген А.А., Моргунов Ю.А. Фотометрический метод в агрометеорологии: состояние и перспективы // Гидрометеорология и образование. 2020. № 1. С. 42–53.
3. Ген А.А., Грингоф И.Г., Моргунов Ю.А. Фотометрический измеритель для агроэкологического мониторинга // Гидрометеорология и образование. 2020. № 1. С. 42–53.
4. Ген А.А., Грингоф И.Г., Моргунов Ю.А. О возможности универсальности оценки воздействия опасных явлений // Гидрометеорология и образование. 2024. № 1. С. 42–53.
5. Гендугов В.М., Глазунов Г.П. Макрокинетическая модель микробного роста на многокомпонентном субстрате // Вестник МГУ. Сер. 17: Почвоведение. 2014. № 3. С. 10–16.
6. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Колос, 1979. 413 с.
7. Либерштейн И.И. Картирование засорённости // Защита растений. 1979. № 5. С. 38–41.
8. Методика Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. М., 1985. 116 с.
9. Моделирование динамики вегетационного индекса NDVI озимой пшеницы в условиях ЦФО / А.Г. Буховец, Е.А. Семин, Е.И. Костенко, С.И. Яблоновская // Вестник ВГАУ. 2018. № 2 (57). С. 186–199.
10. Наставление гидрометеорологическим станциям и постам. Вып. II. Л.: Гидрометеоиздат, 1972. 288 с.
11. Посевные площади, валовые сборы и урожайность сельскохозяйственных культур Калужской области: статистический сборник. Калуга: Отдел ИСУ Калугастата, 2022. 132 с.
12. Росс Ю.К. Радиационный режим и архитектура растительного покрова. Л.: Гидрометеоиздат, 1975. 400 с.
13. Сравнительный фотометрический и биолокационный методы оценки состояния растений / В.Г. Сурин, Л.Е. Колесников, Э.В. Кувалдин, Ю.Р. Саблина // Источники биоактивных излучений. Минералы. Электрические поля. Растения: сб. научн. статей. М.: МНТО РЭС им. А.С. Попова, 2006. С. 48–54.
14. Технология возделывания яровых зерновых культур в Центральном федеральном округе. Рекомендации // А.С. Васютин, П.М. Политыко, Е.Ф. Киселев и др. / М., 2014. 94 с.
15. Ультразвуковой дальномер HC-SR04 [Электронный ресурс]. URL: Обзор ультразвукового датчика расстояния HC-SR04 https://supereyes.ru/catalog/Datchiki_arduino/Ultrazvukovoj_dalnomer_HC_SR05/ (дата обращения: 01.04.2024)
16. Усков И.Б. Микроклиматология в агрофизике // Агрофизика. 2012. № 3(7). С. 21–30.
17. Холоимова А.С. Биологические методы экологической диагностики как эффективный способ оценки качества природной среды // Вестник Московского университета. Сер.: Биология. 2013. № 4. С. 33–37.
18. Ячмень яровой «Московский-86». [Электронный ресурс]. — URL: <https://gossortrf.ru/registry/search> (дата обращения: 01.12.2023).

Cand. Tech. A.A. Gen
Kaluga Research Agriculture Institute Branch of Russian Potato Research Centre
Cand. Agricul. V.A. Burlutsky
Peoples' Friendship University of Russia
Dr. Biol. I.G. Gringof
All-Russian Research Institute of Agricultural Meteorology
Cand. Phis.-Math Y.A. Morgunov
All-Russian Research Institute of Agricultural Meteorology
Cand. Agricul. P.S. Semeshkina
Kaluga Research Agriculture Institute Branch of Russian Potato Research Centre
M. A. Ryzhukhina
Kaluga Research Agriculture Institute Branch of Russian Potato Research Centre

PHOTOMETRIC AND ULTRASONIC METHODS OF BARLEY CROP CONDITION ASSESSMENT

In the field plot experiment during the vegetation period the estimation of the condition of barley crops of the variety «Moskovsky – 86» was carried out by photometric and ultrasonic methods. The results of ground-based determination of time series by the photometric meter FI-20A, equipped with ultrasonic sonar on the basis of HC-SR04 module, in the ultrasonic (40 kHz) range are presented. Statistical processing of data showed that the joint application of fertilizers, full dose of herbicide and organomineral fertilizer ROSTODAR in the phase of sprouting and emergence into the tube in addition to the control (without fertilizers) allowed to obtain 14.2 c/ha, and in relation to the background N60P60K60-6.2 c/ha. Application of half dose of herbicide provided 32.7 c/ha, which is more than the control and background by 10.4 and 2.3 c/ha. On the basis of experimental data the possibility and perspective of using parameters, kinematics of trajectories of simple vegetation index RVI, as well as perspective of ultrasonic method for estimation of structural indicators of vegetation census were demonstrated.

Keywords: *barley, field experiment, means of intensive agrotechnology, productivity and efficiency, photometric method, vegetation indices, meteorological hazard, bioindicator, ultrasonic location.*

ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

THEORY AND PRACTICE OF VOCATIONAL EDUCATION

Кандидат экон. наук, проф. Б.И. Шайтан
Российская академия кадрового обеспечения
агрпромышленного комплекса

ФУНКЦИИ И ЗАДАЧИ ШТАТНЫХ И ПРИГЛАШАЕМЫХ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЙ ДПО В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

Эффективность деятельности образовательных учреждений дополнительного профессионального образования в решающей степени зависит от кадрового состава и профессионального уровня штатных и приглашаемых преподавателей. В образовательных учреждениях ДПО очень важно определиться с количеством штатных преподавателей, объёмом выполняемой ими учебной нагрузки, их ролью в организации педагогической деятельности учреждения и взаимодействиях с приглашаемыми преподавателями.

Ключевые слова: *дополнительное профессиональное образование, штатные и приглашённые преподаватели, функции, совместная работа.*

Система дополнительного профессионального образования играет особую роль в кадровом обеспечении всех отраслей народного хозяйства страны.

От её эффективной деятельности во многом зависят темпы освоения в реальном производстве достижений научно-технического прогресса, реализация государственных программ и национальных проектов развития производства и социальной сферы, продовольственная, экологическая и национальная безопасность страны [2–4, 12–15].

В настоящее время в Правительстве РФ разрабатывается очень важный документ – Национальный проект «Кадры», рассчитанный на 2025–2030 годы. Главная цель нацпроекта «Кадры» – подготовка профессиональных кадров, способных работать в условиях новой технологической революции и обеспечить технологический суверенитет страны. Проект предполагает непрерывное сопровождение каждого человека от момента, когда он определяется с профессией, до того, когда он становится профессионалом.

Для реализации поставленной цели предлагается решить ряд задач:

- достижение гармоничной интеграции рынка труда и системы образования и подготовки кадров;
- обеспечение непрерывного образования и развития навыков персонала;
- развитие инженерных школ и технологического суверенитета.

К 2030 году в России планируется создать 100 новых инженерных школ для подготовки кадров, способных создавать глобально конкурентные технологические продукты. В совокупности реализация проекта должна дать мощный импульс росту производительности труда и технологического развития страны. В реализации проекта «Кадры» большая роль будет принадлежать системе дополнительного профессионального образования. Деятельность образовательных учреждений ДПО в преобладающей степени зависит от состава и профессионализма преподавательского персонала. Важнейшей задачей руководства образовательных учреждений ДПО является определение численности профессорско-преподавательского состава.

Минобрнауки России в своё время были разработаны рекомендации по определению нормативного количества штатного профессорско-преподавательского состава (ППС) [2]. Расчёт рекомендовано производить по формуле:

$$ППСн = \frac{Ссг}{Коб},$$

где $ППСн$ – нормативное количество штатных преподавателей; $Ссг$ – среднегодовое количество слушателей системы ДПО; $Коб$ – количество среднегодовых обучающихся в вузах конкретной отрасли на одного ППС (в аграрных вузах – 12 человек).

Расчётное (нормативное) количество ППС в системе ДПО агропромышленного комплекса в соответствии с п. 4 Постановления Правительства РФ от 10 февраля 2000 г. № 117, в подготовке которого автор принимал непосредственное участие [1], увеличивается на 25 %. Снижение норм среднегодового

контингента слушателей на одного преподавателя в образовательных учреждениях дополнительного профессионального образования по сравнению с вузами обосновано более сложной работой преподавателей в системе ДПО со взрослыми слушателями – руководителями и специалистами предприятий и организаций – по сравнению с работой преподавателей вузов со студентами.

Этой нормой снижения среднегодового контингента слушателей на одного преподавателя системы ДПО (на 25 %), как прецедентом, можно пользоваться близким по организации деятельности учреждениям ДПО Росгидромета, Росрыболовства, Минприроды России. Негосударственным образовательным организациям ДПО целесообразно использовать эту норму при определении фонда оплаты труда для расчёта стоимости обучения одного слушателя (ведь это официальный документ Правительства, а не случайно придуманная цифра).

Рассчитанная таким образом численность ППС включается в штатное расписание учреждения для определения фонда оплаты труда. При реальном же комплектовании штата ППС надо исходить из следующего положения: самый высококвалифицированный, высокопрофессиональный штатный преподаватель в течение двух-трёх лет по независящим от него объективным причинам отстаёт от постоянно меняющейся жизни [16–19].

Во всех отраслях быстрыми темпами развивается научно-технический прогресс, возникает и совершенствуется практический опыт, осваиваются зарубежные новинки, а штатные преподаватели в силу занятости учебной работой, недостаточности средств у образовательных учреждений на командировки и производственные стажировки ППС, невозможности специалистов предприятий уделять много внимания приезжающим в командировки, узнают об инновациях с запозданием, в основном из периодической печати.

Ряд образовательных учреждений ДПО ведут учебный процесс в основном штатными преподавателями. Это большая ошибка. Наш жизненный и педагогический опыт свидетельствует, что этим часто и обуславливается неудовлетворённость проходящих профессиональную переподготовку и повышение квалификации руководителей и специалистов производства.

Такое положение абсолютно не критично для вузов, где преподаватели должны прежде всего передать студентам основы знаний по каждому предмету. И оно недопустимо для системы дополнительного профессионального образования, куда руководители и специалисты приезжают только за новыми знаниями, за новыми инновациями, за новым эффективным отечественным и зарубежным опытом [2–22]. Безусловно, некоторая часть штатных преподавателей образовательных учреждений ДПО имеют тесные постоянные связи с организациями-производителями, участвуют в прикладных научных исследованиях, во внедрении (в качестве консультантов) инноваций в производство и им есть чем поделиться со слушателями. Но это, к сожалению, небольшая часть штатных преподавателей.

Наш 20-летний опыт работы ректором ФГБОУ ДПО АПК «Российская академия кадрового обеспечения агропромышленного комплекса» и проведённые исследования (табл. 1) свидетельствуют, что в образовательных учреждениях ДПО для эффективной работы по повышению квалификации и профессиональной переподготовки слушателей необходимо 60–70 % объёма учебных занятий осуществлять силами приглашённых руководителей и специалистов органов управления и предприятий, ведущих учёных, эффективных консультантов – авторов инноваций и/или непосредственных участников их практического освоения. В этом случае слушатели получают все необходимые сведения о новых и перспективных технологиях, как говорится – с «первых рук». Это очень полезно как для обучающихся слушателей, так и для приглашённых для проведения занятий специалистов. Слушатели получают самые новые и достоверные (не искажённые средствами массовой информации) инновационные знания, а приглашённые для проведения занятий специалисты органов управления и учёные имеют возможность получить достоверные сведения о реальных проблемах производства, не выезжая в дорогостоящие командировки [2, 14, 15, 23].

В ряде случаев во время обучения слушатели (особенно руководители организаций) заключают с учёными и консультантами договоры на профессиональное сопровождение их деятельности и внедрение инноваций в своих предприятиях после прохождения повышения квалификации или профессиональной переподготовки.

Таблица 1

Удовлетворённость слушателей системы ДПО АПК преподавательским составом, 2022–2024 гг.

Вопросы анкеты	Получено ответов	
	Количество	в %
Какова для Вас главная цель дополнительного профессионального образования:	Всего 689	
– обновить имеющиеся знания	133	19,3
– получить новые знания	244	35,4
– изучить эффективные достижения НТП, передовой опыт	312	45,3
Занятиями каких преподавателей Вы больше всего удовлетворены:	Всего 642	
– штатных преподавателей ОУ ДПО	159	24,8
– штатных преподавателей вузов	94	14,6
– приглашённых преподавателей (с производства, органов управления, науки, консультантов)	389	60,6
Какая форма занятий для Вас более восприимчива и информационно насыщена:	Всего 653	
– проводимая одним преподавателем	99	15,2
– проводимая двумя преподавателями – штатным и приглашённым (дуальная)	218	33,4
– дуальная с вовлечением слушателей	336	51,4

Окончание таблицы 1

Вопросы анкеты	Получено ответов	
	Количество	в %
Достаточно ли Вам информации, излагаемой преподавателями во время занятий, или нужны дополнительные нормативные, проектные и методические материалы для внедрения в производство:	Всего 674	
– достаточно	195	28,9
– нужны дополнительные методические материалы	479	71,1
В каком учреждении для Вас предпочтительнее получать дополнительное профессиональное образование:	Всего 656	
– в образовательном учреждении ДПО	408	62,2
– в вузе	56	8,5
– в научной организации	89	13,6
– в консультационной организации	103	15,7
Готовы ли Вы заключить договор на постучебное профессиональное сопровождение Вашей практической деятельности по реализации на производстве полученных знаний:	Всего 623	
– да, готов	307	49,3
– нет, не нужно	123	19,7
– затрудняюсь ответить	193	31,0

Анализ свидетельствует, что, как указано выше, главной целью дополнительного профессионального образования для руководителей и специалистов организаций является изучение эффективных достижений научно-технического прогресса и передового отечественного и зарубежного опыта (45,3 % ответивших на анкетный опрос), на втором месте (35,4 %) – получение новых знаний и только 19,3 % слушателей хотят обновить имеющиеся знания.

Ответы слушателей на второй вопрос анкеты показывают, что только менее четверти из них удовлетворены занятиями, проводимыми штатными преподавателями учреждений ДПО, ещё меньше (14,6 %) удовлетворены занятиями штатных преподавателей вузов и более 60 % слушателей высоко оценивают занятия, проводимые приглашёнными руководителями и специалистами органов управления и организаций, учёными и практикующими консультантами.

Почти 85 % слушателей считают более предпочтительными и информационно насыщенными занятия, проводимые двумя преподавателями – штатным и приглашённым (дуально), и более 70 % считают необходимым, чтобы дополнительное профессиональное образование сопровождалось выдачей нормативных, проектных и методических материалов для внедрения в производство.

В 2023 году объём занятий, проводимых с участием приглашаемых преподавателей, в учреждениях ДПО АПК возрос до 51,8 % (в прошлом, при государственной аккредитации образовательных учреждений ДПО, критериальный

показатель объёма занятий, проводимых приглашаемыми специалистами, составлял 70 %).

При этом изменяется, но не уменьшается роль штатных преподавателей образовательных учреждений ДПО. Они, наряду с проведением занятий по профилю своей специализации, разрабатывают программы обучения, ведут базы данных высокопрофессиональных внешних преподавателей и знают, кого из органов управления, производства или науки и консультационных центров целесообразно пригласить для проведения занятий по каждой конкретной теме. Часто штатные преподаватели проводят занятия совместно с приглашаемыми специалистами, когда штатный преподаватель делает небольшое вступление по теме, приглашённый специалист излагает конкретный опыт, а затем они вместе отвечают на вопросы слушателей. Такие дуальные занятия повышают уровень и качество учебного процесса и высоко оцениваются слушателями. Преподаватели на основе материалов приглашённых специалистов (и совместно с ними) готовят методические, проектные, нормативные материалы и рекомендации для раздачи слушателям.

Ещё одной важной задачей и работой штатных преподавателей является проведение с приглашёнными преподавателями предварительных (перед встречей со слушателями) консультаций по технологии, формам и методам проведения занятий со взрослой аудиторией – руководителями и специалистами производства.

Наши исследования показали, что взрослые слушатели внимательно воспринимают традиционные лекции (в виде монолога преподавателя) не более 20–25 минут [12]. Поэтому наиболее эффективны (помимо практических занятий) – лекции-консультации, когда вначале делается небольшое вступление в тему, а затем преподаватель инициирует вопросы слушателей, а при отсутствии таковых, формулирует их сам и отвечает на них, излагая таким образом весь предусмотренный материал данного занятия.

В Российской академии кадрового обеспечения АПК консультации по технологии проведения занятий со взрослыми слушателями проводятся кафедрами со всеми приглашаемыми преподавателями (перед первыми занятиями), а для желающих специалистов и преподавателей аграрных образовательных учреждений организованы курсы повышения квалификации и профессиональной переподготовки по направлению «*современные образовательные технологии в дополнительном профессиональном образовании*», которые неизменно входят в перечень наиболее востребованных слушателями отрасли.

Кроме того, штатные преподаватели, которые, кроме учебной, должны выполнять полную педагогическую нагрузку – 1440 часов (36 часов в неделю, умноженные на 4 недели в месяц и умноженные на 10 рабочих месяцев) – имеют больше возможности сосредоточиться на научной, учебно-методической и консультационной деятельности. В соответствии с принятой в Минсельхозе России концепцией развития системы ДПО АПК структура педагогической нагрузки штатных преподавателей до 2030 года изменится следующим образом (табл. 2) [4].

Таблица 2

Действующая и перспективная педагогическая нагрузка штатных преподавателей системы ДПО АПК

Виды педагогической деятельности:	Действующая нагрузка, ч	Рекомендуемая нагрузка, ч
учебная	750	350
учебно-методическая	350	500
научная	200	300
консультационная	100	250
учебно-организационная	40	40
Итого	1440	1440

Проведение занятий приглашёнными преподавателями – специалистами производства и учёными, значительно повышает практикоориентированность обучения, что высоко оценивается руководителями и специалистами, проходящими повышение квалификации и профессиональную переподготовку в образовательных учреждениях ДПО.

Вузам, реализующим дополнительные профессиональные программы, несмотря на то, что у них имеются штатные преподаватели на каждую тему учебного плана дополнительного профессионального образования (которым руководство вуза обязано обеспечить учебную нагрузку), для проведения занятий в группах ДПО, учитывая объективное отставание штатных преподавателей от жизни, тоже необходимо широко практиковать приглашение специалистов органов управления и производства, а также учёных НИУ. Этим будет преодолено выявленное при анкетном опросе нежелание специалистов получать дополнительное профессиональное образование в вузах [15].

В образовательных учреждениях дополнительного профессионального образования из-за небольшого количества штатных преподавателей необходимого профиля, недостаточно развитой лабораторной и экспериментальной базы, следует широко применять сетевое обучение с использованием возможностей эффективных предприятий и научных учреждений. В настоящее время в системе ДПО АПК сетевые формы проведения занятий, из-за «документальной волокиты» составляют всего лишь немногим более 5 %, что совершенно недостаточно.

Минсельхозом России одобрены целевые индикаторы деятельности образовательных учреждений ДПО АПК на 2030 год [4]. Показатели по рассмотренным в статье вопросам представлены в табл. 3.

Таблица 3

Целевые индикаторы деятельности системы ДПО АПК (извлечение)

Показатели	2022 г.	2030 г.
Доля занятий, проведённых приглашёнными экспертами (руководителями и специалистами), %	52	70
Доля занятий, проведённых в дуальной форме, %	4	60

Окончание таблицы 3

Доля программ, реализуемых в сетевой форме, %	5	30
Доля программ, реализованных с элементами стажировки слушателей, %	9	25
Доля программ, при освоении которых слушателям выдаются дополнительные нормативные, проектные и методические материалы для внедрения в производстве	26	80
Доля научно-педагогических работников ДПО, ежегодно повышающих квалификацию (в т.ч. в форме стажировки), %	10	50
Доля обучающихся, которым оказывается постучебное профессиональное сопровождение	1,5	15

Эти показатели, с определённой корректировкой, могут быть использованы при разработке планов развития образовательных учреждений ДПО в других отраслях экономики страны [5–11], прежде всего в Минприроды России, Росгидромете, Росрыболовстве.

Список литературы

1. Постановление Правительства РФ от 10 февраля 2000 г. № 117 «О совершенствовании кадрового обеспечения агропромышленного комплекса».
2. Дополнительное профессиональное образование специалистов АПК и сельских территорий: проблемы, направления диверсификации: монография / Б.И. Шайтан, В.Г. Новиков, Е.Е. Можаяев и др. М.: РАКО АПК, 2021. 619 с. ISBN 978-593098-103-2.
3. Дополнительное профессиональное образование агропромышленного комплекса: научное обеспечение / Б.И. Шайтан, Е.Е. Можаяев, Г.М. Демидкевич и др. // Материалы 2-й научно-практической конференции «Андреевские чтения». М.: РАКО АПК, 2021. 460 с.
4. Концепция развития системы дополнительного профессионального образования персонала агропромышленного комплекса Российской Федерации на период до 2035 года: монография / Ю.Н. Егоров, Б.И. Шайтан, А.В. Медведев, Е.Е. Можаяев. М.: РАКО АПК, 2020. 67 с.
5. Ломакин О.Е. Новые концепции осуществления дополнительного профессионального образования / О.Е. Ломакин, Е.Е. Можаяев, Б.И. Шайтан // Международная ассоциация профессионального дополнительного образования: сборник трудов по проблемам дополнительного профессионального образования. Вып. 46. М.: ФГБОУ ДПО РАКО АПК, 2023. С. 29–42.
6. Ломакин О.Е. Опыт применения новых моделей дополнительного профессионального образования / О.Е. Ломакин, Е.Е. Можаяев, Б.И. Шайтан // Международная ассоциация профессионального дополнительного образования: сборник трудов по проблемам дополнительного профессионального образования. Вып. 47. М.: ФГБОУ ДПО РАКО АПК, 2024. С. 27–40.

7. Ломакин О. Е. Новые концепции дополнительного профессионального гидрометеорологического образования как методологический компонент перехода к новому образовательному укладу / О. Е. Ломакин, Е. Е. Можаяев, А. К. Марков, Б. И. Шайтан // Гидрометеорология и образование. 2024. № 1. С. 86–96.

8. Можаяев Е. Е. Высшее аграрное образование: состояние, тенденции, перспективы: монография / Е. Е. Можаяев, Р. Х. Адуков, Б. И. Шайтан. М.: ФГБНУ ВНИОПТУСХ РАН, 2017. 60 с.

9. Можаяев Е. Е. О совершенствовании деятельности образовательных учреждений ДПО АПК / Е. Е. Можаяев, Н. В. Новичков, Б. И. Шайтан, Е. А. Гридасова // Формирование традиционных российских духовно-нравственных ценностей: роль ДПО: сборник научных статей / Е. Е. Можаяев, Б. И. Шайтан. М.: ФГБОУ ДПО РАКО АПК, 2024. С. 146–174.

10. Новиков В. Г. Роль образовательных учреждений дополнительного профессионального образования агропромышленного комплекса в обеспечении научно-технологической независимости и ускорения импортозамещения в аграрной сфере экономики / В. Г. Новиков, Е. Е. Можаяев, Б. И. Шайтан // Приоритеты системы научного обеспечения АПК: сборник научных статей. М.: ФГБОУ ДПО РАКО АПК, 2022. С. 16–26.

11. Новиков В. Г. Основные направления совершенствования системы дополнительного профессионального образования АПК / В. Г. Новиков, Б. И. Шайтан, Е. Е. Можаяев, В. И. Кухтенков // Кадровое обеспечение аграрной сферы России и ДПО АПК: новые вызовы, тенденции и приоритеты развития: сборник научных статей. М.: ФГБОУ ДПО РАКО АПК, 2023. С. 150–169.

12. Новый образовательный уклад: современные концепции и теории в дополнительном профессиональном образовании / О. Е. Ломакин, Е. Е. Можаяев, Н. В. Степанюк, Б. И. Шайтан. // Агропромышленный комплекс в условиях инновационного развития: наука, технологии, кадровое обеспечение: материалы I Международной научно-практической конференции, Минск, 6–7 июня 2024 года). Минск: БГАТУ, 2024. С. 25–36.

13. Современные подходы дополнительного профессионального образования в подготовке кадров агропромышленного комплекса / В. Г. Новиков, Б. И. Шайтан, Е. Е. Можаяев и др. // Материалы Круглого стола в рамках ежегодной выставки «Золотая осень-2021». М.: РАКО АПК, 2021. 300 с.

14. Стратегические задачи и парадигмы развития дополнительного и технологического суверенитета России: тенденции, приоритеты и ориентиры / В. Г. Новиков, Е. Е. Можаяев, Б. И. Шайтан и др. Информационное издательство. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2023. 308 с.

15. Шайтан Б. И. Сравнительный анализ результативности дополнительного профессионального образования в образовательных, научных и консультационных организациях агропромышленного комплекса / Дополнительное профессиональное образование агропромышленного комплекса: научное обеспечение: Материалы 2-й научно-практической конференции «Андреевские чтения». М.: РАКО АПК, 2021. С. 110–119.

16. Шайтан Б. И. Совершенствование организации дополнительного профессионального образования агропромышленного комплекса // Вестник кадровой политики, аграрного образования и инноваций. 2016. № 10–12. С. 17–21.

17. Шайтан Б. И. Организационно-методические аспекты дополнительного профессионального образования в научных учреждениях АПК // Международная ассоциация профессионального дополнительного образования: сборник трудов по проблемам дополнительного профессионального образования. Вып. 33. М.: Издательский центр РГУ нефти и газа им. И. М. Губкина, 2017. С. 90–98.

18. Шайтан Б.И. О концепции дополнительного профессионального образования персонала организаций сельских территорий Российской Федерации // Международная ассоциация профессионального дополнительного образования: сборник трудов по проблемам дополнительного профессионального образования. Вып. 34. М.: Издательский центр РГУ нефти и газа им. И. М. Губкина, 2018. С. 70–77.

19. Шайтан Б.И. О развитии дополнительного профессионального образования персонала организаций сельских территорий // Точки роста эффективности АПК в условиях нестабильного рынка: материалы международной научно-практической конференции, Казань, 23–25 мая 2018 г. Вып. 12. Казань: Изд-во «Бриг», 2018. С. 129–139.

20. Шайтан Б.И. Оценка результативности дополнительного профессионального образования в образовательных, научных и консультационных организациях агропромышленного комплекса // Международная ассоциация профессионального дополнительного образования: сборник трудов по проблемам дополнительного профессионального образования. Вып. 42. М.: Издательский центр РГУ нефти и газа им. И. М. Губкина, 2021. С. 14–24.

21. Шайтан Б.И. Об особенностях дополнительного профессионального образования руководителей сельскохозяйственных организаций / Б. И. Шайтан, В. И. Кухтенков, Е. С. Денисов // Дополнительное профессиональное образование АПК: научно-аналитическое и консультационное обеспечение: сборник научных статей. М.: ФГБОУ ДПО РАКО АПК, 2023. С. 75–93.

22. Шайтан Б.И. Основные направления деятельности образовательных учреждений дополнительного профессионального образования по содействию обеспечению научно-технологической независимости и ускорению импортозамещения в аграрной сфере экономики / Б. И. Шайтан, Е. Е. Можяев // Международная ассоциация профессионального дополнительного образования. Сборник трудов по проблемам дополнительного профессионального образования. Вып. 45. М.: ФГБОУ ДПО РАКО АПК, 2023. С. 94–106.

23. Шайтан Б.И. Проблемы эффективной деятельности образовательных учреждений дополнительного профессионального образования и опыт их решения // Международная ассоциация профессионального дополнительного образования: сборник трудов по проблемам дополнительного профессионального образования. Вып. 47. М.: ФГБОУ ДПО РАКО АПК, 2024. С. 3–17.

Candidate of Economics sciences, prof. **B.I. Shaitan**
Russian Academy of Human Resources
agro-industrial complex

FUNCTIONS AND TASKS OF STAFF AND GUEST TEACHERS EDUCATIONAL INSTITUTIONS OF DPO IN MODERN CONDITIONS

The effectiveness of educational institutions of additional professional education depends crucially on the staff and professional level of full-time and invited teachers. In vocational training institutions, it is very important to determine the number of full-time teachers, the amount of their academic workload, their role in organizing the educational activities of the institution and interactions with invited teachers.

Keywords: *additional professional education, full-time and guest teachers, functions, collaboration..*

УДК 37.022

Доктор экон. наук, кандидат техн. наук, доцент **О.Е. Ломакин**
Доктор экон. наук, профессор **Е.Е. Можяев**
Доктор экон. наук **А.К. Марков**
Кандидат экон. наук, проф. **Б.И. Шайтан**
Институт повышения квалификации
руководящих работников и специалистов Росгидромета

ПРИМЕНЕНИЕ МОДЕЛЕЙ ОПЫТНО-ОРИЕНТИРОВАННОГО ОБУЧЕНИЯ И РЕЗУЛЬТАТО-ОРИЕНТИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОБУЧЕНИЯ В ФГБОУ ДПО «ИПК»

В статье описывается опыт применения методического фреймворка цикл Колба и модели таксономия Блума при проектировании учебных курсов в ИПК. Представлена информация о разработке двух новых моделей, используемых в процессе обучения: «Лестница развития компетентности» и «Жизненный цикл сотрудника». Рассказывается о разработке программ профессиональной докторантуры, профпереподготовки «Специалист по гидрометеорологическим наблюдениям и работам» с использованием цикл Колба и модели таксономия Блума. В статье показана роль научно-образовательного журнала «Гидрометеорология и образование» и электронного научного журнала «Проблемы устойчивого развития экономики и общества» в учебном процессе.

Ключевые слова: гидрометеорология, дополнительное профессиональное образование, подготовка научно-педагогических кадров, педагогические технологии.

В предыдущих публикациях в периодических изданиях и монографиях авторы излагали основные результаты исследований в области профессионального образования и их использование в учебно-методическом процессе [1–13]. В данной статье продолжена разработка этой темы и представлена информация о внедрённых новациях на основе результатов исследований.

В настоящее время система воспроизводства кадров не полностью отвечает потребностям кадрового обеспечения инновационного развития, с запаздыванием реагирует на быстроменяющиеся запросы работодателей, имеет недостаточную практикоориентированную и компетентностную направленность [15–16]. Профессионально-квалификационный состав кадров гидрометслужбы в настоящее время не полностью соответствует задачам формирования высокотехнологичного образа службы. Особую роль в кадровом обеспечении играет система дополнительного профессионального образования, задача которой – оперативное реагирование на потребности рынка труда, запросы работодателей и специалистов, формирование новых профессиональных компетенций.

С учётом изменений, происходящих в социально-экономической ситуации, революционным этапом развития НТП, активным внедрением цифровизации, высоких технологий, автоматизации, искусственного интеллекта должна меняться структура, организационные, научно-методические принципы, подходы и методики, повышаться профессиональный уровень профессорско-преподавательского состава ДПО. Проведённые авторами научные исследования и социологические опросы значительного количества слушателей системы ДПО (более 3600 респондентов) позволили выявить глобальные тренды в профессиональном образовании, актуальные для российского ДПО [14]. Особо актуальной является тенденция развития практикоориентированного императива. Следует отметить рост индивидуализации образования, характеризуемого развитием тьюторства, менторства и свободного доступа к образовательной информации благодаря современным цифровым образовательным технологиям.

Важно отметить распространение потребности в формировании метакомпетентности («мягких» навыков), подразумевающей развитие кооперации и сотрудничества, навыков использования современных технологий, лидерских качеств, креативности, творческого мышления. Данный общемировой тренд пересекается с развитием дистанционного образования. Ключевым принципом технологического и содержательного развития этой технологии образования является совершенствование иммерсивности («погружаемости») объектов образовательного процесса, т.е. стремления достигнуть высокой реалистичности симуляции образовательной активности [8]. Главные тренды в системе профессионального образования связаны не только с поиском новых форматов обучения, но и новых ролей для всех участников

образовательного процесса. Разработка новых технологий, тотальный переход в цифровизацию – всё это определяет тенденции в развитии системы образования в XXI веке. Тенденции, которые представляются нам наиболее важными [9, 10, 16, 17], следующие:

- непрерывное обучение (необходимость постоянно обучаться, чтобы поддерживать нужный уровень компетенции);

- тотальная цифровизация (к этому явлению относится не только переход на дистанционное обучение, но также увеличение роли мобильных технологий и создание цифровой среды для слушателей);

- массовые открытые онлайн-курсы (массовые открытые онлайн-курсы эффективно справляются с двумя задачами: предоставить доступ к актуальному образованию как можно большему количеству человек; сделать процесс получения знаний открытым и интерактивным с использованием неформального и информального образования);

- геймификация (практика геймификации учебного процесса вовлекает слушателей в обучение, помогает развивать креативное мышление, «гибкие навыки», или *soft skills*, которые так важны в современном мире, а также находить пути взаимодействия с другими участниками процесса);

- технологии VR и AR. Логично из геймификации выходит ещё один тренд – применение технологий виртуальной и дополненной реальности. Это позволяет по-новому взглянуть на процесс образования, сделать его более объёмным и насыщенным (методы виртуальной реальности не только повышают наглядность изучаемого материала, но и расширяют границы восприятия, помогая максимально приблизить теорию и практику);

- активная проектная работа, (в реальной жизни от работников ждут не теоретических знаний, а практических навыков. Это требует существенной перестройки образовательного процесса, возрастает роль самостоятельной работы слушателей);

- Agile- и Scrum технология. (среди тенденций современного образования не только новые форматы, но и подходы к методикам организации учебного процесса. Agile и Scrum в образовании позволяет разбить учебный процесс на короткие отрезки, усилить командную работу над проектами и постоянно отслеживать результат обучения, ответственно относиться к каждому этапу и поддерживать высокую мотивацию, слушатели получают полезные навыки, которые пригодятся для быстрого профессионального роста);

- интегральный подход в образовании предполагает междисциплинарное обучение;

- адаптивное обучение (адаптивные системы позволяют создать максимально индивидуальный путь обучения, который учитывает когнитивные особенности слушателя, его способы восприятия информации и начальный уровень подготовки);

– изменение роли преподавателя (он перестал быть единственным источником знаний и становится режиссёром, который создаёт и курирует образовательный процесс).

Жизнь заставляет соответствовать этим трендам и использовать при проектировании учебных курсов инструменты педагогического дизайна. С учётом контингента слушателей ИПК, их практической работы, имеющегося опыта и профессиональных компетенций мы сочли наиболее целесообразным при проектировании учебных курсов применение в качестве методической основы цикл Колба и модели таксономия Блума.

Цикл Колба – самая знаменитая методическая основа для выстраивания программ обучения взрослых. Схема, иллюстрирующая модель обучения через опыт, – цикл Колба – знакома, пожалуй, каждому разработчику учебных программ для взрослых людей. Цикл Колба – один из базовых элементов большой модели опытно-ориентированного обучения, которую разработал Дэвид Колб, американский теоретик обучения взрослых. Суть её в том, что обучение стоит воспринимать как непрерывный процесс, т.е. она соответствует тренду непрерывного обучения. В основе этого процесса – трансформация личного опыта человека. Знание формируется параллельно трансформации опыта и зависит от индивидуальных особенностей слушателя и среды, в которой он находится.

Мы не ограничиваемся только циклом Колба в реализации модели опытно-ориентированного обучения, но используем в её развитии труды Джона Дьюи, Курта Левина, Жана Пиаже и других учёных. Колб описал трансформацию опыта при обучении через цикл из проб и ошибок и выделил в этом процессе четыре этапа (рис. 1):



Рис. 1. Цикл Колба

- конкретный опыт, что особенно важно для ДПО, в котором обучаются практические работники;
- рефлексивное наблюдение также важно для гидрометслужбы, наблюдение – основной метод получения эмпирических данных;
- абстрактная концептуализация так же актуальна для метеорологов;
- активное экспериментирование.

Все перечисленные четыре этапа актуальны для работников Росгидромета.

При этом эффективное обучение, по мнению автора концепции, получается, когда слушатель проходит через все этапы цикла. При разработке курсов профпереподготовки мы применяем цикл Колба как основу для выстраивания программ обучения взрослых. Таким образом решается задача создания слушателю условий для трансформации его личного опыта по этапам цикла Колба. Колб воплотил идеи прогрессистов в практической модели опытно-ориентированного обучения, приложил много усилий для её популяризации и тем самым сделал прогрессистский подход мейнстримом. Эта модель сместила фокус с достижения результатов на конструирование самого процесса обучения и опыта человека в нём. Центральное положение его теории заключается в том, что знание нельзя просто взять и передать от одного человека к другому, оно формируется индивидуально с учётом его опыта и имеющихся знаний, т.е. реализуются элементы тренда индивидуализации обучения.

Согласно Колбу, слушатель формирует собственное знание, чередуя шаги получения опыта и трансформации этого опыта (рис. 2).

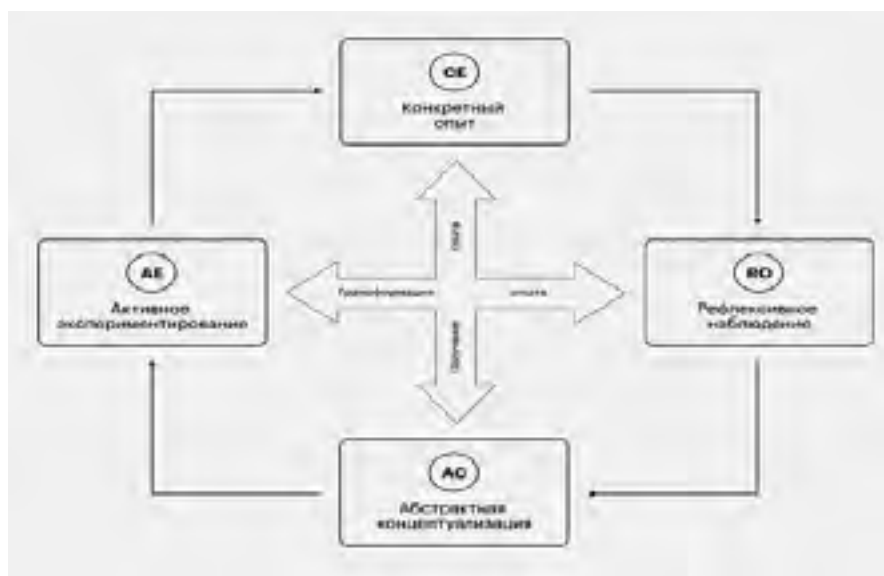


Рис. 2. Цикл обучения по Колбу

Из четырёх этапов за получение опыта отвечают два этапа:

- конкретный, т. е. непосредственный опыт (Concrete Experience, CE);
- абстрактная концептуализация (Abstract Conceptualization, AC).

За трансформацию опыта отвечают другие два:

- рефлексивное наблюдение (Reflective Observation, RO);
- активное экспериментирование (Active Experimentation, AE).

Концепция Колба сейчас поддерживается современным образовательным сообществом как одна из основных, моделирующих обучение взрослых. Однако в ходе работы перед авторами встал сложный вопрос – как убедиться в том, что подобранные элементы учебной программы действительно ведут к выполнению задач того или иного этапа цикла? Мы пошли дальше и поставили вопрос: как совместить цикл Колба и результатно-ориентированное проектирование обучения? Как совместить цикл Колба с таксономией Блума?

Таксономия Блума – одна из самых упоминаемых моделей в образовании. Таксономия Блума – это система учебных целей, которые классифицированы по принципу «от простого к сложному». На практике она служит своеобразным навигатором: с её помощью преподавателям и методистам удобно выстраивать как отдельные занятия, так и целые программы, находить нужные задачи и инструменты оценивания под каждый этап обучения.

Оригинальная таксономия Блума включает шесть уровней: базовым было «знание», за которым следовали операции и связанные с ним навыки – понимание, применение, анализ, синтез и оценка. Она полностью соответствует профессиональному профилю слушателя системы ДПО, особенно молодых специалистов. Каждый уровень включал в себя ряд когнитивных действий, которые он предполагает, сформулированных в виде глаголов. Так, уровень «понимание» включал глаголы «описать», «объяснить», «определить признаки», «сформулировать иначе». Таксономия представляет собой иерархию учебных целей и задаёт рамку учебной программы и результатов обучения. Иерархию учебных целей обычно изображают как пирамиду – в её основании самые базовые цели и соответствующие им навыки, а на пике – сложные и многокомпонентные (рис. 3).

При этом считается, что каждый новый уровень как бы продолжает следующий. То есть, чтобы перейти к целям высшего порядка, сначала нужно освоить низшие. В оригинале уровни обозначены в глагольной форме, на русском языке для их обозначения используют существительные.

Разберём каждый уровень когнитивных действий в таксономии. В таблице слева указан уровень, в середине – что он подразумевает, а справа – какие когнитивные процессы с ним связывают (рис. 4).

Всего имеется четыре иерархии:

- знания фактов – базовый материал, который слушатели должны знать, чтобы овладеть новым материалом или решить определённую задачу; сюда относится, например, знание терминов, определений, символов и др.



Рис. 3. Таксономия Блума

- концептуальные знания – взаимосвязи между элементами базового материала и элементами с общей структурой;
- процедурные знания – т.е. знания, как выполнить нужное действие, какие критерии, алгоритмы и техники нужны для того, чтобы что-либо сделать;
- метакогнитивные знания – понимание того, как работает мышление и как сам слушатель мыслит, для осознанного подхода к учёбе.

На этом уровне остановимся подробнее. Этот уровень оказался самым сложным и с методической, и с практической точек зрения. Работая с этим уровнем, мы разработали две модели:

1. «Лестница развития компетентности», состоящая из четырёх этапов:
 - неосознанная некомпетентность;
 - осознанная некомпетентность;
 - осознанная компетентность;
 - неосознанная компетентность.
2. На основе «Лестницы развития компетентности» создана собственная модель – «жизненный цикл сотрудника» с тремя этапами:
 - обучение и адаптация;
 - функционирование (реализация);
 - стагнация.

На каждом этапе требуются адаптированные программы, различающиеся как по содержанию, так и по объёму и используемым технологиям трансфера знаний. Обе эти модели чрезвычайно полезны для планирования

и прогнозирования потребности в новых профессиональных компетенциях, подходов к оптимизации профессионально-квалификационного состава, структуры и состава как действующих, так и вновь разрабатываемых программ. При соединении когнитивных процессов и знаний появляется матрица таксономии (рис. 5). Она помогает равномерно и правильно определить и распределить учебные цели и задачи. Важно помнить, что речь здесь идёт именно о результатах, а не о заданиях, которые к этим результатам приводят.

Что подразумевают уровни когнитивных действий в таксономии Блума

Уровень	Разъяснение	Когнитивные процессы
Вспоминание (Remembering)	Создание или извлечение из памяти определений, фактов или списков для повторения ранее изученной информации. Прозе говоря, первый уровень посвящён тому, что учащиеся уже знают	Распознать, припомнить
Понимание (Understanding)	Способность соотносить и обобщать информацию из разных источников	Интерпретировать, упростить, обобщить, сравнить, объяснить
Применение (Applying)	Умение использовать полученные знания на практике	Выполнить, внедрить или включить
Анализ (Analyzing)	Способность распределить или разбить материал на несколько частей, определить, как частное соотносится с общим	Дифференцировать, организовать или распределить, определить принадлежность
Оценка (Evaluating)	Оценка материала по заданным критериям и стандартам, критический подход к нему. В первой таксономии этот навык был шестым, то есть последним уровнем	Проверять или сверять, разбирать или критиковать
Создание (Creating)	Способность по-новому соединить какие-либо материалы, создать что-либо новое. В новой версии пирамиды этот навык считается самым сложным	Производить, планировать, выработать

Рис. 4. Таблица когнитивных действий в таксономии Блума

Знания	Когнитивные процессы					
	Запоминание	Понимание	Применение	Анализ	Оценка	Создание
Фактические						
Концептуальные						
Процедурные						
Метакогнитивные						

Рис. 5. Матрица таксономии

Матрица даёт возможность посмотреть на результаты обучения со стороны слушателя и преподавателя.

Как мы используем теоретические разработки в практической деятельности? Во-первых, это разработка программ профессиональной докторантуры. Институт в рамках Центра научной карьеры открыл программы послевузовского образования для соискателей профессиональной докторской степени (Doctor of Sciences, DS) профессиональная область Doctor of Management (DM) и профессиональная область Doctor of Education (EdD). Программы уровня МСКО 8, или «докторантура или её эквивалент», разработаны для того, чтобы привести к продвинутой квалификации в области научных исследований (рис. 6).

Программы этого уровня посвящены углублённому и самостоятельному исследованию и, как правило, предлагаются только в учебных заведениях третичного образования, ориентированных на исследования. Общероссийский классификатор специальностей высшей научной квалификации (ОКСВНК) гармонизирован с Международной стандартной классификацией образования (МСКО-2011). Уникальное содержание программ разработано с использованием цикла Колба и таксономии Блума и позволяет обеспечить освоение современных компетенций в организации научных исследований и управления научными коллективами и стратегического планирования и управления образовательной деятельностью высшей школы.

Профессиональная докторская степень присуждается прикладным диссертационным советом ИПК по результатам публичной защиты диссертации



Рис. 6. Уровни МСКО-2011

соискателем степени, успешно освоившим программу «Организация научных исследований и управление научными коллективами», «Основы подготовки научной публикации» по профессиональной области Doctor of Management (DM) или программы «Стратегическое планирование и управление образовательной деятельностью высшей школы», «Использование реинжиниринга бизнес-процессов в управлении учреждением высшего образования» по профессиональной области Doctor of Education (EdD) с выдачей Diploma Supplement (европейского приложения) (рис. 7).

Данное приложение обеспечивает признание национального образования за рубежом.

Внедрение вышеперечисленных программ позволило радикально изменить образовательный компонент ОПОП аспирантуры и построить его, используя указанные фреймворк и модель. Связано это как с научно обоснованным методическим подходом к проектированию образовательных программ, так и с тем, что в соответствии с российскими правилами аспиранты не обязаны иметь базовую подготовку по научным специальностям аспирантуры. Здесь нам пригодилась Лестница развития компетентности.

Впервые разработана с использованием идеологии цикла Колба и таксономии Блума программа профпереподготовки «Специалист по гидрометеорологическим наблюдениям и работам» объёмом 1040 часов, предусматривающую практическую подготовку в объёме 320 часов и практическую подготовку в форме стажировки на рабочем месте, т.е. получение опыта и трансформации этого опыта по циклу Колба. В педдизайне новых программ профпереподготовки объёмом 504 часа начали применяться указанные новации.



Рис. 7. Diploma Supplement

Продвижению результатов научных андрогогических исследований в практическую деятельность ИПК способствует научно-образовательный журнал «Гидрометеорология и образование» (включён в перечень ВАК по специальности «науки об атмосфере и климате», имеет постоянную рубрику «Теория и практика профессионального образования»). Используя имеющийся научный потенциал, в институте сформирована и работает научная школа «Совершенствование управления устойчивым развитием в условиях изменения ключевых факторов», включающая около 100 как признанных, так и молодых исследователей. В ближайших планах ИПК стоит задача издания электронного научного журнала «Проблемы устойчивого развития экономики и общества» с рубриками:

- вопросы гидрометеорологии и мониторинга окружающей среды;
- экономические аспекты устойчивого развития;
- проблемы и направления развития профессионального образования и человеческого капитала (рис. 8).

Действует научно-исследовательская лаборатория проблем устойчивого развития. Сотрудники только одной этой лаборатории ежегодно публикуют более 70 научных работ.



Рис. 8. Обложка электронного научного журнала «Проблемы устойчивого развития экономики и общества»

Наш опыт разработки моделей ДПО и совершенствования образовательных технологий получил положительную оценку образовательного сообщества. В целях обмена педагогическим опытом и развития компетенций профессорско-педагогического состава, формирования единого учебно-методического пространства в сфере ДПО «ИПК» был приглашён в состав правления крупнейшего в мире объединения учреждений ДПО – Международная ассоциация профессионального дополнительного образования. Возглавил Союз образовательных учреждений ДПО АПК и гидрометеорологии.

Реализация изложенных нами концепций требует дальнейшего совершенствования технологии преподавания, его содержания, научно-методического обеспечения, профессиональных компетенций профессорско-преподавательского состава. В новой парадигме дополнительного профессионального образования продолжится реализация предложенного нами учебно-организационного механизма и применение новых форматов образовательной деятельности.

Список литературы

1. Ломакин О.Е., Можаяев Е.Е., Марков А.К. Методика организации рабочих процессов в ИПК с использованием методологии Agile стратегии WIN-WIN // Гидрометеорология и образование. 2024. № 2. С. 76–90.
2. Ломакин О.Е., Можаяев Е.Е. Формирование нового образовательного уклада в системе дополнительного профессионального образования // Ректор вуза. 2024. № 4. С. 36–43.
3. Ломакин О.Е., Можаяев Е.Е. Организация рабочих процессов в ДПО с использованием методологии Scram, Kanban и стратегии Win-Win // Ректор вуза. 2024. № 5. С. 52–61.
4. Ломакин О.Е., Можаяев Е.Е. Изменение парадигмы высшего образования и роль преподавателя вуза // Ректор вуза. 2024. № 9. С. 52–61.
5. Ломакин О.Е., Можаяев Е.Е., Шайтан Б.И. Опыт применения новых моделей дополнительного профессионального образования // Сборник трудов по проблемам дополнительного профессионального образования. Вып. 47. М.: ФГБОУ ДПО РАКО АПК, 2024. С. 27–40.
6. Ломакин О.Е., Марков А.К., Можаяев Е.Е. Новые подходы к кадровому обеспечению в условиях импортозамещения и цифровизации. монография. М.: Инфра-М, 2024.
7. Любимов А.П., Можаяев Е.Е. Совершенствование научной и инновационной инфраструктуры АПК // АПК: Экономика, управление. 2021. № 7. С. 47–52.
8. Модель управления развитием кадрового потенциала предприятий / Е.Е. Можаяев, И.В. Васильева, А.Н. Идрисов, О.Ф. Якупов // Вестник Екатеринбургского института. 2022. № 4. С. 65–59.
9. Можаяев Е.Е., Балашов С.В., Кораблин А.О. Человеческий капитал как инновационный фактор развития российской экономики // Вестник Российской академии естественных наук. 2023. № 2. Т. 23. Серия экономическая. С. 50–55.
10. Можаяев Е.Е., Идрисов А.Н., Якупов О.Ф. Модель оценки кадрового потенциала организации // Вестник Екатеринбургского института. 2023. № 3. С. 36–42.
11. Новые концепции дополнительного профессионального гидрометеорологического образования как методологический компонент перехода к новому образовательному укладу / О.Е. Ломакин, Е.Е. Можаяев, А.К. Марков, Б.И. Шайтан // Гидрометеорология и образование. 2024. № 1. С. 86–96.
12. Новая парадигма аграрного дополнительного образования как фактор развития человеческого капитала в АПК / А.П. Любимов, А.К. Марков, Е.Е. Можаяев, А.В. Горкин, А.Н. Идрисов // Представительная власть—XXI век. 2022. № 1-2. С. 50–55.
13. Новый образовательный уклад: современные концепции и теории в дополнительном профессиональном образовании / О.Е. Ломакин, Е.Е. Можаяев, Н.В. Степанюк, Б.И. Шайтан // Агропромышленный комплекс в условиях инновационного развития: наука, технологии, кадровое обеспечение: материалы I Международной научно-практической конференции (Минск, 6–7 июня 2024 года). Минск: БГАТУ, 2024. С. 25–36.
14. Новая парадигма аграрного дополнительного образования как фактор развития человеческого капитала в АПК / А.П. Любимов, А.К. Марков, Е.Е. Можаяев, А.В. Горкин, А.Н. Идрисов // Представительная власть—XXI век. 2022. № 1-2. С. 50–55.

15. Отраслевые особенности использования трудовых ресурсов в АПК/ Е.Е. Можаяев, Л.В. Иваницкая, П.П. Шмаков, Ю.Н. Егоров // Вестник РАЕН. 2022. № 1. С. 76–81.

16. Последствия влияния цифровизации на современный рынок труда/ А.П. Любимов, Е.Е. Можаяев, А.Н. Идрисов, О.Ф. Якупов // Представительная власть- XXI век. 2023. № 5-6. С. 36–44.

17. Теоретические и практические аспекты мотивации персонала / А.П. Любимов, А.К. Марков, Е.Е. Можаяев, О.Ф. Якупов // АПК: экономика, управление. 2023. № 4. С. 26–32.

18. Формирование человеческого капитала в условиях экономики знаний/ С.А. Проценко, Е.Е. Можаяев, А.В. Горкин, И.В. Васильева // Вестник Екатеринбургского института. 2022. № 3. С. 31–34.

Doctor of Economics Sciences, Candidate of Technical Sciences Sciences,
Associate Professor **O.E. Lomakin**
Doctor of Economics Sciences, Professor **E.E. Mozhaev**
Doctor of Economics Sciences **A.K. Markov**
Candidate of Economics sciences, prof. **B.I. Shaitan**
Institute for Advanced Studies
managers and specialists

APPLICATION OF EXPERIENCE-BASED LEARNING AND RESULTS-BASED LEARNING DESIGN MODELS IN THE FSBEI DPO «IPK»

The article describes the experience of using the Kolb cycle methodological framework and the Bloom taxonomy model in designing training courses in IPK. Information is provided on the development of two new models used in the learning process: the «Competence Development Ladder» and the «Employee Lifecycle». It describes the development of professional doctoral programs and professional retraining «Specialist in hydrometeorological observations and work» using the Kolb cycle and the Bloom taxonomy model. The article shows the role of the scientific and educational journal «Hydrometeorology and Education» and the electronic scientific journal «Problems of sustainable development of the economy and society» in the educational process.

Keywords: hydrometeorology, additional professional education, training of scientific and pedagogical personnel, pedagogical technologies

УДК 551.582.1

Кандидат экон. наук А.А. Банчева
Музей-заповедник «Дмитровский кремль»

РАССУЖДЕНИЯ О НЕБЕСНЫХ ЯВЛЕНИЯХ В ДМИТРОВЕ И ОКРЕСТНОСТЯХ (ОБ ИСТОРИИ МЕТЕОНАБЛЮДЕНИЙ В ДМИТРОВСКОМ УЕЗДЕ И К 110-ЛЕТИЮ МЕТЕОСТАНЦИИ ДМИТРОВ)

В статье представлена информация об истории метеорологических наблюдений в Дмитрове, которым в 2024 году исполнилось 110 лет. Показана роль добровольных наблюдателей – корреспондентов Главной физической обсерватории на территории Дмитровского уезда, к которым относятся граф А.В. Олсуфьев – организатор первых метеонаблюдений, известный учёный и общественный деятель П.А. Кропоткин. Описано развитие метеорологических наблюдений на метеостанции Дмитров в период с 1917 г. по настоящее время и работа станции в годы Великой Отечественной войны. Приведены биографические данные работников метеостанции – ветеранов Гидрометслужбы.

Ключевые слова: метеорологические наблюдения, метеостанция Дмитров, Дмитров, Никольское-Горушки, Олсуфьев А.В., Кропоткин П.А., Копылова Н.Н., Великая Отечественная война, Московский гидрометеорологический техникум, музей-заповедник «Дмитровский кремль».

«Метеорология» (μετεωρο-λογία) – с древнегреческого переводится как «рассуждение о небесных явлениях». Однако метеорология – наука точная, базирующаяся на фактических измерениях. Измерять в свою очередь можно

то, что определено в качестве объекта измерений, и тем, что может служить *инструментом* для этих измерений. Нужна также определённая, единая для всех *методика*.

Если обратиться к истории, то первые попытки организовать регулярные наблюдения за погодой в России были предприняты ещё при царе Алексее Михайловиче, когда в 1650 году, согласно его указу, Афанасием Матюшкиным, сыном дьяка и двоюродным братом царя, в Московском кремле были начаты ежедневные визуальные наблюдения за погодой. Записи о метеорологических явлениях он заносил в «Дневальные записки Приказа тайных дел». Позже уже Пётр I повелевает развивать науку и «производить повсюду метеорологические наблюдения, а в наиболее важных местах поручать их продолжение надёжным лицам». С основанием 8 февраля 1724 года Академии наук метеорологические наблюдения в России обретают новое качество – они становятся инструментальными. Именно в те годы учёные Академии наук создали большое число различных метеорологических приборов: Г.В. Крафт – термометры, Г.Б. Бильфингер – барометр и термометр, Ж.Н. Делиль – «машину» для измерения жидких осадков. Эти метеорологические инструменты отличались точностью измерений и надёжностью, что придавало инструментальным наблюдениям в России высокую степень достоверности, сделав их чрезвычайно важным источником для суждений о погодных условиях в первой половине XVIII века [5].

Основание Академии наук в 1724 году послужило началом развитию регулярных и непрерывных метеорологических наблюдений в Санкт-Петербурге, а затем и в других городах России. Примерно в это же время в России появилась первая сеть метеостанций для наблюдений за погодой. Это было обусловлено развернувшейся в то время Великой Северной экспедицией. В период с 1733 по 1744 год по маршруту экспедиции было открыто 20 метеостанций.

Датой создания Гидрометслужбы России принято считать 13 апреля (25 апреля по н. ст.) 1834 года, когда, согласно «высочайшему соизволению», имевшему силу закона и подписанному императором Николаем I указу в Санкт-Петербурге при корпусе горных инженеров была учреждена Нормальная обсерватория и ряд её филиалов. Первым руководителем Гидрометеорологической службы был назначен академик Адольф Яковлевич Купфер. По его инициативе в 1849 году была создана Главная физическая обсерватория (ГФО, ныне – Главная геофизическая обсерватория), на которую возлагалось «производство физических наблюдений и испытаний в обширном виде и вообще для исследования России в физическом отношении». 13 января 1872 года вышел первый «Ежедневный метеорологический бюллетень» с полученными по телеграфу сообщениями от 26 русских и двух зарубежных станций. С течением времени эта сеть заметно выросла, и в 1888 году в ежедневном бюллетене уже использовались сведения, полученные с 108 российских и 62 зарубежных станций.

С развитием наблюдательной сети и методов передачи информации развивалась и служба погоды. В 1930 году создаётся сеть аэрологических станций и начинается составление первых высотных карт, а с 1960 года при составлении прогнозов погоды учитываются данные, полученные со спутников. Неоценимую роль в работе синоптиков во второй половине XX века также стали играть метеорологические локаторы и численные методы прогноза погоды с использованием компьютерной техники.

Большое значение для расширения сети метеорологических наблюдений в XIX веке в России имела деятельность добровольных корреспондентов Главной физической обсерватории. Наградой для них было то, что результаты наблюдений печатались в «Летописях ГФО». Ярким примером развития системы метеонаблюдений в регионах является история метеостанции Дмитров, которая отметила в 2024 году 110-летний юбилей.

В конце XIX века интерес к метеорологии возникал не только в среде учёных, но и среди передовых образованных людей, которые на базе своих дворянских усадеб, земских школ и других учреждений проводили на добровольной основе метеорологические наблюдения. Одна из первых таких станций существовала и на дмитровской земле. Находилась она в имении дворян Олсуфьевых Никольское-Горушки (ныне — с. Подъячево), расположенном в Дмитровском уезде Московской губернии. Наблюдения выполнялись лично графом Адамом Васильевичем Олсуфьевым с 1878 по 1901 год (рис. 1).

В 1884 году А.В. Олсуфьев был «сделан корреспондентом Главной физической Обсерватории (ГФО) и все наблюдения стали производиться



Рис. 1. Граф А. В. Олсуфьев в кабинете. Усадьба Никольское-Горушки, Дмитровский уезд. Музей-заповедник «Дмитровский кремль» (МЗДК).

по руководству ГФО в указанные ею сроки». Результаты входили в «Ежемесячные и годовые выводы наблюдений метеорологических станций в России 2-го разряда» [2], публиковались в ежегодных «Метеорологических вестниках» [4], а также в авторском труде «Климатология Николо-Горушкинской метеорологической станции» [6]. Значение и уровень выполняемых на усадебной станции метеорологических наблюдений был настолько высок, что результаты входили в сборники, публикуемые Санкт-Петербургской академией наук (рис. 2).



Рис. 2. Публикации результатов метеонаблюдений, выполненных А.В. Олсуфьевым на метеостанции Никольское-Горушки (музей-заповедник «Дмитровский кремль»)

Вот что писал сам автор, граф А. В. Олсуфьев: «Хозяйничая в своём имении (в имении постоянно поселился с 1882 года, когда вышел в отставку) в селе Обольянове, Никольское-Горушки тож, я с давних лет отмечал состояние погоды. До 1877 года мои отметки были кратки и с частыми пропусками. Но и по ним уже можно было догадываться, что тщательным наблюдением удаётся установить известного рода связь между некоторыми метеорологическими данными и урожаями в здешней местности.

С августа 1877 года начались у меня ежедневные, без перерыва, наблюдения над барометром, над термометрами – сухим и влажным, над осадками и над направлениями и силой ветров. Наблюдения производились раз в день, в 8 часов утра.

С июля 1884 года я сделан корреспондентом Главной физической обсерватории, и все наблюдения стали производиться по руководству Г.Ф.О., в указанные ею сроки.

Все мои приборы до 1884 года были приобретены в Петербурге у оптика Рихтера. Из них ртутный коленчатый барометр служит у меня и по сее

время; при проверке станции, по поручению Г.Ф.О., г. Шенроком, поправка моего барометра оказалась = 0,0. Остальные все приборы были заменены приобретёнными от Г.Ф.О. и при проверке также найдены в исправности».

Система наблюдений в Никольское-Горушки позволяла также обобщать сезонные события, по которым можно было составлять прогнозы наступления тех или иных природных явлений, а также прогнозировать урожай ржи, овса и сена.

В фондах музея-заповедника «Дмитровский кремль» сохранились некоторые приборы, с помощью которых велись эти наблюдения, это Термометр настольный (по Реомюру) XIX в. (МЗДК) и Штурмгласс (химический метеорологический прибор) (МЗДК).

В архиве музея-заповедника, помимо упомянутых изданий, имеется ещё один интересный предмет, касающийся метеонаблюдений. Это «Записная книжка для члена кооператива на 1919 год» [3], принадлежавшая Петру Алексеевичу Кропоткину. Известный учёный, философ и общественный деятель П. А. Кропоткин поселился в Дмитрове после возвращения из эмиграции в 1918 году. Несмотря на почтенный возраст, Пётр Алексеевич как истинный учёный, не оставлял свои ежедневные наблюдения, записывая температуру, направление ветра и некоторые фенологические явления: «*Термометр висит у моего окна на С[еверной]стороне. Перед ним парк с неск. деревьями*»; пытался делать прогнозы: «*Завтра ждать больше тёплой погоды (ветер с З[апада])... Запись позже: Не угадал...*». Вводил свои обозначения «*Попробую давать обозначения силы ветра: 1 – оч. слабый, 2 – слабый, 3 – средний, 4 – довольно свежий, 5 – свежий, 6 – буря*». Например, запись от 24 января: «*-14° 5 ясно ESE1*». Такой тщательный, системный и одновременно творческий подход к каждодневной, казалось бы, рутинной работе вызывает истинное уважение. Без него, наверное, не состоялись бы особо значимые для науки труды-открытия П.А. Кропоткина, такие как «Орография Восточной Сибири», «Исследования о ледниковом периоде», «Ледниковый и озёрный периоды» и др. [7]. Кстати, на полях этой записной книжки можно прочитать интересные изречения классиков касательно ценности совместного труда и общечеловеческих ценностей вообще, приверженцем которых Пётр Алексеевич и был всю свою жизнь. Одно из них, на странице за май месяц, гласит: «*В числе прочих преимуществ труд имеет то преимущество, что он укорачивает дни, но удлиняет жизнь. Дидро*».

Что касается целенаправленных программных метеорологических наблюдений в Дмитровском уезде, входящих в общероссийскую систему, то их отсчёт можно вести с 1897 года, когда в Дмитрове был создан первый дождемерный пост. Принимая во внимание рост необходимости наблюдений за погодой и прогнозирования её изменений, на базе поста в феврале 1914 года в Дмитрове создаётся метеорологическая станция, которая начинает работу по программе метеостанции второго разряда. Это предусматривает

регулярные круглосуточные метеорологические наблюдения за температурой и влажностью воздуха, атмосферным давлением и осадками, ветром и явлениями погоды, температурой поверхности почвы и другими параметрами (сюда не входят аэрологические, атмосферно-электрические, актинометрические наблюдения).

С 1934 года метеостанция Дмитров на несколько лет перешла в ведение Управления строительством канала Москва-Волга, удовлетворяя запросы важнейшей стройки и передавая важные погодные сведения, имеющие огромное значение как для специалистов, так и для рядовых строителей. Располагалась тогда метеостанция в районе Подлипичья, на южной окраине города.

Метеорологические наблюдения в Дмитрове велись ежедневно и не прерывались даже во время Великой Отечественной войны. Особенно напряжённой обстановка была в конце ноября – декабре 1941 года, когда немецкие войска приблизились вплотную к городу, но наблюдатели выходили на дежурство и производили метеорологические наблюдения и измерения даже в этих условиях. Начальником станции в это время был Н.А. Папетин, старшим наблюдателем – А.В. Папетина, наблюдателями – П.М. Аверьянова, Т.А. Ковалкин.

По данным наблюдений Дмитровской метеостанции, в конце ноября – начале декабря 1941 года температура воздуха была следующая (таблица):

Таблица

**Результаты наблюдений на Дмитровской метеостанции.
26.11–10.12.1941 г.**

Дата/ время	1.00	7.00	13.00	19.00	Среднее	Максимум	Минимум
26.11	-7,7	-7,9	-6,2	-8,3	-7,5	-6,2	-8,8
27.11	-8,4	-8,9	-8,1	-9,1	-8,6	-6,2	-3,1
28.11	-9,7	-9,1	-7,8	-7,4	-8,5	-7,4	-3,9
29.11	-6,5	-5,1	-3,4	-2,6	-4,5	-2,4	-7,7
30.11	-1,5	-1,2	-0,9	-2,3	-1,5	-0,4	-3,0
01.12	-3,6	-8,7	-10,1	-13,5	-9,0	-2,3	-13,5
02.12	-8,9	-17,5	-15,5	-20,1	-15,5	-8,9	-20,5
03.12	-13,9	-5,3	-4,7	-5,6	-7,4	-4,7	-20,6
04.12	-12,0	-18,3	-17,4	-23,7	-17,8	-5,6	-24,2
05.12	-24,1	-23,9	-22,7	-23,1	-23,5	*	-29,4
06.12	-24,8	-25,3	-21,1	-23,1	-23,6	*	-25,9
07.12	-23,2	-26,3	-20,5	-21,7	-22,9	*	-26,9
08.12	-17,5	-12,0	-3,4	0,2	-8,2	0,2	-22,4
09.12	0,1	0,0	0,0	-0,1	0,0	0,4	-0,5
10.12	-0,8	-3,1	-3,1	-2,2	-2,3	-0,1	-3,2

В материалах наблюдений за декабрь 1941 года имеется запись, выполненная наблюдателем Дмитровской метеостанции: «Первые две декады наблюдения проводились с миниатюрной маскировочной свечкой ввиду частых бомбёжек города. Первая же декада протекала в условиях напряжённого положения в г. Дмитрове в связи с приближением немецких войск на расстоянии до 2 км».

Эти данные очень интересны нам сегодня, поскольку именно в этот период – конец ноября – начало декабря 1941 года, состоялось контрнаступление советских войск под Москвой. На северном направлении именно под Дмитровом был остановлен враг, обстановка в те дни была самая напряжённая, немецкие войска не смогли взять город и не дошли до его границ всего 400 метров... [9].

В послевоенные годы с развитием сельского хозяйства во всём Дмитровском районе, освоением яхромской поймы и активным функционированием Дмитровской селекционной станции рядом с городом, в с. Внуково, заведующим которой был В. К. Крутиховский – потрясающей судьбы человек [1], метеорологические данные и прогнозы, сообщаемые метеостанцией, стали особо востребованными.

С середины 1950-х годов метеостанция перемещается из Подлипичья в район строящейся МТС на базе совхоза «Внуковский». Контора находилась на территории главной усадьбы, а метеорологическая площадка с оборудованием – в нескольких метрах от неё, через шоссе, на месте небольшого пустыря. Заведующей станцией в то время была З. В. Михайлова, под руководство которой на должность ученика наблюдателя в 1963 году пришла молодая выпускница Московского гидрометеорологического техникума Нина Алексеева. С большим энтузиазмом, напористостью, любознательностью, любовью к своей профессии приступила она к своей работе, которой посвятила всю свою жизнь [8].

Позже, когда было принято решение на месте бывшей МТС строить микрорайон расширяющегося города, для метеостанции была выделена другая площадка, соответствующая необходимым требованиям. На её территории были размещены приборы для регулярных метеонаблюдений, и в начале 1970-х годов закончено строительство одноэтажного кирпичного здания с рабочими помещениями для наблюдателей. 1970-й год стал для Нины не только важным в профессиональном плане, но и в личном: в местном клубе на танцах она познакомилась с серьёзным парнем Анатолием Копыловым, выпускником строительного техникума. Именно здесь, на метеостанции, и разместилась молодая семья, ведь метеорологические наблюдения должны проводиться круглосуточно. В 1973 году старшего наблюдателя Нину Копылову переводят на должность техника, а уже в 1977 году Нина Николаевна Копылова назначается начальником метеорологической станции Дмитров, успешное руководство которой она осуществляла в течение 44 (!) лет (рис. 3).

Метеостанция Дмитров под руководством Н.Н. Копыловой стала одной из лучших в Центральном УГМС. На станции были освоены новые программные



*Рис. 3. Копылова Нина Николаевна – начальник метеостанции
Дмитров, Почётный работник Гидрометеослужбы России*

комплексы по обработке и передаче точной метеорологической и агрометеорологической информации.

С 2008 года и по настоящее время в рамках модернизации и технического перевооружения организаций и учреждений Росгидромета на метеостанции Дмитров успешно эксплуатируется автоматизированный метеорологический комплекс (АМК). Качество наблюдений и информации оценивается только на «отлично». Все материалы наблюдений хранятся в Едином государственном фонде данных и регулярно пополняются.

За плодотворный добросовестный и ответственный труд Нина Николаевна Копылова была награждена нагрудным знаком «Почётный работник Гидрометеослужбы России» и медалью «Ветеран труда».

Сегодня метеорологическая станция Дмитров расположена по адресу: г. Дмитров, ул. Внуковская, 57, имеет специально огороженную территорию с закреплённой охранной зоной, включает метеорологическую площадку для размещения приборов и служебное помещение. Место расположения площадки является репрезентативным, для того чтобы результаты измерений были характерными для территории в радиусе 40–60 км.

Основными приборами на метеоплощадке являются: флюгер с лёгкой доской, флюгер с тяжёлой доской или анеморумбометр, гололёдный станок, будка для самописцев, будка психрометрическая, пювниограф, осадкомер, столб для теодолита, гелиограф, а также столбы для установки актинометрических приборов, оголённый участок для установки напочвенных и коленчатых термометров, участок с естественным покровом для установки вытяжных

термометров, снегомерная рейка, мерзлотомер. На станции организованы и открыты важные наблюдения за температурой почвы на различных глубинах [10].

В 2014 году на основании «Положения о Почётном свидетельстве» и в связи со 100-летним юбилеем метеорологических наблюдений по программе станции второго разряда руководителем Росгидромета метеостанция Дмитров была награждена Почётным свидетельством Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, кроме того, все работники метеостанции были награждены Почётной грамотой начальника ФГБУ «Центральное УГМС».

Список литературы

1. Банчева А.А. «Кроме пользы за всю мою жизнь и деятельность как агроном я стремился больше ничего не делать...» (К 125-летию со дня рождения учёного-агронома Валерия Константиновича Крутиховского // Подмосковный летописец. 2021. № 3(69). С. 36.
2. Ежемесячные и годовые выводы наблюдений метеорологических станций в России второго разряда. 1893. СПб., 1894.
3. Записная книжка для члена кооператива на 1919 год. Издание Всероссийского Центрального Союза потребительских обществ. МЗДК. Ф. 22. Оп.1. Д. 37.
4. Метеорологический вестник. Т. 1–10. 1891–1900 гг.
5. Начало систематических наблюдений за погодой в России. Русское географическое общество. [Электронный ресурс]. – URL: <https://fenolog.rgo.ru/article/nachalo-sistematicheskikh-nablyudeniy-za-pogodoy-v-rossii> (дата обращения: 10.10.2024).
6. Олсуфьев А. В. Климатология Николо-Горушкинской метеорологической станции. СПб., 1893.
7. Пётр Алексеевич Кропоткин как географ. [Электронный ресурс]. – URL: https://big-archive.ru/geography/domestic_physical_geographers/55.php (дата обращения: 10.10.2024).
8. Работница метеостанции Нина Алексеева // Путь Ильича. № 35 от 21 марта 1967 года.
9. Табунова Н. В. Страницы памяти. Дмитровский край в годы Великой Отечественной войны. Дмитров, 2015. 368 с.
10. 100-летний юбилей метеостанции Дмитров. [Электронный ресурс]. – URL: <http://ecomos.ru/kadr22/nowostBlank.asp?fajl=new03.03.14.htm> (дата обращения: 10.10.2024).

Cand. Econ. **A.A. Bancheva**
Museum-Reserve «Dmitrov Kremlin»

REASONING ABOUT HEAVENLY PHENOMENA IN DMITROV AND SURROUNDINGS (ABOUT THE HISTORY OF WEATHER OBSERVATIONS IN DMITROVSKY DISTRICT AND TO THE 110TH ANNIVERSARY OF THE DMITROV WEATHER STATION)

The article provides information about the history of meteorological observations in Dmitrov, which turned 110 years old in 2024. The role of volunteer correspondent observers at the Main Physical Observatory in the territory of Dmitrov County is shown, which include Count A. V. Olsufiev, the organizer of the first meteorological observations, the famous scientist and public figure P. A. Kropotkin. The development of meteorological observations at the Dmitrov meteorological station in the period from 1917 to the present and the operation of the station during the Great Patriotic War are described. The biographical data of the employees of the meteorological station, veterans of the Hydrometeorological Service, are given.

Keywords: *meteorological observations, Dmitrov meteorological station, Dmitrov, Nikolskoye-Gorushki, Olsufiev A. V., Kropotkin P. A., Kopylova N. N., Great Patriotic War, Moscow Hydrometeorological College, Dmitrovsky Kremlin Museum-Reserve.*



ПЕРЕВЕДЕНЦЕВ ЮРИЙ ПЕТРОВИЧ

В феврале 2025 года в Казанском федеральном университете прошли мероприятия по награждению учёных университета за большой вклад в развитие науки, выдающиеся научные работы, открытия и изобретения.

В связи с Днём Российской науки 6 февраля в музее истории Казанского университета президент Академии наук Республики Татарстан Рифкат Минниханов вручил учёным КФУ почётные грамоты Академии наук Республики Татарстан. Отмечен их вклад в развитие науки, выдающиеся научные работы, открытия и изобретения.

Почётной грамотой Академии наук был награждён профессор кафедры метеорологии, климатологии и экологии атмосферы, Почётный работник гидрометеослужбы России, член редколлегии научно-образовательного журнала «Гидрометеорология и образование» Юрий Петрович Переведенцев. Научно-преподавательской деятельности в Казанском университете он отдал около 60 лет своей жизни. Ю.П. Переведенцев подготовил 25 кандидатов и двух докторов наук, имеет более 500 научных публикаций. Им опубликовано более 500 научных статей, более 20 монографий и 19 учебников и учебных пособий, среди которых 5 – с грифом УМО Университетов России. Научные

работы посвящены динамике и энергетике атмосферы, региональному климату. Удостоен ряда почётных званий «Заслуженный деятель науки Республики Татарстан», «Заслуженный работник Высшей школы РФ», «Заслуженный профессор Казанского университета» и др. Награждён в том числе и дипломом за победу во Всероссийском конкурсе «Золотые имена Высшей школы» в номинации «За вклад в науку и высшее образование». В настоящее время коллектив кафедры под его научным руководством работает над учебником «Экологическая климатология». Многие годы Юрий Петрович активно работает со СМИ по популяризации знаний о погоде и климате среди населения и молодёжи Республики Татарстан.

11 февраля в Казанском федеральном университете были названы учёные КФУ – победители конкурса «Научный прорыв». Трое представителей научного сообщества Казанского федерального университета стали обладателями премии в области науки «Научный прорыв. Фэнни алга китеш», которая вручалась впервые. Церемония награждения состоялась во время торжественного собрания общественности Республики Татарстан, также приуроченного к Дню российской науки.

В номинации «Верность науке» победил профессор кафедры метеорологии, климатологии и экологии атмосферы Института экологии, биотехнологии и природопользования КФУ Юрий Петрович Переведенцев. Награды победителям конкурса вручил Глава Республики Татарстан Рустам Нургалиевич Минниханов.

В своём ответном слове Юрий Петрович Переведенцев так определил сферу своей научной деятельности:

«В последние годы стала очень актуальна тема, связанная с изменением климата, поэтому главное внимание в последние десятилетия я уделяю изучению климата на нашей планете и, главным образом, территории России, Республики Татарстан и Поволжья...

Для меня вручение Почётной грамоты и премии – это очень приятное событие. Научной деятельности я посвятил более 60 лет. Наука – это мой образ жизни, моя потребность. Темы научных исследований, конечно, с годами менялись. В кандидатской диссертации я изучал условия полёта летательных аппаратов в турбулентной атмосфере, в докторской – циркуляцию и динамику верхних слоёв атмосферы. Сейчас мои научные исследования посвящены современным и будущим изменениям климата, их последствиям для природных и социально-экономических систем».

Редакция журнала «Гидрометеорология и образование» поздравляет Юрия Петровича с заслуженными наградами! Желаем здоровья и успехов в научно-педагогической деятельности.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ РУКОПИСИ СТАТЬИ

Объём рукописи не должен превышать 12,5 страниц машинописного текста, включая список литературы, таблицы и рисунки. Число рисунков не должно превышать трёх на одну статью, число таблиц – не более двух. Статья должна быть представлена в электронном виде: формат Microsoft Word (без форматирования и табуляции), шрифт – Times New Roman, кегль – 12, интервал-множитель – 1,15, рисунки – Tiff. В комплект рукописи, присылаемой автором (авторами), должны входить: основной текст статьи с расширенным индексом Универсальной десятичной классификации (УДК); аннотация не более 12 строк (100–250 слов) – отдельно на русском и английском языках, дающая ясное представление о содержании статьи; ключевые слова в количестве 10–15; список литературы в алфавитном порядке авторов, составленный в соответствии с ГОСТ Р 7.0.100–2018 – «Библиографическая запись. Библиографическое описание»; таблицы с заголовками, напечатанными через два интервала. Ссылки на литературу приводятся в квадратных скобках. Все сокращения выполняются в соответствии с ГОСТ Р 7.0.12–2011 – «Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Библиографическая запись. Сокращение слов и словосочетаний на русском языке. Общие требования и правила».

Параметры поля страницы: верхнее, левое и нижнее – 25 мм, правое – 15 мм. Абзац начинается с отступа – 12,5. Заголовок статьи – из прописных букв, без переноса, шрифт полужирный. Аннотация помещается перед основным текстом статьи, после заголовка и списка авторов. Затем помещаются ключевые слова. Целые цифры от дробной части числа отделяются не точкой, а запятой. Список авторов приводится в столбик с указанием учёной степени, набирается курсивом, отступы по 5 мм справа и слева.

Рисунки готовятся с соблюдением ГОСТ 2.105–95 ЕСКД – «Общие требования к текстовым документам». Рисунки вставляются в текст сразу же после упоминания, но не в разрыв предложения. Подпись рисунка помещается под ним и набирается прямым шрифтом. Размер цифр и букв на рисунке такой же, как и в тексте, индексов – не менее 1,5 мм. На поле рисунка надписи не допускаются, кроме индексов или цифр обозначения.

Таблицы оформляются без дополнительной разграфки поля таблицы. Разграфляется только шапка таблицы и её внешний контур. Номер таблицы и смысловое название – над таблицей, примечания – под ней с соблюдением положений ГОСТ 2.105–95 ЕСКД – «Общие требования к текстовым документам».

Единицы физических величин приводятся в Международной системе СИ ГОСТ 8.417–2002 – «Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ). Единицы величин», либо параллельно даётся перевод приведённых единиц в систему СИ.

Названия организаций, учреждений, географические названия и т.п. даются в последней официальной редакции. К историческим названиям в скобках приводятся современные.

Математические, химические обозначения и формулы набираются в режиме редактора формул ГОСТ Р 54521–2011 – «Статистические методы. Математические символы и знаки для применения в стандартах». Номера формул указываются у правого края страницы в круглых скобках. Ссылки в тексте на порядковый номер формулы также даются в круглых скобках. В тексте обязательно приводится расшифровка всех параметров в строчку.

Рукопись должна быть подписана автором (авторами) с указанием фамилии, имени и отчества (полностью), занимаемой должности, учёной степени, учёного звания, домашнего и служебного телефонов, названия учреждения, в котором была выполнена работа, его почтового и электронного адресов. Статьи, выполненные коллективом авторов, должны быть подписаны всеми авторами.

Редакция сохраняет за собой право отклонять рукописи, делать необходимые редакционные исправления, дополнения и сокращения в принятых рукописях. Статья может быть возвращена автору на доработку.

Гидрометеорология и образование

Ежеквартальный
научно-образовательный журнал

№ 1

2025

Издатель: ФГБОУ ДПО «ИПК»

Адрес: 143982, Московская обл., г. Балашиха, мкр. Кучино, ул. Гидрогородок, д. 3А

Тел.: 8 (495) 522 06 08

E-mail: ipkrosgm@yandex.ru

www.ipk.meteorf.ru

Подписано в печать: 24.03.2025. Формат 70×100/16. Печать офсетная.

Печ. л. 7,6. Тираж 100 экз. Заказ № 3.

Отпечатано в ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД», г. Обнинск, ул. Королёва, 6.

