

Министерство образования Республики Беларусь
Белорусский государственный университет
Факультет географии и геоинформатики
Кафедра общего землеведения и гидрометеорологии

СОГЛАСОВАНО

Заведующий кафедрой

_____ Гледко Ю. А.

«31» марта 2025 г.

СОГЛАСОВАНО

Декан факультета

_____ Кольмакова Е.Г.

«30» апреля 2025 г.

Обеспечение потребителей гидрометеорологической информацией

Электронный учебно-методический комплекс для специальности:
6-05-0532-02 «Гидрометеорология»

Регистрационный № 2.4.2-24 / 616

Авторы:

Гледко Ю.А., кандидат географических наук, доцент;

Чернякова И.М., преподаватель

Рассмотрено и утверждено на заседании Научно-методического совета БГУ
24.04.2025 г., протокол № 9.

Минск 2025

УДК 551.50(075.8)
Г 532

Утверждено на заседании Научно-методического совета БГУ.
Протокол № 9 от 24.04.2025 г.

Решение о депонировании вынес
Совет факультета географии и геоинформатики
Протокол № 9 от 30.04.2025 г.

А в т о р ы:

Гледко Юлия Александровна, кандидат географических наук, заведующий кафедрой общего землеведения и гидрометеорологии факультета географии и геоинформатики БГУ;

Чернякова Ирина Михайловна, преподаватель кафедры общего землеведения и гидрометеорологии, аспирант

Рецензенты:

кафедра географии и экологии человека Учреждения образования «Белорусский государственный педагогический университет имени Максима Танка» (доцент Таранчук А.В. кандидат географических наук, доцент);

Андреев С.М., начальник отдела обеспечения потребителей гидрометеорологической информацией ГУ «Республиканский центр по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды».

Гледко, Ю. А. Обеспечение потребителей гидрометеорологической информацией: электронный учебно-методический комплекс для специальности 6-05-0532-02 «Гидрометеорология» / Ю. А. Гледко, И. М. Чернякова; БГУ, Фак. географии и геоинформатики ; Каф. общего землеведения и гидрометеорологии. – Минск : БГУ, 2025. – 271 с. – Библиогр.: с. 256–260.

Электронный учебно-методический комплекс по учебной дисциплине «Обеспечение потребителей гидрометеорологической информацией» предназначен для студентов специальности 6-05-0532-02 «Гидрометеорология» факультета географии и геоинформатики Белорусского государственного университета. ЭУМК включает в себя изучение гидрометеорологической информации: её состав, предназначение, цели и методику сбора, обработки, передачи, хранения и распространения. Позволяет понять и оценить потребности в такого рода информации и возможности её использования в различных видах экономической деятельности, а также её роль в принятии погодо-хозяйственных решений. Содержит традиционные и новые аспекты ряда теоретических положений, отражающих связи между поставщиком гидрометеорологической продукции и ее потребителем.

СОДЕРЖАНИЕ

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА.....	6
1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ.....	9
1.1. Введение.....	9
1.1.1. Определение предмета	9
1.1.2. История развития гидрометеорологического обеспечения в Беларуси	12
1.1.3. Краткий обзор научных исследований в области гидрометеорологии	21
1.1.4. Правовые основы гидрометеорологического обеспечения в Беларуси	27
1.2 ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ.....	34
1.2.1. Основные виды гидрометеорологической информации.....	34
1.2.2. Характеристика гидрометеорологических данных и их упорядочение по пространственным и временным признакам.....	37
1.2.3. Требования к гидрометеорологическим данным.....	39
1.2.4. Точность данных	40
1.2.5. Системы получения первичной метеорологической информации....	42
1.3. ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ СБОРА, ПЕРЕДАЧИ, КОНТРОЛЯ, ОБРАБОТКИ И ХРАНЕНИЯ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ.....	49
1.3.1. Виды и объемы гидрометеорологических данных.....	49
1.3.2. Системы сбора гидрометеорологических данных.....	55
1.3.3. Система гидрометеорологических наблюдений Беларуси	63
1.3.4. Системы наблюдений по типам платформ и предъявляемые к ним требования.....	83
1.4. СПОСОБЫ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ.....	86
1.4.1. Табличные способы представления гидрометеорологической информации	88
1.4.2. Графические способы представления гидрометеорологической информации	91
1.5. ОБРАБОТКА ДАННЫХ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ. АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ КОНТРОЛЬ ИНФОРМАЦИИ В ЦЕНТРАХ ОБРАБОТКИ.....	101
1.5.1. Общая схема автоматизированного контроля данных наблюдений	101
1.5.2. Алгоритмы и методы контроля информации.....	105
1.5.3. Защита информации.....	111
1.5.4. Задачи обработки и особенности систем обработки гидрометеорологических данных	112
1.5.5. Обработка оперативной гидрометеорологической информации.....	113
1.5.6. Обработка режимной гидрометеорологической информации	115

1.6. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОГО ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ	121
1.6.1. Основные виды гидрометеорологической информации, используемой в экономике	121
1.6.2. Прогностическая информация	123
1.6.3. Потребители гидрометеорологической информации	131
1.6.4. Обеспечение гидрометеорологической информацией потребителей такой информации	134
1.6.5. Использование гидрометеорологической информации в экономике	140
1.6.6. Понятие о гидрометеорологической уязвимости и безопасности страны	141
1.6.6.1. Организация специализированного гидрометеорологического обеспечения	144
1.6.6.2. Взаимодействие между поставщиком и потребителем	148
1.6.7. Требования, предъявляемые к специализированному гидрометеорологическому обеспечению	153
1.7. СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОЕ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОТДЕЛЬНЫХ ВИДОВ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ	155
1.7.1. Метеорологическое обеспечение энергетики	156
1.7.2. Метеорологическое обеспечение горнодобывающей промышленности	161
1.7.3. Метеорологическое обеспечение сельского хозяйства	166
1.7.4. Метеорологическое обеспечение лесного хозяйства	171
1.7.5. Метеорологическое обеспечение транспорта и связи	173
1.7.5.1. Железнодорожный транспорт	174
1.7.5.2. Морской транспорт	176
1.7.5.3. Речной транспорт	180
1.7.5.4. Автомобильный транспорт	182
1.7.5.5. Воздушный транспорт	188
1.7.5.6. Связь и телекоммуникации	191
1.7.6. Метеорологическое обеспечение строительства	191
1.7.7. Метеорологическое обеспечение других видов экономической деятельности	194
1.7.7.1. Жилищно-коммунальное хозяйство	194
1.7.7.2. Туризм, спорт, отдых, население	197
1.7.8. Использование гидрометеорологической информации при защите атмосферного воздуха от загрязнения	203
1.7.8.1. Мониторинг атмосферного воздуха	203
1.7.8.2. Метеорологические характеристики, определяющие условия рассеивания загрязняющих веществ	204
1.7.8.3. Потенциал загрязнения атмосферы	212
1.7.8.4. Прогноз загрязнения атмосферного воздуха	214

1.8. КЛИМАТИЧЕСКАЯ ИНФОРМАЦИЯ И ЕЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В РАЗЛИЧНЫХ ВИДАХ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	219
1.8.1. Понятие о климатической информации и климатических ресурсах.....	220
1.8.2. Использование климатической информации в различных видах экономической деятельности.....	230
2. ПРАКТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ.....	244
3. РАЗДЕЛ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ.....	247
3.1. Общие правила.....	247
3.2. Примерный перечень вопросов к зачету.....	249
3.3. Примерная тематика рефератов.....	251
3.4. Примерный перечень заданий в тестовой форме для промежуточного и итогового контроля знаний.....	251
4. ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ.....	256
4.1. Рекомендуемая литература.....	256
4.2. Электронные ресурсы.....	260
ПРИЛОЖЕНИЕ 1 ХАРАКТЕРИСТИКИ МЕТЕОСТАНЦИЙ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ.....	261
ПРИЛОЖЕНИЕ 2 ГИДРОЛОГИЧЕСКИЕ ПОСТЫ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ.....	268

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Электронный учебно-методический комплекс «Обеспечение потребителей гидрометеорологической информацией» предназначен для студентов специальности 6-05-0532-02 Гидрометеорология факультета географии и геоинформатики Белорусского государственного университета, и в комплексе с другими учебными дисциплинами общего высшего образования позволяет сформировать профессионально подготовленного специалиста и гармонически развитую личность.

Высокий уровень развития гидрометеорологической службы Беларуси позволил заложить основу научной организации использования гидрометеорологической информации с целью достижения более полного учета метеорологического фактора в современном обществе в интересах его устойчивого развития. Государственное учреждение «Республиканский центр по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды» (далее Белгидромет), метеорологические организации и непосредственные потребители гидрометеорологической информации все в большей мере используют научный подход оценки последствий учета влияния окружающей среды на конкретные виды человеческой деятельности. Изучение этой области знаний при подготовке специалистов в области гидрометеорологии стало обязательным.

Настоящая дисциплина имеет своей **целью** изучение гидрометеорологической информации (состав, предназначение, методику сбора, обработки, передачи, хранения, распространения), а также использование такого рода информации потенциальным потребителем.

В **задачи** дисциплины входят:

- формирование представлений о теории информации;
- освоение современной терминологии и системы понятий в области гидрометеорологии;
- приобретение умений проводить анализ литературных источников по использованию гидрометеорологической информации в различных видах экономической деятельности;
- приобретение умений оценивать воздействие неблагоприятных явлений погоды на различные виды экономической деятельности;
- освоение методических подходов оценки полезности метеорологических прогнозов;
- формирование умений коллективной работы при проведении расчетов, сбора, контроля, обработки, анализа, хранения и распространения гидрометеорологической информации.

Электронный учебно-методический комплекс по дисциплине «Обеспечение потребителей гидрометеорологической информацией» состоит из следующих разделов:

➤ **теоретического раздела** – включающего авторский курс лекций для теоретического изучения дисциплины «Обеспечение потребителей гидрометеорологической информацией», составленный в соответствии с

учебной программой дисциплины и являющийся базовой основой формирования теоретических знаний;

➤ **практического раздела** – включающего задания для проведения семинарских и лабораторных занятий. Для каждого занятия указаны исходные материалы, описан порядок выполнения и приводятся методические рекомендации по выполнению и оформлению работ.

➤ **раздела контроля знаний** – слагающегося из общих правил, примерного перечня вопросов к зачету, требований к рефератам и их примерной тематики, примерного перечня заданий в тестовой форме для промежуточного контроля знаний;

➤ **вспомогательного раздела** – состоящего из списка рекомендуемой литературы, электронных ресурсов.

Основной содержательный материал представлен в авторском учебном пособии: Гледко, Ю.А. Обеспечение потребителей гидрометеорологической информацией [Электронный ресурс]: пособие / Ю.А. Гледко. – Минск: БГУ, 2017. – 1 электронный оптический диск.

Учебная дисциплина относится к государственному компоненту, модулю «Метеорологическое прогнозирование».

Данная учебная дисциплина органически связана со следующими дисциплинами: «Метеорология и климатология», «Методы анализа и обработки гидрометеорологической информации», «Введение в гидрометеорологию», «Синоптическая метеорология».

В результате освоения программы учебной дисциплины «Обеспечение потребителей гидрометеорологической информацией» специалист должен владеть следующими базовыми профессиональными компетенциями:

БПК-8. Владеть навыками проведения анализа синоптических объектов и процессов для разработки временных прогнозов погоды и климата, применения методов прогнозирования погоды; быть способным обрабатывать и готовить данные о состоянии погоды и опасных гидрометеорологических явлениях для обеспечения безопасной деятельности субъектов хозяйствования

БПК-11. Быть способным применять научные концепции и методы для анализа проблем в области гидрометеорологии; анализировать источники информации, выделять наиболее существенные факты, давать им оценку, использовать понятийно-категориальный аппарат, принятый в гидрометеорологии, печатные и электронные источники для поиска информации по темам из профессиональной области, вести библиографическую работу с применением современных технологий поиска, обработки и анализа информации.

В результате освоения учебной дисциплины студент должен:

знать:

- основные виды гидрометеорологической информации, потребности в ней и возможности ее использования в хозяйственной и иной деятельности (специализированные виды гидрометеорологической информации);

- способы получения основных видов гидрометеорологической информации;

- основные направления использования гидрометеорологической информации;

- основные положения законодательства о гидрометеорологической деятельности;

- виды прогнозов;

уметь:

- давать определения основным понятиям по дисциплине;

- проводить анализ литературных источников по использованию гидрометеорологической информации в различных видах экономической деятельности;

- оценивать воздействие неблагоприятных явлений погоды на различные виды экономической деятельности и здоровье человека;

- различать основные виды гидрометеорологической информации и способы ее получения;

- давать оценку экономической полезности гидрометеорологической информации для различных видов экономической деятельности;

владеть:

- терминологическим аппаратом в области гидрометеорологии;

- навыками использования полученных знаний для решения задач оценки воздействия неблагоприятных явлений погоды на различные виды экономической деятельности и здоровье человека.

Особое значение в решении поставленных задач отводится филиалу кафедры общего землеведения и гидрометеорологии, открытому на базе Белгидромета в 2006 году. Филиал кафедры создан в целях укрепления связей университета с производством и усиления практической направленности подготовки специалистов по специальности «Гидрометеорология», закрепления теоретических и практических знаний, профессиональных компетенций студентов, проведения совместных научных исследований с использованием учебно-научной базы кафедры общего землеведения и гидрометеорологии факультета географии и геоинформатики и научно-производственной базы Белгидромета.

В целях лучшей адаптации студентов в процессе обучения к конкретным производственным условиям, получению ими навыков работы в трудовых коллективах ряд занятий по дисциплине «Обеспечение потребителей гидрометеорологической информацией» проводится непосредственно в Белгидромете, а именно в Отделе обеспечения потребителей гидрометеорологической информацией, с привлечением квалифицированных сотрудников отдела.

Структура учебной дисциплины

Дисциплина изучается в 6-ом семестре. Всего на изучение учебной дисциплины «Обеспечение потребителей гидрометеорологической информацией» отведено 98 часов, в том числе 56 аудиторных часов, из них лекции – 20 часов, лабораторные – 30 часов, семинарские занятия – 6 часов.

Трудоемкость учебной дисциплины составляет 3 зачетные единицы.

Форма текущей аттестации – зачет.

1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

1.1. Введение

Основной содержательный материал представлен в авторском учебном пособии:

Гледко, Ю.А.

Обеспечение потребителей гидрометеорологической информацией [Электронный ресурс]: пособие / Ю.А. Гледко. – Минск: БГУ, 2017. – 1 электронный оптический диск. (<https://elib.bsu.by/handle/123456789/193290>)

Учебное пособие включает в себя изучение гидрометеорологической информации: её состав, предназначение, цели и методику сбора, обработки, передачи, хранения и распространения. Позволяет понять и оценить потребности в такого рода информации и возможности её использования в различных видах экономической деятельности, а также её роль в принятии погодно-хозяйственных решений. Содержит традиционные и новые аспекты ряда теоретических положений, отражающих связи между поставщиком гидрометеорологической продукции и её потребителем.

Предназначен для студентов, обучающихся по специальности 1-31 02 02 «Гидрометеорология»

1.1.1. Определение предмета

Гидрометеорологическая служба Беларуси играет жизненно важную роль в решении задач устойчивого развития экономики страны. Устойчивое развитие достигается за счет гармонии между обществом и природой. Однако влияние окружающей природной среды на различные виды экономической деятельности может привести к существенным потерям (экономическим, социальным) в результате опасных гидрометеорологических и природных явлений. На территории Беларуси ежегодно регистрируются опасные метеорологические явления (ОЯ) – природные процессы и явления, возникающие в атмосфере под действием различных природных факторов или их сочетаний, оказывающие или могущие оказать поражающее воздействие на людей, сельскохозяйственных животных и растения, объекты экономики и окружающую природную среду. В связи с участвовавшими случаями их проявления возросли экономические потери. Негативные последствия изменений повторяемости ОЯ требуют переоценки вероятности нагрузок, превышающих нормативные значения (так называемых «запроектных» нагрузок). Так, в результате прохождения разрушительного шквала по территории сельскохозяйственных предприятий происходит полегание зерновых и зернобобовых культур, в лесных хозяйствах гибнет лес, а в коммунальных хозяйствах приходят в негодность линии электропередач. Вследствие увеличения повторяемости оттепелей и заморозков ухудшаются условия эксплуатации зданий, и уменьшается их долговечность, сокращается период доремонтной эксплуатации зданий. Увеличение числа дней

с сильной жарой ухудшает условия функционирования систем поглощения тепла на электростанциях, сопровождается ростом затрат на кондиционирование зданий. Изменение гололедных нагрузок отражается на устойчивости электроснабжения. Практически все ОЯ оказывают определенное влияние на функционирование различных видов экономической деятельности, хотя степень этого влияния и экономические потери сильно различаются.

Отличительная особенность гидрометеорологии состоит в том, что она не производит материальных ценностей непосредственно, но, способствуя эффективному использованию гидрометеорологических ресурсов, обеспечивает производственные интересы экономики и повышает безопасность людей. Внедрение научных методов использования фактической и прогностической информации о природной среде позволяет заметно снизить потери в экономике и социальной сфере.

Процесс развития практической гидрометеорологии подтверждает крайнюю необходимость обобщения результатов оперативной работы, выработки общих концепций использования гидрометеорологической информации в различных видах экономической деятельности и определения путей развития теории и практики гидрометеорологического обеспечения. Исследования в этой области в республике немногочисленны и во многом далеки от завершения, что вызвало определенные трудности в разработке разделов, в подборке и изложении материала экономических аспектов гидрометеорологии в различных видах экономической деятельности.

Учебная дисциплина «Обеспечение потребителей гидрометеорологической информацией» содержит научные знания о сложных процессах зависимости человеческой деятельности от погоды и климата и об оптимальной адаптации к ним на основе информации, разрабатываемой в Белгидромете.

Практически нет такого вида экономической деятельности, который не испытывал бы влияние метеорологических условий. Степень такого влияния различна. Все зависит от уровня организации производства, конкретного объекта, который подвергается влиянию погоды, и мер, доступных потребителю, чтобы противодействовать неблагоприятным и опасным метеорологическим явлениям.

Прямое влияние метеорологических условий на выполнение производственных работ проявляется тогда, когда оно непосредственно зависит от метеорологических условий. Так, морской флот, авиация, железнодорожный и автомобильный транспорт, сельское хозяйство в первую очередь требуют сведений о текущих и прогнозируемых гидрометеорологических условиях.

Косвенное влияние метеорологических условий имеет место тогда, когда производственный процесс ставится в зависимость от побочных производственных операций, непосредственно зависящих от погоды. Так, например, производственный процесс в зданиях предприятий непосредственно не зависит от условий погоды, однако находится в прямой зависимости от транспортировки сырья, устойчивой работы линий электропередач, непосредственно зависящих от погоды.

Кроме того, многие производственные операции на транспорте,

сельскохозяйственном производстве испытывают *постоянное* влияние погоды. Иные, как например, погрузочно-разгрузочные работы в порту, экспедиционные и изыскательные мероприятия, испытывают лишь *временное* влияние. Постоянное и временное воздействие метеорологических условий может отмечаться для одного и того же вида экономической деятельности. Так, успех посевных и уборочных компаний, как и других сезонных сельскохозяйственных работ, зависит от условий погоды, влагосодержания почвы и их учета в относительно короткие периоды времени. Однако урожайность будет обусловлена постоянным воздействием метеорологических условий на созревание сельскохозяйственных культур, начиная с вегетационного периода.

Таким образом, *предметом* гидрометеорологического обеспечения является учет влияния метеорологических условий и режимных характеристик на различные виды экономической деятельности, оценка полезности гидрометеорологической информации и разработка методов наиболее рационального ее использования.

В Беларуси насчитывается огромное число потребителей гидрометеорологической информации. Ежедневно потребителю выдаются миллионы цифр, отражающих состояние атмосферы. Использование этих данных не всегда и не везде осуществляется успешно. Это связано, прежде всего, с неумением оперативно учитывать эту информацию в своей работе. Зачастую потребитель даже не подозревает, какую огромную пользу сулит ему правильное использование текущих и прогнозируемых гидрометеорологических условий.

Одна из основных задач гидрометеорологического обеспечения - *заблаговременно* предупредить об опасном или неблагоприятном гидрометеорологическом явлении. Потребителю гидрометеорологической информации важно не только заблаговременно и вовремя принять меры защиты в соответствии с предупреждением, но и постоянно и эффективно вести хозяйственные мероприятия с учетом ожидаемой погоды в непрерывном режиме. Такие оперативные решения потребителя называются *погодно-хозяйственными*.

Другая задача гидрометеорологического обеспечения состоит в том, чтобы предоставить заинтересованным организациям климатические данные, необходимые для успешного планирования, проектирования и строительства. Особое значение имеют социальные аспекты гидрометеорологического обеспечения. Так, климатические и метеорологические условия наряду с другими природными факторами учитываются при разработке и реализации планов экономического и социального развития. Они широко учитываются при промышленном освоении значительных по размерам территорий, при развитии территориально-промышленных комплексов, при градостроении и планировке городов, проектировании защитных сооружений (от наводнений, селей, снежных лавин и т. п.), зон отдыха, туристских маршрутов, при улучшении условий труда, быта и отдыха населения.

Трудно переоценить практическую значимость *прогностической информации* и ее роль в принятии оптимальных действий потребителя. Прогностическая информация занимает ведущее место в функциональной

ценности всех видов метеорологической информации. Прогнозы погоды необходимы для обеспечения безопасности и регулярности работы транспорта, что, в конечном счете, является важнейшим элементом повышения общего уровня культуры обслуживания населения. Особое значение приобретают заблаговременные предупреждения населения об особо опасных явлениях погоды. Прогнозы погоды стали необходимой исходной информацией при организации спортивных, культурно-массовых, социально-бытовых мероприятий и отдыха населения. Широко используются прогнозы погоды в осуществлении мероприятий по защите атмосферного воздуха от промышленных и транспортных загрязнений и предотвращению их вредных последствий для человека. Велика роль агрометеорологических прогнозов в развитии сельскохозяйственного производства и обеспечении населения продуктами питания.

Таким образом, учебная дисциплина «Обеспечение потребителей гидрометеорологической информацией» сформировалась в результате растущих запросов практики. Гидрометеорологическая информация приобрела статус постоянного ресурса в хозяйственной практике, что позволяет успешно решать многие проектные, технические и другие оперативные хозяйственные задачи. В этом и состоит производственная предметность дисциплины.

1.1.2. История развития гидрометеорологического обеспечения в Беларуси

Самые древние сведения о климатических условиях и связанных с этим природных явлениях на территории Беларуси зафиксированы в летописях, описаниях путешественников и других источниках начиная с IX-X вв. Накопленные сведения о погоде и необычных природных явлениях, или, как их чаще называли, «небесных знамениях» заносились на свитки летописей. Древние русские летописи свидетельствуют о так называемых «небесных знамениях» по Беларуси, например: в Минске, во время известной в истории битвы на Немиге, в 1067 (1066) году 3 марта был *«снег велик, стояла суровая зима и страшные холода»* (Никоновская и Лаврентьевская летописи); в 1190 году *«зимой в Пинске было тепло, сошёл снег»* (Ипатьевская летопись); в 1694 году 3 августа *«вокруг Витебска выпал большой град, побивший в поле весь хлеб»* (Южно-русская летопись); в 1698 году *«в Витебске была сильная буря»* (Южно-русская летопись).

Первые инструментальные (с помощью приборов) наблюдения на территории Беларуси относятся к началу первой половины XIX века. Метеорологические наблюдения были организованы на станциях в Могилеве (1809), Витебске (1810), немного позже в Бресте (1834), Бобруйске (1836), Горках (1841), Свислочи (1846), Минске (1849). В Пинске (1875) и Василевичах (1878) открылись станции по рекомендациям Западной экспедиции, которая занималась осушением болот Полесья. Благодаря Северо-Западному отделу Русского географического общества были созданы метеорологические станции

в Молодечно (1870), Слониме (1872), Полоцке (1885), Слуцке (1878), Гомеле (1891) и других населенных пунктах.

Восемь метеорологических станций, открытых в указанных пунктах, позже вошли в опорную сеть учрежденной в 1849 году в Петербурге Главной физической обсерватории (ГФО). После организации обсерватории метеорологическая сеть стала развиваться более активно и к концу 1890 года на территории Беларуси насчитывалось уже около 40 пунктов, где велись метеонаблюдения. Метеостанции открывались как Главной физической обсерваторией, так и отдельными ведомствами, учебными заведениями и частными лицами. В Полесье часть метеостанций была открыта экспедицией И.И. Жилинского. Однако организация метеорологической сети производилась без определенного плана. Сеть работала неустойчиво, и Главная физическая обсерватория не могла добиться единой методики наблюдений на всех действующих тогда метеостанциях. Ко времени первой мировой войны метеорологическая сеть Беларуси состояла из 27 станций и 65 дождемерных постов. Материалы метеонаблюдений, начиная с 50-х годов XIX столетия, публиковались в «Своде наблюдений ГФО», а с 1865 по 1910 годы регулярно помещались в «Летописях ГФО», Летописи за 1911, 1914 гг. были изданы после войны - в 1932-1933 гг.

Самый продолжительный ряд наблюдений имеется в Горках. С 1841 г. по 1854 г. наблюдения проводились при Горы-Горецком земледельческом институте. Возобновлены наблюдения в 1861 г. и продолжались до июня 1941 г. В июле 1944 г. станция была восстановлена.

Первые гидрологические исследования в Беларуси относятся к началу XVIII столетия, когда начали осваиваться водные пути и строиться судоходные каналы. В период империалистической, а потом гражданской войн метеорологическая и гидрологическая сеть на территории Беларуси в большинстве своем была разрушена и прекратила существование.

После окончания войны социалистическое переустройство экономики выдвинуло настоятельное требование к изучению климатических и водных ресурсов республики. До Октябрьской революции на территории Беларуси не было специальных органов, которые руководили бы наблюдениями и исследованиями гидрологического и метеорологического режима. К началу первой мировой войны гидрологическая сеть Беларуси состояла из 63 водомерных постов и, в основном, принадлежала двум ведомствам: Министерству путей сообщения (МПС) и Министерству земледелия.

Первым официальным изданием, где были опубликованы наблюдения гидрологических постов Беларуси, является «Сведения о состояниях уровня воды на реках и озерах Европейской России по наблюдениям на 80 водомерных постах» (1881 г.). В последующем, начиная с 1881 по 1910 гг., МПС публиковало материалы наблюдений на гидрологической сети по десятилетиям в изданиях «Сведения об уровне воды на внутренних водных путях России».

В 1921 году 21 июня В. И. Ленин подписал декрет Совнаркома РСФСР «Об организации метеорологической службы в РСФСР». Этим декретом предусматривалось объединение метеорологического дела в стране и

организация обслуживания необходимыми данными заинтересованных ведомств. Руководство всей метеорологической сетью возлагалось на Главную физическую обсерваторию, а на местах - на вновь создаваемые метеобюро. Гидрологическая сеть западных областей Беларуси, до воссоединения их в БССР, находилась в ведении Гидрологической службы Польши, а затем Гидрографического института. После издания этого декрета в Беларуси по линии разных ведомств довольно интенсивно начала развиваться метеорологическая сеть. Если к 1920 году по всем ведомствам Беларуси метеостанций насчитывалось порядка 7, то в 1928 г. сеть их возросла до 31.

Согласно приказу Народного Комиссариата земледелия БССР от 22 мая 1924 года № 80 в Беларуси было создано метеорологическое бюро – первый центральный орган будущей Гидрометеослужбы Республики Беларусь. Таким образом, **1924 год считается годом образования Гидрометеорологической службы Беларуси.** Под руководством метеобюро были объединены в единую сеть работавшие в разных ведомствах станции и посты на основе единых методов наблюдений.

С апреля 1925 года Метеобюро стало выпускать ежемесячный бюллетень погоды. В 1926 году были начаты агрометеорологические наблюдения. К этому же времени относятся и первые аэрологические наблюдения в Беларуси, когда в июле 1926 года на Минской опорной метеостанции был выпущен первый шаропилот. С 1927 года Метеобюро было передано из НКЗ в ведение Белорусского научно-исследовательского института сельского и лесного хозяйства, где была создана Белорусская геофизическая служба (Белгеофиз), директором которой являлся профессор А. Кайгородов.

Постановление Совета Народных Комиссаров (СНК) СССР от 7 августа 1929 года № 468 «Об объединении гидрологической и метеорологической службы и создании Единой Службы в стране с руководящим органом - Гидрометкомитетом СССР», было весьма своевременным. В соответствии с этим постановлением СНК БССР создает Гидрометеорологический комитет (23 марта 1930 года). В этом же году постановлением СНК БССР в Минске создается Геофизическая обсерватория. В октябре 1930 года образована Минская гидрометеорологическая обсерватория, в основном как научно-исследовательское подразделение. В ноябре 1931 года в республике впервые 10 метеостанций были радиофицированы приемниками для приема и распространения прогнозов погоды.

Начало регулярному оперативному гидрометеорологическому обеспечению народнохозяйственных организаций и населения Беларуси было положено созданием в 1930 году при Гидрометеорологическом комитете Белорусского гидрометеорологического института, на который возлагалась задача по обеспечению гидрометеорологической информацией и прогнозами погоды основных отраслей экономики: сельского хозяйства, промышленности, железнодорожного и водного транспорта и населения. В июле 1931г. в составе института организовано бюро погоды с целью регулярного составления и широкого распространения среди организаций и населения суточных прогнозов погоды и предупреждений об опасных явлениях погоды. В дальнейшем

оперативное гидрометеорологическое обслуживание организаций и населения из года в год расширялось.

23 марта 1933 года СНК БССР создает Главное управление гидрометеорологической службы БССР. Было построено здание Минской геофизической обсерватории, которая начала функционировать с 1 января 1936 года (рисунок 1).



Рисунок 1. - Здание Минской геофизической обсерватории, 1933 год

В 1937 году руководство гидрометеорологической службой Беларуси было поручено Смоленскому управлению гидрометеорологической службы. В 1939 году, когда Западная Беларусь была воссоединена в единое государство, было создано управление гидрометеорологической службы БССР. К середине 1941 года на территории Беларуси действовало 464 метеорологических, гидрологических станций и постов. Белорусские гидрометеорологии проводили широкий круг исследований по климату, сельскохозяйственной метеорологии, актинометрии.

В июле 1941 года Гидрометслужба Беларуси, в связи с временной оккупацией территории республики, прекратила свою деятельность. В годы Великой Отечественной войны гидрометслужба Беларуси понесла тяжелые потери. Было потеряно около 300 человек квалифицированных работников; свыше 85% станций и 90% постов оказались разрушенными; ценное оборудование и технический архив в своем большинстве погибли, или были вывезены в Германию. Проводившиеся в 1941-1943 гг. оккупационными армейскими частями в отдельных пунктах Белоруссии метеонаблюдения носили отрывочный характер и оказались малоценными.

Организованный в 1941 году в г. Минске немецкой администрацией климинститут также не собрал сколько-нибудь ценного материала. В послевоенные годы Гидрометслужба Беларуси, после проведения восстановительных работ, благодаря большой помощи, оказанной со стороны Главного управления гидрометеорологической службы СССР и Правительства республики, в результате активного творческого труда всего коллектива работников, успешно решает задачи дальнейшего своего развития. Восстановление разрушенной сети осуществлялось специальными восстановительными партиями сразу же по мере освобождения территории Беларуси. К началу 1945 года на территории Беларуси уже действовало 46

станций, 185 постов, работали органы службы прогнозов, Белорусская геофизическая обсерватория и органы управления.

Наблюдательная сеть после войны была не только восстановлена, но и реорганизована в соответствии с научными принципами рационального размещения. В то время она состояла из трех обсерваторий (Минской, Брестской и Гомельской), 34 метеорологических станций, 6 специализированных (болотной, озерной, лесной и трех агрометеорологических), 7 гидрологических, 16 авиаметеорологических станций, 191 гидрометеорологического поста и около 700 ведомственных агрометеорологических постов колхозов и совхозов. С развитием познаний в области физики, метеорологии, гидрологии и других смежных наук появилась возможность усовершенствовать конструкции установок и оборудования, необходимых для производства наблюдений за основными гидрометеорологическими элементами и явлениями.

Период 60-х годов прошлого века характеризуется внедрением инструментальных наблюдений за видимостью (М-53, М-71, М-37, РДВ-1), параметрами ветра, регистрацией нижней границы облаков. В 1967 г. в аэропорту Минск-1 была установлена первая автоматическая станция КРАМС «Лагуна» (разработка ГГО). Начата автоматизация процесса производства, сбора, обработки и распространения гидрометеорологической информации на территории республики. Запуск в апреле 1960 года первого метеорологического спутника стал основой развития спутниковой метеорологии и климатологии. С этого момента начались регулярные измерения радиационного баланса Земли и его составляющих.

Сбор синоптической информации с метеостанций БССР осуществлялся через Центральный телеграф по телефону и частично по радио. Сводки были закодированы. По радиоканалам принимались синоптические и аэрологические сводки Московского и зарубежных радиометцентров. В 1948 году были открыты три телеграфных канала системы прямых соединений с Центральным телеграфом. По этим каналам стал осуществляться сбор синоптической информации с сети метеостанций. В 1950 году открыт прямой телеграфный канал с Москвой. Задействована одна абонентская система телеграфирования АТ.

Первый факсимильный канал с Москвой, по которому производился обмен синоптическими картами погоды был открыт в 1955 году. На канале были задействованы факсимильные приемные и передающие аппараты. В 1960 году организованы факсимильные и телетайпные передачи Минского РМЦ по радио. Открыты два прямых радиоканала с вынесенным радиоприемным центром.

В 1965-1968 гг. открыты прямые каналы с Вильнюсом и Киевом, а также телефонные каналы с аппаратными связи сети АМСГ: Брест, Гомель, Витебск, Гродно, Могилев, Минск, задействованные аппаратурой уплотнения, факсимильными и телеграфными аппаратами.

В 1968 году в здании Обсерватории установлена первая вычислительная машина «Минск-22». В Столбцах устанавливается автоматическая метеорологическая станция М-106 нового поколения (разработка ЦКБ - г. Обнинск).

В 1970-х годах в системе гидрометеослужбы БССР были организованы в областных центрах и аэропортах радиоаппаратные связи, а в Минске – центр связи. Связь была организована с помощью радиопередающих и радиоприемных каналов на разных частотах, арендованных у Министерства связи; с помощью системы АТ, аппаратуры уплотнения и телефонно-телеграфных каналов.

В 1974 году на территории Беларуси действовало 3 Обсерватории, 34 станции, 6 специализированных станций (болотная, озерная, лесная и три агрометеорологические), 7 гидрологических станций, 201 гидрологический пост, 16 авиаметеорологических станций, около 700 колхозно-совхозных агрометеорологических постов.

Время ставило перед работниками связи всё новые задачи и прежде всего такие, как повышение оперативности в прохождении информации при увеличении объёмов, автоматизации сбора, обработки и распространения гидрометеорологической информации. В гидрометеоцентрах начали внедрять технические «машинные» способы прогнозирования на базе математических численных моделей. Существующие системы сбора и передачи информации не обеспечивали сбор и передачу необходимых объёмов информации. В связи с этим возникла необходимость искать более скоростные способы сбора и передачи информации. Черкасским институтом телеграфной аппаратуры был разработан комплекс аппаратуры «Погода» с жесткой логикой и внедрён сотрудниками Харьковского гидрометуправления в оперативную работу, которая начала эксплуатироваться в Беларуси с 1971 года. Синоптики стали использовать расчёты численных моделей и составлять прогнозы погоды по территории БССР.

В 1975 году введен в оперативную работу абонентский комплект АК-9, который работал со скоростью 1200 бод с ГРМЦ Москва.

В 1977 году введен в оперативную работу Минский центр коммутации сообщений (ЦКС), в который были включены Москва, Киев, Рига, Вильнюс, ПВО (противовоздушная оборона), ВВС (военно-воздушные силы), все АМСГ республики, Калининградский АМСГ и другие абоненты. Появилась новая факсимильная аппаратура. Была создана служба АСПД II разряда (автоматизированная система передачи данных), которая имела статус территориального центра сбора и передачи данных и осуществляла сбор данных по территории стран Балтии, Калининградской области и БССР. В систему АСПД входило 20 междугородных телефонно-телеграфных канала связи с круглосуточной работой; 53 абонентские телеграфные точки; центр коммутации сообщений (Погода); аппаратура приема и передачи графической информации. Существенным вкладом в повышении оправдываемости прогнозов было внедрение в оперативно-прогностическую практику аппаратуры приема информации от метеорологических искусственных спутников Земли.

В начале 1980-х годов центр коммутации сообщений, один из первых среди УГКС Госкомгидромета СССР, был дополнен двумя специализированными ЭВМ (АРД-Р «Циклон») с программным обеспечением, хранящимся в ПЗУ. Это позволило расширить функциональные возможности системы. Говоря о функциональных возможностях, можно отметить, что каждое новое поколение

ЦКС реализует все основные функции предыдущих и предлагает ряд новых возможностей и услуг.

В дальнейшем, в соответствии с рекомендациями ВМО и развитием компьютерной техники гидрометслужба Республики Беларусь с 1994 года проводит планомерное и целенаправленное техническое переоснащение с целью улучшения сбора, обработки и передачи потребителям гидрометеорологической информации, основанное на применении компьютерных технологий. За основу была взята Метеорологическая Телекоммутационная Система (MTS), работающая в метеорологической службе России и странах Балтии. Это современный программно-аппаратный комплекс на базе высокопроизводительных персональных компьютеров, оснащённых многопользовательской мультипрограммной операционной средой SCO UNIX, которая успешно решает поставленные перед ней задачи. В результате внедрения в оперативную работу MTS, вычислительный центр гидрометцентра был упразднен. Функции вычислительного центра по оперативной обработке гидрометеорологической информации были переданы службе телекоммуникаций.

В 1999 году Приказом Госкомгидромета РБ № 143 от 31 августа, было организовано Государственное учреждение «Республиканский гидрометеорологический центр». ГУ «Республиканский гидрометеоцентр» устанавливается статус самостоятельной организации с правом юридического лица.

В 2003 году в оперативную работу внедрена и работает по сей день универсальная метеорологическая абонентская система UniMAS. Программное обеспечение в оперативной системе LINUX, которая является одной из реализаций многопользовательской и многозадачной операционной системы UNIX.

В настоящий момент Центр телекоммуникаций и обработки гидрометеорологической информации (СТиОГМИ) представляет собой современный программно-аппаратный комплекс, отвечающий современным требованиям сбора, обработки и передачи информации потребителям согласно требований ВМО, предъявляемым к национальным центрам телесвязи, а также отражающим современные тенденции в развитии мировых информационных технологий при создании компьютерных сетей (рисунок 2).

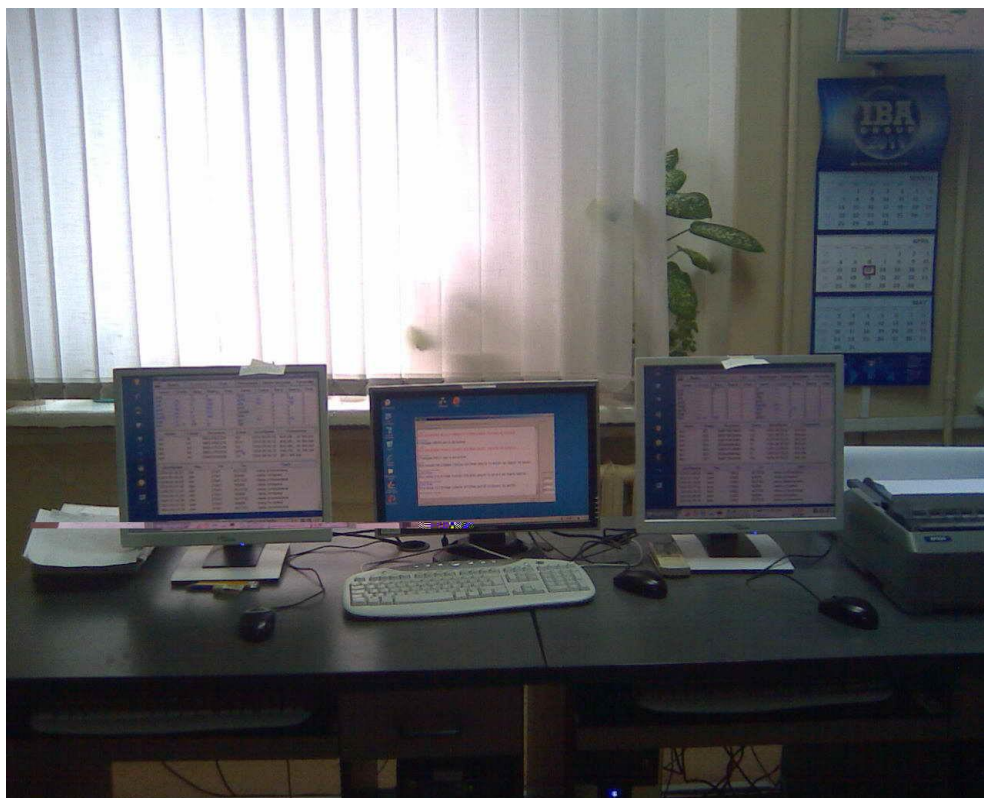


Рисунок 2. – Центр телекоммуникаций и обработки гидрометеорологической информации Белгидромета

В начале XXI века на территории Беларуси гидрометеорологическую деятельность осуществляли: Республиканский гидрометеорологический центр, Республиканский центр радиационного контроля и мониторинга окружающей среды, областные центры по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, 2 межрайонных центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, 51 метеорологическая, 2 гидрологические, 9 специализированных (6 агрометеорологических, станция фоновое мониторинга, озёрная, болотная), 8 авиационно-метеорологических станций гражданских, 99 речных и 10 озерных гидрологических постов. С целью метеорологического обеспечения транспорта (воздушного и наземного) и функционирования инфраструктуры городов работают три метеорологических радиолокатора (Брест, Гомель, Минск). Для прогностических моделей погоды используются данные радиозондирования атмосферы аэрологическими станциями (Брест, Гомель).

В 2015 году Государственное учреждение «Республиканский гидрометеорологический центр» и государственное учреждение «Республиканский центр радиационного контроля и мониторинга окружающей среды» реорганизованы в форме слияния в Государственное учреждение «Республиканский центр по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды» (Гидромет).

Деятельность Гидромета направлена на обеспечение:

- гидрометеорологической безопасности страны;

- потребностей государственных органов, отраслей экономики и населения в гидрометеорологической информации и информации о состоянии окружающей среды;

- участия в международном сотрудничестве в области гидрометеорологической деятельности.

С 2016 года гидрометеорологическая служба участвует в Программе комплексного экологического мониторинга в районе размещения Белорусской АЭС.

2017 год. Государственное учреждение «Республиканский центр по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды» (Белгидромет).

Государственное учреждение «Республиканский центр по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды» реорганизовано путем присоединения к нему областных центров по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды.

В настоящее время основой гидрометеорологической службы Беларуси является государственная сеть гидрометеорологических наблюдений, включающая в себя 193 гидрометеорологических объекта:

- 6 областных центров по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (филиалы Белгидромета);

- 3 межрайонных центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды;

- 69 метеорологических станций (56 основных станций и 13 АМС) ;

- 7 авиационных метеорологических станций гражданских;

- 5 агрометеорологических станций;

- 3 гидрологических станций;

- 1 болотную станцию;

- 1 станцию фонового мониторинга;

- 114 гидрологических постов.

Радиозондирование атмосферы проводят аэрологические станции в Минске, Бресте и Гомеле.

Следует отметить, что в настоящее время и в ближайшей перспективе основным источником гидрометеорологической информации будет оставаться государственная сеть гидрометеорологических наблюдений, которая совмещает функции климатической и синоптической сетей. Существующая государственная сеть гидрометеорологических наблюдений отвечает установленным ВМО требованиям репрезентативности, непрерывности, достоверности, однородности и сравнимости результатов наблюдений. В последние годы активно внедряются новые технологии гидрометеорологических наблюдений, идет техническое переоснащение государственной сети гидрометеорологических наблюдений с установлением автоматических датчиков и автоматизированных метеорологических систем MAWS производства финской фирмы «Вайсала» и белорусского производства ОАО «Пеленг», модернизация сети радиолокационных наблюдений; внедрение современных доплеровских метеорологических радиолокаторов и

аэрологических комплексов DIGICORA; совершенствование существующих методов прогнозов погоды.

1.1.3. Краткий обзор научных исследований в области гидрометеорологии

На основе анализа обработанных за многолетнюю историю гидрометеорологических наблюдений данных по всем видам информации составляются ежегодники, справочники, обобщения. Более 1 000 документов, полученных в результате обработки гидрометеорологической информации, ежегодно поступает на постоянное хранение в Государственный фонд данных о состоянии окружающей природной среды и её загрязнении. Накопленные данные активно используют специалисты всех направлений, в том числе и для изучения климатических характеристик. Климатологами подготовлен и издан «Справочник по стихийным гидрометеорологическим явлениям», в котором обобщен материал более чем по 20 явлениям. Изданы справочники «Ветер и атмосферное давление», «Температура воздуха и почвы», «Осадки», «Снежный покров».

Данные наблюдений на метеорологических станциях использовались при написании очерков о природе и климате отдельных районов Беларуси. Изучением влияния различных факторов на формирование метеорологических явлений в разные периоды в Беларуси занимались А. А. Смолич, А. И. Кайгородов, А. Х. Шкляр, В. Ф. Логинов, М. А. Гольберг, П. А. Ковриго, В. И. Мельник и др.

А. А. Смолич в г. Вильнюсе издал первый белорусский учебник «География Беларуси» (1919 г.). В нем впервые подробно описываются природные условия, рельеф, климат и осадки, поверхностные воды.

В 20-30-х годах XX в. А. И. Кайгородов – климатолог и геофизик, создатель и первый директор Минской гидрометеорологической обсерватории – разработал классификацию климата Земли, составил первое подробное описание климата Беларуси, которое не потеряло своего значения и в наше время. Им опубликован ряд работ по климату Беларуси (1924, 1925, 1929, 1931-1935 гг.). Полученную информацию он обобщил в трудах «Климатический атлас Белоруссии» (1927 г.), «Климат БССР, Западной Белоруссии и соседних стран» (1933-1934 гг.). Труды А. И. Кайгородова не только сыграли важную роль при изучении климата Беларуси, но и имели определенное значение в развитии всей белорусской климатологии.

В 50-80-е годы XX в. коллективом специалистов гидрометеорологической службы и Национальной академии наук Беларуси были обобщены многолетние сведения об основных метеорологических элементах, составлены справочники по климату республики и областей (1968, 1998, 1999, 2003 гг.). Выполнен цикл исследований по отдельным элементам климата, по исследованию климатических условий больших городов («Климат Бреста» (1979 г.), «Климат Витебска» (1981 г.), «Климат Гомеля» (1980 г.), «Климат Гродно» (1982 г.), «Климат Минска» (1982 г.), «Климат Могилева» (1982 г.) Последние результаты

отражены в Национальном атласе Беларуси (2002 г.). Ежегодно издаются статистические сборники по опасным гидрометеорологическим явлениям.

А. Х. Шкляр выявил основные закономерности развития природы в разные поры года, провел агроклиматическое районирование с целью более рационального использования климатических ресурсов республики. Он обобщил сведения о климате Беларуси в нескольких монографиях. В 1962 году вышла его книга «Климат Белоруссии и сельское хозяйство», в которой рассмотрены основные климатообразующие факторы на территории Беларуси, условия формирования микроклиматов, неблагоприятные условия погоды и некоторые меры борьбы с ними в сельском хозяйстве; выделены агроклиматические районы на территории республики. В 1973 г. А. Х. Шкляр опубликовал книгу «Климатические ресурсы Беларуси и использование их в сельском хозяйстве», в которой существенно расширил информацию по сравнению с ранее изданной работой.

В 1988 г. вышла работа «Опасные явления погоды и урожай» (М. А. Гольберг и др., 1988).

Коллективом специалистов гидрометеорологической службы и Национальной академии наук Беларуси в 1996 г. была подготовлена и издана монография «Климат Беларуси» (под ред. В. Ф. Логинов). В ней проанализирован материал, накопленный до первой половины 90-х годов, дана общая характеристика климата Беларуси, приведены средние значения аномалий температуры и месячных сумм осадков, которые получены по столетним рядам наблюдений, проанализированы опасные явления погоды (заморозки, засухи, грозы, шквалы и др.). В работе впервые представлены пространственно-временные изменения климата под влиянием естественных и антропогенных факторов, возможные сценарии будущего глобального и регионального климата.

В 2002 г. вышел справочник «Стихийные гидрометеорологические явления на территории Беларуси» под ред. М. А. Гольберга, в котором систематизированы данные многолетних наблюдений за стихийными гидрометеорологическими явлениями. Справочник состоит из 2 частей: стихийные метеорологические явления и стихийные гидрологические явления.

В 2003 г. вышла монография «Изменения климата Беларуси и их последствия» под ред. В. Ф. Логинова. В ней приведены сведения об изменениях климата Беларуси за последние 120 лет, описана повторяемость экстремальных климатических явлений, рассмотрены причины и сценарии изменений глобального климата и климата Беларуси.

Монография В. Ф. Логинова «Глобальные и региональные изменения климата: причины и следствия» вышла в 2008 г. В работе проанализированы климатические изменения под влиянием различных факторов, пространственно-временные изменения глобального и регионального климата, вопросы изменения климата урбанизированных территорий, экстремальные климатические явления, их повторяемость, условия формирования и особенности прогнозирования.

В монографии «Опасные метеорологические явления на территории Беларуси» (Волчек, Логинов, Шпока, 2010) представлена наиболее полная

информация об опасных гидрометеорологических явлениях на территории Беларуси за период с 1975 по 2008 г. Основными источниками данных об этих явлениях гидрометеорологической сети послужили материалы, приведенные в справочниках по климату СССР, справочниках по климату Беларуси, метеорологических ежемесячниках и технических обзорах об опасных гидрометеорологических явлениях, наблюдавшихся на территории Беларуси. На основании созданной базы данных опасных метеорологических явлений проведено их картографирование, позволившее установить пространственные закономерности опасных метеорологических явлений и зависимость их повторяемости от высоты над уровнем моря и лесистости территории. Выполнен анализ географических особенностей распределения гроз и шквалов в связи с аномалиями гравитационного и магнитного полей. Установлена связь повторяемости опасных метеорологических явлений от потепления и степени урбанизации и мелиорации территорий.

Начиная с середины 90-х годов XX века в России, а также в рамках Союзного государства, активное развитие получила проблема экономической зависимости государств от опасных метеорологических явлений. Рядом авторов были проведены исследования в данной сфере и изданы многочисленные статьи по данной тематике. Многие из этих статей были опубликованы в ежемесячном научно-популярном издании «Метеорология и гидрология». Так, в 1999 году приводились такие статьи как «Показатели влияния погодных условий на экономику», «Влияние погоды и климата на экономическую безопасность России». В 2000 году – «Показатели влияния погодных условий на экономику, чувствительность потребителя к воздействию гидрометеорологическому фактору». В 2001 году – «Метеоролого-экономическое моделирование предотвращённых потерь», «Опасные гидрометеорологические явления, вызываемые ветром, и их влияние на экономику России». В 2003 году – «Выбор оптимальных погодно-хозяйственных решений на основе прогноза опасных явлений». В 2008 и 2009 годах – «Агропромышленное обеспечение гидрометеорологической информацией» и «Базы данных об опасных гидрометеорологических явлениях на территории России и результаты их статистического анализа» соответственно. В 2014 году - "Обеспечение гидрометеорологической безопасности в нестабильных климатических условиях на примере адаптации автотранспортной системы к неблагоприятной погоде". В этих статьях также затрагиваются такие темы, как использование метеорологических прогнозов, чувствительность отраслей экономики, исчисление потерь при различных уровнях использования прогнозов, в частности об ОМЯ.

В 1997 г. в рамках Союзного государства Беларуси и России образована совместная коллегия Государственного комитета по гидрометеорологии и мониторингу загрязнения природной среды, которая за истекший период приняла и добилась решения внедрения на территории Союзного государства ряда значительных мероприятий по управлению гидрометеорологическими данными, прогнозированию погоды и изменению климата.

Основными целями и задачами Комитета является создание условий

последовательного поэтапного перехода к единой гидрометеорологической службе Беларуси и России в целях осуществления скоординированной научно-технической политики в области гидрометеорологии и мониторинга загрязнения природной среды, повышения эффективности использования информации о сложившихся и ожидаемых погодно-климатических условиях, об опасных и стихийных явлениях, а также данных о состоянии и загрязнении природной среды в интересах Республики Беларусь, Российской Федерации и Союзного государства в целом.

Комитет в пределах своей компетенции и в рамках задач Союзного государства в области гидрометеорологии и мониторинга загрязнения природной среды обеспечивает организацию, координацию и осуществление совместных работ гидрометслужб Беларуси и России по:

- системам наблюдений, сбора гидрометеорологической информации и данных о загрязнении природной среды, их анализа, обобщения и хранения, оценки и прогноза состояния атмосферы, поверхностных вод суши, сельскохозяйственных культур, околоземного космического пространства, трансграничного переноса загрязняющих веществ;

- предоставлению различным потребителям информации о возникновении опасных и стихийных гидрометеорологических явлений, об экстремальном загрязнении природной среды, в том числе в интересах аварийно-спасательных и восстановительных работ в районах стихийных бедствий, промышленных аварий и других чрезвычайных ситуаций, о метеорологических, агрометеорологических и гидрологических условиях и изменениях климата, о состоянии и загрязнении природной среды, о радиационной обстановке на поверхности Земли и в околоземном космическом пространстве;

- совершенствованию систем предупреждения органов государственного управления, населения, экономики и вооруженных сил об опасных и стихийных гидрометеорологических явлениях и экстремальных ситуациях, связанных с загрязнением природной среды;

- мониторингу загрязнения природной среды, в том числе радиационной обстановки на территории, подвергшейся загрязнению в результате Чернобыльской катастрофы;

- разработке методов и выпуску краткосрочных и долгосрочных прогнозов погоды, водности, урожая сельскохозяйственных культур, опасных гидрометеорологических явлений, глобальных и региональных изменений климата, радиационной обстановки на поверхности Земли и в околоземном космическом пространстве, загрязнения, включая радиоактивное, природной среды;

- формированию и развитию единой системы наблюдений, сбора, обработки, анализа, хранения и распространения гидрометеорологической информации и данных о загрязнении природной среды;

- научно-исследовательским и опытно-конструкторским работам в области гидрометеорологии, загрязнения природной среды, гидрометеорологического приборостроения;

- проведению комплексных экспедиций и натурных экспериментов,

направленных на разработку методов оценки и прогноза состояния природной среды;

- организационно-техническому и методическому руководству соответствующими учреждениями, организациями и предприятиями;

- разработке методов и технических средств получения, сбора, обработки и распространения гидрометеорологической информации, включая космическую, а также данных о загрязнении природной среды;

- контролю в пределах своих полномочий за соблюдением требований ко всем видам работ в области гидрометеорологии и мониторинга загрязнения природной среды, выполняемых учреждениями, организациями и предприятиями на территории Союзного государства, независимо от их организационно-правовых форм;

- изданию научно-технической литературы в области гидрометеорологии, оценки загрязнения природной среды и его последствиях;

- системам регулярного доведения через средства массовой информации до населения данных о фактических и ожидаемых погодно-климатических условиях, опасных и стихийных явлениях гидрометеорологического характера;

- мерам, связанным с подготовкой, переподготовкой и повышением квалификации кадров по направлениям своей деятельности;

- участием соответствующих органов Республики Беларусь и Российской Федерации в работах по уменьшению негативного влияния хозяйственной деятельности на климат и предотвращению отрицательных последствий изменения климата для экономики и природной среды, а также в координации их деятельности по выполнению Рамочной Конвенции ООН об изменении климата и ее протоколов;

- обмену гидрометеорологической информацией и данными о загрязнении природной среды, включая обмен указанной информацией с иностранными государствами и международными организациями;

- ведению межгосударственного фонда данных по гидрометеорологии и мониторингу загрязнения природной среды;

- изданию единых наставлений, руководств, технических регламентов, методических указаний, научно-технических и технологических рекомендаций по проведению гидрометеорологических наблюдений и работ, мониторингу загрязнения природной среды, порядку представления результатов наблюдений;

- выработке согласованных механизмов проведения скоординированной политики выделения инвестиций для приобретения приборов и оборудования, обеспечивающих технологическое единство функционирования Комитета в качестве единой гидрометеорологической службы Союзного государства;

- участием во Всемирной метеорологической организации системы ООН и в других международных организациях, конвенциях, программах и проектах, касающихся гидрометеорологии, мониторинга загрязнения природной среды.

В ходе изучения экономической эффективности гидрометеорологического обслуживания экономики в рамках реализации «Республиканской программы развития государственной гидрометеорологической службы Республики Беларусь на 2007 - 2010 годы» белорусскими экспертами и экспертами

Всемирного банка установлено, что суммарная доля погодозависимых отраслей в республике составляет 41,5 % от производства ВВП. Наиболее погодозависимой отраслью экономики является сельское хозяйство, открытость которого воздействиям опасных гидрометеорологических явлений в значительной мере определяет уровень суммарных ущербов экономике страны. Предварительные оценки, выполненные экспертами Всемирного банка показали, что экономика республики теряет в среднем около 93 миллионов долларов США (в ценах 2005 г.) в связи с ущербами от неблагоприятных и опасных погодных явлений и условий. Увеличение заблаговременности предупреждения даже на 1 ч может снизить материальный ущерб на 0,5-0,8 % (в зависимости от четкости и слаженности действий соответствующих служб), за сутки это 12-15 %, за двое суток - 25-30 %).

В 2014 году принята Стратегия развития гидрометеорологической деятельности и деятельности в области мониторинга окружающей среды Республики Беларусь на период до 2030 года. Стратегия определяет основные направления развития гидрометеорологической деятельности, мероприятия и этапы реализации этого развития, направлена на обеспечение устойчивого социально-экономического развития республики в части информационного обеспечения гидрометеорологической и экологической безопасности страны, повышения эффективности деятельности погодозависимых отраслей экономики.

Вопрос оптимизации сети гидрометеорологических наблюдений Республики Беларусь рассматривался в 2015 г. Белгидрометом в рамках научно-исследовательской работы на тему «Научно-методическое обоснование требований по оптимизации государственной сети гидрометеорологических наблюдений и прогноза, которым занимались такие сотрудники организации, как: С. А. Кузьмич, Е.Л. Логункова и другие.

Изучением воздействия ОЯ на различные виды экономической деятельности в Беларуси занимаются такие ученые, как В. Ф. Логинов, И.С. Данилович, Ю. А. Гледко, М. Г. Герменчук и др. В 2007 г. вышла статья «Оценки экономической эффективности обслуживания гидрометеорологической информацией отраслей экономики в республике» в журнале «Природные ресурсы». В 2014 г. была опубликована статья Ю. А. Гледко, посвященная ущербам от воздействия опасных метеорологических явлений, под названием «Региональное распределение ущерба последствий опасных метеорологических явлений на территории Беларуси» и др. В 2018 г. В. М. Лаппо, Ю.А. Гледко провели оценку экономического эффекта использования гидрометеорологической информации при эксплуатации автомобильных дорог Беларуси.

Ввиду большого спектра проявления различных атмосферных и гидросферных процессов на территории России и, следовательно, большого количества случаев ОЯ, наблюдается высокая изученность воздействия интенсивности ОЯ на экономическую и социальную системы государства. Поэтому многие исследования, проводимые на территории Беларуси, основываются на методике зарубежных ученых, в частности, ученых России. К их числу следует отнести Кобышеву Н. В., Васильева М. П., Шаймарданова В.

М., Фокичеву А. А., Коршунова А. А., Слесарева Л. С. и многих других, которые занимаются расчетами социальных и экономических рисков, изучают показатели влияния погодных условий на экономику, региональное распределение экономических потерь и экономические выгоды и др.

В работе Данилович И.С., Логинова В.Ф. «Текущие и ожидаемые изменения климата на территории Беларуси» показаны региональные особенности изменения климата на территории Беларуси, развивающиеся на фоне глобальных изменений, представлены результаты текущих и будущих изменений климата на территории Беларуси, также предпринята попытка связать региональные особенности происходящих климатических изменений и прогнозируемых значений температуры воздуха, осадков и ветра.

Показаны различия в температурном режиме и режиме увлажнения, где произошло заметное нарастание экстремальности выпадения осадков. За период потепления, которое отмечается с 198(8)9 г., среднегодовая температура воздуха увеличилась на 1,3°C, годовые суммы осадков изменились в пределах 5-7 %, но увеличились максимальные суммы осадков на 20-30%. Уменьшилась продолжительность их выпадения до 20%, на 1-4 дня увеличилось число сухих и жарких дней, снизилось содержание запасов воды в снеге до 20%, снизилась годовая скорость ветра в среднем на 1 м/с.

Также представлена оценка климатической уязвимости территории Беларуси на основе безразмерных индексов по методике, включающей средние и экстремальные показатели температуры воздуха, осадков и ветра. Установлено повышение степени климатической уязвимости территории страны в период потепления климата (Данилович И.С. «Оценка климатической уязвимости территории Беларуси на основе безразмерных климатических индексов»).

1.1.4. Правовые основы гидрометеорологического обеспечения в Беларуси

Основными *правовыми документами* регулирующими отношения между поставщиком гидрометеорологической информации и ее потенциальным потребителем являются:

1. Закон Республики Беларусь от 09 января 2006 г. №93-З «О гидрометеорологической деятельности»;

2. Указ Президента Республики Беларусь от 26 июля 2007 г. №351 «О некоторых вопросах гидрометеорологической деятельности»;

3. Устав ГУ «Республиканский центр по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды» (утвержден приказом Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь от 31.12.2014 № 399-ОД);

4. Положение о порядке ведения договорной работы в государственном учреждении «Республиканский центр по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды» (утверждено приказом государственного учреждения «Республиканский центр по

гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды» 30.04.2025 №89-ОД);

5. Закон Республики Беларусь от 18 июля 2011 г. №300-З «Об обращении граждан и юридических лиц»;

6. Решение коллегии от 20 декабря 2014 г. № 124-Р О проекте Стратегии развития гидрометеорологической деятельности и деятельности в области мониторинга окружающей среды Республики Беларусь на период до 2030 г.;

7. Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 15 июня 2021 г. № 329 «О мерах по реализации Закона Республики Беларусь от 10 декабря 2020 г. № 64-З «Об изменении Закона Республики Беларусь «О гидрометеорологической деятельности»;

8. Постановление совета министров Республики Беларусь 15 июня 2021 г. № 330 «Об обеспечении гидрометеорологической информацией гражданской авиации».

Порядок ведения гидрометеорологической деятельности, наблюдений на метеорологических станциях и постах, иные виды деятельности в области гидрометеорологии определяется техническими кодексами установившейся практики (ТКП):

1. ТКП 17.01-01-2007 «Охрана окружающей среды и природопользование. Гидрометеорология. Правила машинной обработки и контроля данных гидрометеорологических наблюдений на станциях».

2. ТКП 17.02-02-2007 «Охрана окружающей среды и природопользование. Гидрометеорология. Правила машинной обработки и контроля данных гидрометеорологических наблюдений на постах.

3. ТКП 17.01-03-2007 «Охрана окружающей среды и природопользование. Гидрометеорология. Правила проведения агрометеорологических наблюдений и работ на станциях и постах».

4. ТКП 17.01-04-2007 «Охрана окружающей среды и природопользование. Гидрометеорология. Правила проведения контроля и обработки наблюдений за фазами развития сельскохозяйственных культур».

5. ТКП 17.10-05-2007 «Охрана окружающей среды и природопользование. Гидрометеорология. Правила по метеорологическому обслуживанию гражданской авиации».

6. ТКП 17.06-03-2008 «Охрана окружающей среды и природопользование. Гидросфера. Порядок оформления водохозяйственных балансов».

7. ТКП 17.10-06-2008 «Охрана окружающей среды и природопользование. Гидрометеорология. Правила составления краткосрочных прогнозов погоды общего назначения».

8. ТКП 17.10-07-2008 «Охрана окружающей среды и природопользование. Гидрометеорология. Правила проведения проверки гидрологических наблюдений и работ».

9. ТКП 17.10-08/1-2008 «Охрана окружающей среды и природопользование. Гидрометеорология. Правила проведения гидрологических наблюдений и работ. Часть 1».

10. ТКП 17.10-08-2/2008 «Охрана окружающей среды и природопользование. Гидрометеорология. Правила проведения гидрологических наблюдений и работ. Часть 2».
11. ТКП 17.10-11-2008 «Охрана окружающей среды и природопользование. Гидрометеорология. Правила эксплуатации метеорологического оборудования аэродромов гражданской авиации».
12. ТКП 17.10-12-2009 «Охрана окружающей среды и природопользование. Гидрометеорология. Правила проведения приземных метеорологических наблюдений и работ на станциях».
13. ТКП 17.10-13-2009 «Охрана окружающей среды и природопользование. Гидрометеорология. Правила проведения актинометрических и теплобалансовых наблюдений и работ на станциях».
14. ТКП 17.10-16-2009 «Охрана окружающей среды и природопользование. Гидрометеорология. Правила проведения гидрометеорологических наблюдений и работ на озерах и водохранилищах».
15. ТКП 17.10-17/1-2009 «Охрана окружающей среды и природопользование. Гидрометеорология. Правила подготовки первичных гидрологических данных наблюдений. Часть 1. Правила подготовки первичных гидрологических данных наблюдений на реках и каналах».
16. ТКП 17.10-17/2-2009 «Охрана окружающей среды и природопользование. Гидрометеорология. Правила подготовки первичных гидрологических данных наблюдений. Часть 2. Правила подготовки первичных гидрологических данных наблюдений на озерах и водохранилищах».
17. ТКП 17.10-20-2010 «Охрана окружающей среды и природопользование. Гидрометеорология. Правила проведения метеорологических радиолокационных наблюдений и работ».
18. ТКП 17.10-21-2010 «Охрана окружающей среды и природопользование. Гидрометеорология. Правила проведения проверки метеорологических радиолокационных наблюдений и работ».
19. ТКП 17.10-22-2010 «Охрана окружающей среды и природопользование. Гидрометеорология. Правила составления климатической характеристики аэродрома».
20. ТКП 17.10-24/1-2010 «Охрана окружающей среды и природопользование. Гидрометеорологическая деятельность. Правила составления гидрологического ежегодника. Часть 1. Реки и каналы».
21. ТКП 17.10-24/2-2010 «Охрана окружающей среды и природопользование. Гидрометеорологическая деятельность. Правила составления гидрологического ежегодника. Часть 2. Озера и водохранилища».
22. ТКП 17.10-25-2010 «Охрана окружающей среды и природопользование. Гидрометеорологическая деятельность. Государственный водный кадастр. Правила составления справочника «Многолетние данные о режиме и ресурсах поверхностных вод».
23. ТКП 17.10-27-2010 «Охрана окружающей среды и природопользование. Гидрометеорологическая деятельность. Правила проведения наблюдений за испарением с водной поверхности и расчета

испарения с поверхности водоемов».

24. ТКП 17.10-28-2011 «Охрана окружающей среды и природопользование. Гидрометеорологическая деятельность. Правила составления и оценки прогнозов гидрологического режима поверхностных вод».

25. ТКП 17.10-37-2011 «Охрана окружающей среды и природопользование. Гидрометеорологическая деятельность. Правила проведения обработки материалов метеорологических наблюдений на станциях».

26. ТКП 17.10-38-2011 «Охрана окружающей среды и природопользование. Гидрометеорологическая деятельность. Правила проведения приземных метеорологических наблюдений и работ на постах».

27. ТКП 17.10-43-2014 Охрана окружающей среды и природопользование. Гидрометеорологическая деятельность. Правила проведения приземных метеорологических наблюдений на станциях 3 разряда».

В основе Закона Республики Беларусь "О гидрометеорологической деятельности" лежит модельный закон "О гидрометеорологической деятельности", рекомендованный Межпарламентской ассамблеей государств-участников Содружества Независимых государств, тем самым подчеркивается международное значение правовой организации и унификации гидрометеорологической деятельности.

В соответствии с Законом Республики Беларусь «О гидрометеорологической деятельности», **гидрометеорологическая деятельность** – деятельность в области метеорологии, гидрологии и смежных с ними областях, направленная на производство, предоставление, распространение гидрометеорологической информации, а также работы по активному воздействию на метеорологические и другие геофизические процессы.

Государственная гидрометеорологическая служба – подчиненное Министерству природных ресурсов и охраны окружающей среды юридическое лицо, осуществляющее гидрометеорологическую деятельность, отдельные ее виды либо отдельные работы и (или) услуги, составляющие производство гидрометеорологической информации, предоставление, распространение такой информации, в том числе обеспечение гидрометеорологической информацией гражданской авиации.

Государственная гидрометеорологическая служба обязана выполнять работы, оказывать услуги в области гидрометеорологической деятельности, предусмотренные перечнем работ и услуг общегосударственного и (или) международного значения, определяемым Советом Министров Республики Беларусь.

В государственную гидрометеорологическую службу входят семь подчиненных Министерству природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь государственных организаций:

Республиканский центр по гидрометеорологии, контролю, радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды,

Филиал Минскоблгидромет,

Филиал Брестоблгидромет,
Филиал Витебскоблгидромет,
Филиал Гомельоблгидромет,
Филиал Гроднооблгидромет,
Филиал Могилевоблгидромет.

Закон состоит из 7 глав: Общие положения; Государственное управление и регулирование в области гидрометеорологической деятельности; Виды гидрометеорологической деятельности; объекты отношений в области гидрометеорологической деятельности. Субъекты отношений в области гидрометеорологической деятельности, их права и обязанности; Государственный учет в области гидрометеорологической деятельности. Гидрометеорологическая деятельность в условиях чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера и ликвидации их последствий; Государственная гидрометеорологическая служба; Гидрометеорологические наблюдения; Гидрометеорологическая информация.

Действие Закона направлено на установление правовых основ осуществления гидрометеорологической деятельности и на обеспечение государственных органов, иных организаций и физических лиц фактической и прогнозной гидрометеорологической информацией.

В статье 10 Закона четко указаны *виды гидрометеорологической деятельности*:

- производство гидрометеорологической информации;
- предоставление, распространение гидрометеорологической информации;
- работы по активному воздействию на метеорологические и другие геофизические процессы.

В свою очередь производство гидрометеорологической информации включает в себя следующие работы и услуги:

- осуществление гидрометеорологических наблюдений;
- сбор, обработка, анализ и хранение гидрометеорологической информации;
- составление прогнозов погоды и иной информации, являющейся результатом анализа первичных гидрометеорологических данных;
- иные работы и услуги, предусмотренные законодательством о гидрометеорологической деятельности.

Указание конкретных видов гидрометеорологической деятельности способствует более четкому раскрытию механизма правового регулирования осуществления указанной деятельности.

В Законе определены права и обязанности производителей гидрометеорологической информации, права обладателей и потребителей такого рода информации.

Определены государственные органы и должностные лица, осуществляющие государственное управление в области гидрометеорологической деятельности. Согласно статье 4 Закона, Государственное управление и регулирование в области гидрометеорологической деятельности осуществляют Президент Республики

Беларусь, Совет Министров Республики Беларусь, Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды, Государственный военно-промышленный комитет, государственные органы и организации, имеющие подразделения государственной авиации, местные Советы депутатов, местные исполнительные и распорядительные органы.

Следует также обратить внимание, что согласно Декрету Президента Республики Беларусь "О лицензировании отдельных видов деятельности" гидрометеорологическая деятельность не относится к лицензируемым видам деятельности. В связи с чем, в качестве правовых оснований осуществления гидрометеорологической деятельности, отдельных ее видов либо отдельных работ и услуг, составляющих производство гидрометеорологической информации, Законом предусматривается указание гидрометеорологической деятельности, отдельных ее видов либо отдельных работ и услуг, составляющих производство гидрометеорологической информации, в учредительных документах организаций или свидетельствах о регистрации индивидуальных предпринимателей.

Определено также, что организации и индивидуальные предприниматели, осуществляющие производство гидрометеорологической информации или отдельные работы и услуги, ее составляющие, должны быть зарегистрированы в Государственном реестре производителей гидрометеорологической информации. Организациям и индивидуальным предпринимателям, зарегистрированным в указанном реестре, выдаются свидетельства об их регистрации. Ведение Государственного реестра производителей гидрометеорологической информации и выдача свидетельств о регистрации в нем производителей гидрометеорологической информации осуществляются Министерством природных ресурсов и охраны окружающей среды в порядке, определяемом Советом Министров.

Необходимо отметить, что не подлежат регистрации в Государственном реестре производителей гидрометеорологической информации подразделения Вооруженных Сил Республики Беларусь, осуществляющие производство гидрометеорологической информации.

В Законе произведено деление гидрометеорологических наблюдений на виды:

- метеорологические наблюдения (приземные метеорологические, актинометрические, теплобалансовые, агрометеорологические, авиационные метеорологические, метеорологические радиолокационные и аэрологические);

- гидрологические наблюдения;

- микроклиматические наблюдения;

- иные виды гидрометеорологических наблюдений, предусмотренные законодательными актами и международными договорами Республики Беларусь.

Статьи 22 и 23 Закона посвящены детальному отражению целей проведения метеорологических и гидрологических наблюдений.

В статье 17 Закона регламентируются отношения в области осуществления гидрометеорологической деятельности в условиях чрезвычайных ситуаций и

ликвидации их последствий.

Законом урегулированы вопросы размещения стационарных пунктов наблюдений, переноса гидрометеорологических объектов, а также установления охранных зон вокруг стационарных пунктов наблюдений государственной сети гидрометеорологических наблюдений. Целью установления которых является обеспечение достоверности данных гидрометеорологических наблюдений.

Отдельная глава Закона посвящена гидрометеорологической информации. В ней нашли отражение вопросы Предоставление гидрометеорологической информации, Распространение гидрометеорологической информации, Государственный климатический кадастр, Государственный гидрометеорологический фонд, Обеспечение гидрометеорологической информацией авиации и Обеспечение гидрометеорологической информацией Вооруженных Сил Республики Беларусь, других войск и воинских формирований.

В Законе определены цели ведения государственного климатического кадастра, республиканский орган государственного управления, уполномоченный вести указанный кадастр. Определение порядка ведения государственного климатического кадастра, состава данных государственного климатического кадастра и порядок предоставления государственным органам, иным организациям и физическим лицам этих данных отнесено к компетенции Совета Министров.

Законодательно закреплено ведение государственного гидрометеорологического фонда. Он представляет собой совокупность документированной гидрометеорологической информации, подлежащей хранению в соответствии с законодательством в целях ее систематизации, хранения и использования. Состав государственного гидрометеорологического фонда, а также порядок его ведения и использования определяются Советом Министров.

В Законе также освещены вопросы обеспечения гидрометеорологической информацией гражданской авиации в Республике Беларусь, Вооруженных Сил Республики Беларусь, других войск и воинских формирований. При этом установлено, что порядок обеспечения Вооруженных Сил Республики Беларусь, других войск и воинских формирований гидрометеорологической информацией определяется Президентом Республики Беларусь.

Закон в должной мере урегулировал сферу общественных отношений в области осуществления гидрометеорологической деятельности и обеспечения гидрометеорологической информацией.

Таким образом, законодательно гидрометеорологическая деятельность закреплена Законом Республики Беларусь «О гидрометеорологической деятельности» Осуществляется гидрометеорологическая деятельность согласно ТКП 17.10-23-2010 «Правила организации государственной сети гидрометеорологических наблюдений и сети наблюдений для целей мониторинга окружающей среды» с соблюдением следующих принципов:

- комплексности, системности и непрерывности наблюдений;
- единства и сопоставимости измерений и методов производства и

регламентации гидрометеорологических наблюдений, расчетов, прогнозов, сбора, обработки, анализа, хранения и предоставления гидрометеорологической информации;

- координации и интеграции деятельности гидрометеорологической службы Республики Беларусь с деятельностью гидрометеорологических служб других государств;

- полноты, достоверности, доступности и своевременности гидрометеорологической информации;

- предотвращения вреда жизни и (или) здоровью граждан, а также имуществу и окружающей среде.

Гидрометеорологическая деятельность осуществляется с соблюдением следующих основных принципов:

- глобальности, комплексности, системности и непрерывности гидрометеорологических наблюдений;

- единства научно обоснованных технологий и методов осуществления и регламентации гидрометеорологических наблюдений, сбора, обработки, анализа, хранения, предоставления и распространения гидрометеорологической информации, в том числе обеспечения такой информацией авиации;

- интеграции деятельности государственной гидрометеорологической службы и иных производителей гидрометеорологической информации с деятельностью гидрометеорологических служб других государств;

- полноты, доступности, достоверности, своевременности предоставления и распространения гидрометеорологической информации;

- безопасности осуществления гидрометеорологической деятельности для физических лиц, окружающей среды;

- гласности;

- обеспечения защищенности жизни и (или) здоровья физических лиц, интересов общества и государства от воздействия опасных и (или) неблагоприятных гидрометеорологических явлений, комплексов неблагоприятных гидрометеорологических явлений, изменений климата.

1.2 ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ

1.2.1. Основные виды гидрометеорологической информации

Слово *информация* произошло от латинского *informacio*, что означает осведомление, сообщение о чем-либо, о каком-либо факте или событии, разъяснение чего-либо. В широком смысле слова любые сведения, дающие представление о той или иной стороне материального мира и происходящих в нем процессах, можно назвать информацией.

По стадии образования информацию можно разделить на два класса - первичную и вторичную. **Первичная** информация возникает в процессе измерений и наблюдений, **вторичная** - в результате обработки первичной информации (синоптические карты, вертикальные разрезы атмосферы, анализы и прогнозы погоды на различные сроки, климатические данные и т.д.).

По структуре информация может быть представлена в числовой, алфавитной (буквенной) и графической формах.

Гидрометеорологическая информация – первичные гидрометеорологические данные, прогноз погоды и иная информация, являющаяся результатом анализа первичных гидрометеорологических данных.

В последние годы появился новый раздел информатики, в рамках которого разрабатываются теория, методы и технология информационного обеспечения и автоматизации географических и экологических исследований. Этот раздел назван *геоинформатикой*.

Ключевые проблемы геоинформатики:

- измерения;
- переработка огромных объемов информации;
- использование информации для обслуживания различных видов экономической деятельности.

Эффективность использования первичной гидрометеорологической информации в службе погоды определяется ее точностью, полнотой и своевременностью получения потребителем. Поэтому синоптик должен иметь полное представление о содержании первичной метеорологической информации, возможностях ее получения современными техническими средствами и требованиях, к ней предъявляемых.

Состояние атмосферы описывается комплексом параметров. В этот комплекс в настоящее время входят, как правило, атмосферное давление, температура и влажность воздуха (в качестве внеатмосферного параметра часто включается температура подстилающей поверхности), скорость и направление ветра, системы конденсации водяного пара (туманы, облачность, осадки и т. д.), атмосферные явления (грозы, метели, пыльные бури и т. п.), вертикальные движения воздуха. Все эти параметры атмосферы определяются или инструментально, или, как, например, форма облаков и вид осадков, визуально и являются **первичной метеорологической информацией**. Из всего комплекса метеорологических величин, определяемых непосредственно в результате метеорологических наблюдений, исключение представляет скорость вертикальных движений воздуха, которая приближенно рассчитывается по формулам. В некоторых случаях в состав первичной метеорологической информации могут включаться сведения о загрязненности атмосферы, ее электрических параметрах, химическом составе и т. д.

Непосредственная значимость рассматриваемого комплекса метеорологических величин для различных потребителей неодинакова. Однако это не может служить основанием для исключения какой-либо метеорологической величины из содержания первичной метеорологической информации по ряду причин. Во-первых, содержание первичной метеорологической информации должно давать возможность обеспечения любого потенциального потребителя. Во-вторых, некоторые параметры атмосферы, непосредственно не интересующие потребителя, используются для повышения качества синоптического анализа и разработки прогноза тех характеристик, которые этому потребителю нужны.

Основные требования к первичной метеорологической информации определяются задачами, стоящими перед службой погоды. Возможность решения большинства таких задач связана:

1) с масштабами погодообразующих атмосферных процессов и статистической структурой метеорологических полей, что определяет пространственную и временную дискретность получения метеорологической информации, т. е. плотность размещения метеорологических станций, частоту наблюдений на них, размеры территории, с которой нужно иметь первичную метеорологическую информацию. Так, например, для разработки прогноза погоды на 24-36 ч по пункту или по небольшому району (административной области) необходимо иметь первичную метеорологическую информацию с территории, примерно 3000 x 3000 км, на которой пункты измерений находятся друг от друга на расстоянии 150-200 км и сообщают в прогностическое подразделение сведения о погоде с интервалом 4-6 ч;

2) с требованиями экономики, поскольку затраты на создание и эксплуатацию измерительной сети должны быть меньше экономического эффекта, получаемого от использования первичной метеоинформации от этой сети во всех видах деятельности службы погоды;

3) с техническими возможностями получения первичной метеорологической информации того или иного вида, так как некоторые системы получения первичной метеоинформации (метеорологические радиолокационные станции, метеорологические ИСЗ и др.) не могут обеспечить получение всего комплекса атмосферных параметров.

Исходя из особенностей погодообразующих атмосферных процессов, существующих способов их анализа, методов прогноза погоды, требований практики метеообеспечения различных видов экономической деятельности, можно сформулировать такие *основные требования к первичной метеорологической информации*: комплексность, трехмерность, глобальность, регулярность, оперативность, синхронность.

Комплексность, как уже указывалось, означает требование включения в состав первичной метеорологической информации результатов наблюдений за всеми метеорологическими величинами и явлениями, перечень которых был приведен ранее. Это требование должно выполняться для каждого пункта измерений и момента времени, так как неполная первичная метеорологическая информация как в некоторых пунктах, так и в некоторые моменты времени осложняет анализ развития погодообразующих атмосферных процессов и снижает точность прогнозов погоды. Существование связей между полями различных метеорологических величин и одной и той же метеорологической величины во времени и пространстве при комплексности первичной метеорологической информации позволяет при синоптическом анализе исключать грубые ошибки, возникающие при измерениях, передаче информации по линиям связи, при нанесении данных на синоптические карты.

Трехмерность первичной метеорологической информации, представляет собой требование освещения результатами измерений метеорологических величин всего пограничного слоя и свободной атмосферы до предельно

возможных высот. Это необходимо потому, что атмосферные процессы, формирующие погоду вблизи подстилающей поверхности, развиваются в большом слое атмосферы, включающем тропосферу и стратосферу. Кроме того, ряд потребителей метеорологической информации (авиация, ракетная техника, воздухоплавание) нуждаются в сведениях о текущих и ожидаемых метеорологических условиях в свободной атмосфере, получить которые без трехмерности первичной метеоинформации невозможно.

Требование **глобальности** не означает, что во всех случаях и во всех оперативных подразделениях Белгидромета необходимо иметь первичную метеорологическую информацию с территории всего земного шара или полушария. Оно отражает в первую очередь тот факт, что размеры территории, для которой нужно иметь эту информацию, должны существенно превышать площадь района, для которого разрабатывается прогноз. Это связано с необходимостью учета взаимосвязей между погодообразующими процессами в сравнительно удаленных от района действия прогноза территориях и высокой скоростью перемещения зон с различными погодными условиями. Так, например, зона интенсивных осадков, находящаяся в исходный момент у западного побережья Европы, за сутки может переместиться на территорию Беларуси и Украины, резко изменив существовавший здесь ранее режим погоды.

Регулярность первичной метеорологической информации, т. е. требование производства метеорологических наблюдений в установленные сроки без их пропусков, обеспечивает своевременное обновление метеорологической информации, необходимой потребителям, позволяет при анализе и прогнозе развития синоптических процессов и погоды в полной мере учитывать их временную последовательность, вести непрерывное (с перекрытием) прогнозирование погоды, проводить уточнение прогнозов.

Под **оперативностью** понимается требование поступления первичной метеорологической информации к потребителю в минимальные сроки с момента производства наблюдения. Несоблюдение этого требования в значительной мере обесценивает информацию, особенно если она используется в целях краткосрочного прогноза погоды.

Синхронность, т. е. требование проведения метеорологических наблюдений в одно и то же время на всей измерительной сети, облегчает анализ пространственной структуры полей метеорологических величин, существенно уменьшает время сбора первичной метеоинформации с пунктов измерений и соответственно время ее доведения в виде сводок результатов наблюдений до потребителей.

1.2.2. Характеристика гидрометеорологических данных и их упорядочение по пространственным и временным признакам

Гидрометеорологические данные - это значения физических величин, характеризующих состояние атмосферы и гидросферы.

При обработке информации используют следующие типы данных:

I- числовой, целый (баллы облачности, метеорологической видимости, коды типов погоды);

R - числовой, действительный, необязательно целый (температура, давление и другие величины);

C - символьный или текстовый (название пунктов наблюдений и измеряемых параметров, сведения о формах облаков, типы погоды - текстуральные);

B - логический (сведения о наличии явлений).

Вследствие значительной изменчивости в пространстве и времени физических величин атмосферы и гидросферы для слежения за их состоянием необходимы многочисленные измерения состояния этих сред.

Проектирование систем наблюдений, сбора и обработки гидрометеорологических данных должно опираться на систематизированные, некоторым образом обобщенные сведения об основных свойствах гидрометеорологической информации.

Различают неметрические и метрические шкалы.

К неметрическим шкалам относятся номинальная шкала (отображения на ней - классификация) и порядковая шкала (отображение -квантификация).

Массивы гидрометеорологических данных упорядочиваются по пространственным и временным признакам. Так, возможны следующие системы счета времени: местное (звездное или солнечное), всемирное (среднесолнечное Гринвичского меридиана), поясное, декретное время.

Наблюдения могут быть синоптическими, т. е. одновременными для всей Земли, и асиноптическими, т. е. в произвольные моменты времени.

В настоящее время установлено восемь синоптических сроков наблюдений: 0, 3, 6, 9, 12, 15, 18, 21, 24 часа по Гринвичу. До 1965 г. в СССР на сети гидрометеорологических станций наблюдения проводились в определенные сроки по местному солнечному времени станции, с 1966 г. сеть перешла на синоптические сроки наблюдений.

В архиве время суток может быть указано с точностью до номера синоптического срока, до часа, минут, секунд и в различных системах времени.

Система счета длительных промежутков времени названа *календарем*. В настоящее время принят солнечный григорианский календарь. Продолжительность календарного года считается равной 365 средним солнечным суткам три года подряд, а каждый четвертый (високосный) год содержит 366 суток.

Для упрощения программ счета при статистической обработке лучше использовать нумерацию из 366 дней, а в простом году 60-й день считать отсутствующим.

В метеорологии применяют следующие системы пространственных координат. По вертикали это могут быть геометрические высоты, геопотенциальные высоты, уровни изобарических поверхностей и др.

Координаты точек на земной поверхности изображаются широтой и долготой. Используются координатные номера, которые состояются из значений широты и долготы пункта наблюдений.

В общем случае данные могут быть упорядочены по значениям широты и долготы, по значениям линейных номеров (соответствующих имени станции и линейному номеру установленного списка).

Существуют системы квадратов Марсдена, октантов на Земле, областей, образуемых пересечением меридианов и параллелей. Чаще применяется система трапеций на сфере, образуемых пересечением меридианов и широт через 5° .

1.2.3. Требования к гидрометеорологическим данным

В атмосфере наблюдается большая изменчивость процессов. А.С. Монин выделяет в спектре периодов колебаний девять интервалов.

1. Микрометеорологические колебания с периодами от долей секунды до минут.

2. Мезометеорологические колебания, соответствующие периодам от минут до часов.

3. Синоптические колебания с периодами от нескольких часов до нескольких дней.

4. Глобальные колебания с периодом от недели до месяцев.

5. Сезонные колебания - колебания с годовым периодом и их гармоники.

6. Междугодичные колебания.

7. Внутривековые колебания.

8. Междувекковые колебания.

9. Ледниковые периоды плейстоцена.

Эта сводка масштабов показывает, насколько должен быть широк диапазон требований к точности, пространственному и временному разрешению наблюдений и длительности периодов, за которые необходимо собрать сведения об атмосфере.

К системам получения данных предъявляются следующие требования:

- точность измерений;
- пространственное и временное разрешение;
- репрезентативность измерений;
- время сбора данных;
- полнота;
- достоверность измерений;
- стабильность (однородность измерений);
- надежность функционирования;
- экономичность функционирования.

Для определения требований к данным необходимо взять в расчет следующие обстоятельства.

1. Величина изменчивости зависит от пространственно-временных масштабов. Например, сезонная изменчивость больше межгодовой, а межгодовая для ряда характеристик по величине существенно больше

изменчивости между соседними десятилетиями. Изменчивость температуры в Беларуси меньше, чем в России.

2. Существует определенная связь между пространственными и временными масштабами осреднения.

3. Имеется тесная связь между некоторыми характеристиками климатической системы. Это позволяет использовать такую связь для осуществления контроля и установления требований к точности данных.

4. Точность определения параметров наблюдательными системами, которые обеспечивают минимальную точность для единичных измерений (при большой случайной ошибке средней), можно увеличить, используя большее количество измерений.

5. Количество данных может быть оценено априори для различных районов земного шара посредством оптимальной интерполяции метеорологических полей, если известна их автокорреляционная или ковариационная функция.

В зависимости от цели использования данных требования будут различаться. Перечислим основные цели:

- для верификации и развития моделей;
- долговременного мониторинга медленно изменяющихся параметров, включая воздействующие на систему факторы;
- изучения специфических процессов (микротурбулентность) параметризации и прикладных задач (например, порывистость ветра).

1.2.4. Точность данных

Точность исходных данных зависит от ошибок измерительных приборов, ошибок метода измерений, ошибок интерполяции или осреднения во времени или пространстве. Ошибки в данные могут быть внесены в процессе передачи сообщений, обработки или хранения. Ошибки можно классифицировать следующим образом:

- по происхождению: аппаратная (инерция, неисправность), методическая, погрешность отсчета, погрешность градуировки;
- по характеру изменений: статическая, динамическая, дополнительная (отклонение от условий эксплуатации);
- по связи с величиной: аддитивная (не зависящая от истинного значения величины X), мультипликативная (коррелирующая с истинным значением величины X), погрешность нуля.

Если сигнал задан значением X^1 , а ошибка Δ , то истинное значение X связано с измеренным значением X^1 при аддитивной ошибке соотношением $X^1 = X + \Delta$.

При мультипликативной ошибке X и X^1 связаны соотношением $X^1 = vX$. В общем случае мультипликативную ошибку можно рассмотреть как аддитивную, если записать $X^1 = Xv_0 + \Delta$:

$$\Delta = X(v - v_0) = X\check{\zeta}.$$

При сложной системе измерений могут присутствовать оба типа ошибок, т. е. $X^1 = Xv + \Delta$.

Известно, что как бы тщательно не были выполнены измерения и каким бы совершенным не был измерительный прибор, результат измерения будет отличаться от фактического значения измеряемой величины. Это отличие называют **погрешностью** или *ошибкой измерения*. Величина погрешности характеризует точность измерения: чем меньше погрешность, тем выше точность измерения.

Величина погрешности измерения зависит от многих факторов, из которых можно выделить факторы, обуславливающие закономерное отличие полученного результата от фактического значения измеряемой величины. Эту часть погрешности измерения называют *систематической погрешностью*. В качестве примера систематической погрешности измерения температуры воздуха с помощью термометра можно привести погрешность, связанную с действием на термометр солнечной радиации.

В измерениях различают следующие виды систематических погрешностей.

1. Погрешности, природа которых известна и величина которых может быть точно определена. Такие погрешности называют поправками.

2. Источник погрешности известен, а величина погрешности не определена (неизвестна). Сюда относятся погрешности измерительного прибора.

3. Погрешности, о существовании которых экспериментатор не подозревает. Этот вид погрешности связан с недостатками прибора или метода измерений, или с неучетом какой-либо существенной особенности измеряемого объекта.

Кроме систематических погрешностей, имеются случайные погрешности. Они проявляются в том, что при повторных измерениях одной и той же постоянной (неменяющейся) величины, выполненных в одинаковых условиях (при одних и тех же значениях факторов, определяющих погрешность измерения), получаемые значения все же существенно отличаются друг от друга. Поскольку случайные погрешности определяются большим числом независимых между собой причин, оценить величину этой погрешности на основе анализа действующих факторов невозможно. Случайные погрешности имеют следующие свойства:

- положительные и отрицательные случайные погрешности, равные по абсолютной величине, равновозможны;
- среднее арифметическое из значений случайной погрешности стремится к нулю при неограниченном возрастании числа измерений;
- для ряда результатов измерений с известным параметром распределения абсолютные величины случайных погрешностей с заданной вероятностью не превышают определенного предела.

Из-за значительной временной и (или) пространственной изменчивости многих геофизических параметров ошибки методов измерения, как правило, больше ошибок измерительных приборов. Обычно используется суммарная средняя квадратическая ошибка прибора и метода измерения (σ_0).

При определении σ_0 , оцениваемой по значению допустимой средней квадратической ошибки, обычно исходят из статистической структуры изучаемой среды, принимая σ_0 в виде некоторой доли d от значения естественной изменчивости измеряемой величины между сроками наблюдений или между двумя станциями, находящимися на характерном расстоянии.

1.2.5. Системы получения первичной метеорологической информации

Для получения сведений о состоянии атмосферы во многих государствах и в международном масштабе функционируют системы получения метеорологической информации. Место каждой такой системы в службе погоды определяется ее основными характеристиками, к которым можно отнести:

- соответствие требованиям, предъявляемым к первичной гидрометеорологической информации;
- объем и виды информации, которые она может предоставить потребителям;
- относительная ценность метеорологической информации для решения различных народно-хозяйственных задач.

В настоящее время первичная метеорологическая информация получается с помощью следующих систем:

- сеть наземных метеорологических и аэрологических станций;
- сеть судовых наблюдений, якорных и дрейфующих гидрометеорологических станций (бுவ);
- сеть метеорологических радиолокационных станций;
- космическая метеорологическая система;
- система авиационной разведки погоды.

Кроме того, в состав первичной метеорологической информации эпизодически могут включаться данные, получаемые с помощью систем ракетного и аэростатного зондирования атмосферы.

Метеорологические наблюдения проводит большое число станций. Те из них, которые регулярно представляют данные, используемые в службе погоды, называются *синоптическими станциями*. Значительная часть этих станций (около 8 тыс.) входит в международную синоптическую сеть. Данные остальных синоптических станций используются при анализе атмосферных процессов, погодных условий и при прогнозе погоды на ограниченных территориях.

Синоптические станции расположены не только на континентальной части земного шара, но и на океанических акваториях. Часть из них находится на островах, другая часть представляет собой суда погоды.

Синоптические станции проводят наблюдения за температурой и влажностью воздуха, температурой почвы (воды), атмосферным давлением, скоростью и направлением ветра, дальностью горизонтальной видимости, формой, количеством облаков и высотой их нижней границы, видом, количеством и интенсивностью осадков, атмосферными явлениями.

Наблюдения на синоптических станциях, входящих в международную сеть, проводятся синхронно в 00, 03, 06, 09, 12, 15, 18, 21 ч гринвичского среднего

времени. Сроки 00, 06, 12 и 18 ч называются *основными синоптическими сроками*. Промежуточные сроки являются *дополнительными*. Наблюдения за атмосферными явлениями проводятся непрерывно.

Поскольку служба погоды ведет непрерывную круглосуточную работу и имеет постоянную связь с хозяйственными организациями и государственными учреждениями, то на синоптические станции возложена задача информации о внеатмосферных опасных явлениях, относящихся к категории стихийных бедствий, таких как наводнения, цунами, селовые потоки, снежные лавины и обвалы.

Требование *трехмерности* первичной метеоинформации обеспечивается производством наблюдений в свободной атмосфере. Основным поставщиком этой информации является сеть аэрологических станций. *Аэрологические станции* проводят вертикальное зондирование атмосферы с помощью дистанционных средств - радиозондов, что позволяет получать систематические массовые данные о давлении, температуре, влажности, скорости и направлении ветра до высот 15-20 км. Радиозондирование атмосферы проводится реже, чем наблюдения на наземной сети синоптических станций. Это оправдано меньшей временной изменчивостью метеорологических величин в свободной атмосфере по сравнению с приземным слоем. Основными сроками наблюдений на сети аэрологических станций являются 00 и 12 ч гринвичского среднего времени, а дополнительными - 06 и 18 ч.

Учитывая большое влияние на результаты наземных наблюдений местных условий (рельеф, наличие вблизи станции водоемов, особенности растительного покрова и т. д.), основным требованием к размещению синоптической станции является ее *репрезентативность*, под которой понимается характерность данных наблюдений этой станции для окружающей ее территории. Кроме того, станция должна иметь стандартные, прошедшие государственную проверку приборы, квалифицированный персонал, средства связи, обеспечивающие оперативность передачи результатов наблюдений в установленные адреса.

Основным источником получения первичной метеорологической информации с акваторий морей и океанов являются островные синоптические (аэрологические) станции и суда погоды. Они проводят метеорологические наблюдения по той же программе и в те же сроки, что и синоптические (аэрологические) станции, расположенные в континентальной части земного шара. Следует иметь в виду, что результаты метеорологических наблюдений на островных станциях в некоторой мере, причем в разной степени для различных станций, искажаются влиянием суши и могут быть недостаточно репрезентативны для оценки состояния атмосферы в прилегающей океанической акватории.

В настоящее время ведутся интенсивные работы по созданию и внедрению автоматических и полуавтоматических синоптических станций, что открывает большие возможности для получения метеорологической информации из районов, где создание стационарных синоптических станций затруднено (горные страны, пустыни, малонаселенные территории) или экономически нецелесообразно.

Каждой синоптической и аэрологической станции присваивается индекс (номер), по которому ее можно отличать от других станций и находить на бланке карты.

Синоптический индекс - пятизначный уникальный цифровой индивидуальный идентификатор (номер метеостанции), назначаемый официальным метеостанциям (передающим данные своих наблюдений в государственную и/или международную сеть обмена метеорологической информацией) полномочными государственными органами в сфере гидрометеорологии и утверждаемый Всемирной метеорологической организацией (ВМО).

Вся территория земного шара разбита на шесть больших регионов (рисунок 3), каждый из них, в свою очередь, разбит на более мелкие районы, имеющие двухзначные номера. Станции, находящиеся внутри этих районов, имеют трехзначные номера.

Наземные стационарные станции должны идентифицироваться индексным номером станции, выделяемым в соответствии со схемой, указанной в "Наставлении по кодам" (ВМО-№ 306).

Стационарные наземные станции, на которых проводятся метеорологические наблюдения, идентифицируются, за исключением авиационных метеорологических кодов, при помощи группы из пяти цифр, где первые две цифры обозначают номер большого района (II), а следующие три цифры - номер станции (III) (рисунок 3).

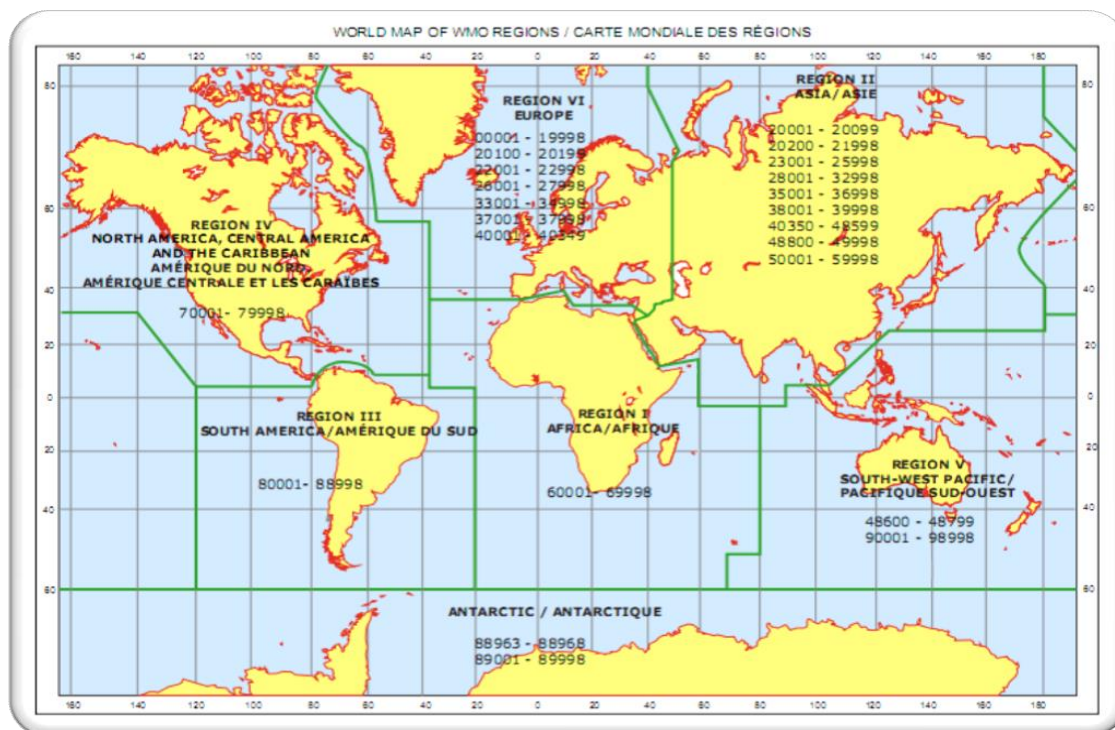


Рисунок 3. - Мировая карта регионов ВМО

Номер большого района определяет район, в котором расположена передающая сводки станция. Например:

Европа / 00001 - 19998

20100 - 20199
22001 - 22998
26001 - 27998
33001 - 34998
37001 - 37998
40001 – 40349

Станции в Антарктике / 88863 - 88968
89001 - 89998

Номера станций (III), соответствующие общему номеру большого района (II), обычно распределяются так, что зона, охватываемая этим номером, делится на горизонтальные полосы, например, в один или несколько градусов по широте. По мере возможности, номера станций, входящих в каждую полосу, возрастают с запада на восток, а первая цифра трехзначного номера станции возрастает с севера на юг.

Стационарные станции авиационных наблюдений идентифицируются при помощи 4-буквенного указателя станции в форме СССР, т.е. международного указателя местоположения ИКАО. Например: для аэропорта Минск-1 – UMMM, для аэропорта Минск-2 – UMMS.

Наземная сеть синоптических и аэрологических станций (включая островные станции и суда погоды) является системой получения наиболее полной, регулярной и точной первичной метеорологической информации. Поэтому в настоящее время она является *основной* системой получения этой информации.

Недостатком данной системы является пространственная дискретность размещения станций и особенно недостаточная плотность синоптических станций над большей частью земного шара.

В общей постановке задача об оптимальной плотности размещения пунктов наблюдения может быть приближенно решена на основе учета пространственной структуры погодообразующих атмосферных процессов, периода действия прогноза и размеров территории, для которой он составляется, экономических соображений. Для целей краткосрочного прогноза погоды (до 36 ч) по пункту или небольшому району желательно, чтобы расстояние между соседними синоптическими станциями не превышало 100-150 км. Плотность аэрологической сети может быть меньше, чем плотность сети синоптических станций, так как контрасты в значениях метеорологических величин, которые хорошо выражены в приземном слое, в свободной атмосфере выражены менее резко и их можно обнаружить при меньшей плотности измерительной сети. Поэтому рекомендуется размещать пункты радиозондирования атмосферы на расстоянии 250-300 км.

Однако необходимая плотность наземной сети синоптических и аэрологических станций имеется далеко не везде. Она удовлетворяет указанным требованиям над Европой, в центральной части Северной Америки. Над океанами, в горных районах Центральной Азии, в пустынях расстояния между

синоптическими станциями достигают 1000-1500 км, а между аэрологическими станциями - 2000-3000 км.

Другим недостатком наземной сети синоптических и аэрологических станций является временная дискретность наблюдений, которая может приводить к пропускам резких изменений в значениях метеорологических величин или режима погоды в целом между сроками. Так, например, могут остаться незафиксированными осадки в поле зрения наблюдателя, кучево-дождевая облачность и т. д.

Недостаточная плотность сети синоптических станций над морями и океанами в определенной мере компенсируется метеорологическими наблюдениями на торговых и промысловых судах, производимых попутно с выполнением основного задания. Однако эти суда находятся или на основных международных трассах морских перевозок или в ограниченных рыболовецких районах, в результате чего большая часть океанических акваторий по-прежнему остается слабо освещенной метеорологическими данными. Решить эту проблему может создание сети автоматических якорных и дрейфующих гидрометеорологических станций (бுவ). Создание единой глобальной международной системы пока только планируется. Однако опыт ее работы уже имеется. Такая система используется эпизодически при выполнении различных международных метеорологических программ с привлечением данных с океанических акваторий.

Метеорологические радиолокационные станции позволяют непрерывно определять характеристики зон облачности и осадков, а доплеровские радиолокаторы - также скорость и направление ветра. При этом создается возможность обнаружения отдельных кучево-дождевых облаков, гроз, зон осадков, которые не всегда обнаруживаются при дискретных во времени и пространстве наблюдениях наземной сети синоптических станций. Кроме того, радиолокационный обзор позволяет получить сведения о микроструктуре облачности, ее водности, положении нулевой изотермы в облаках, интенсивности и виде осадков. Эффективный радиус обнаружения метеорологических объектов современными радиолокаторами достигает 150 км, поэтому в некоторых регионах, например, в Центральной и Западной Европе, практически вся территория покрыта сетью метеорологических радиолокаторов, обеспечивающих непрерывный в пространстве обзор состояния атмосферы. Это позволило поднять на более высокий уровень организацию и эффективность штормового оповещения и предупреждения, разработать новые методы сверхкраткосрочных (от нескольких минут до нескольких часов) прогнозов погоды.

Ограниченный, хотя и весьма важный комплекс метеорологических наблюдений, которые дает система метеорологических радиолокаторов, заставляет отнести ее к числу дополнительных к основной системе получения первичной метеорологической информации.

Метеорологическая космическая система состоит из метеорологических ИСЗ, функционирующих на разных орбитах, и наземного комплекса приема и обработки информации, поступающей от них. Метеорологические ИСЗ имеют

специальную обзорно-измерительную аппаратуру. Интерпретация результатов работы этой аппаратуры позволяет получать такие характеристики состояния атмосферы, как распределение облачности, ледяного и снежного покрова, вертикальное распределение температуры и влажности, положение зон осадков и их интенсивность, радиационный баланс системы Земля-атмосфера, температура подстилающей поверхности и верхней границы облаков.

Наибольшее практическое применение в службе погоды пока нашли фотографии облачного покрова и подстилающей поверхности в видимом и инфракрасном диапазонах спектра. Первые получают с помощью телевизионной аппаратуры (ТВ-аппаратура), вторые - с помощью инфракрасных радиометров (ИК-аппаратура). Сведения об облачности, получаемые с помощью метеорологических ИСЗ, оказывают значительную помощь при анализе синоптических процессов и прогнозе погоды, особенно над территориями с редкой сетью наземных синоптических и аэрологических станций.

С помощью всего нескольких метеорологических ИСЗ, находящихся на квазиполярных орбитах, в течение нескольких часов можно получить метеорологическую информацию практически со всего земного шара, т. е. метеорологическая информация, поступающая от метеорологической космической системы, глобальна.

Анализ спутниковой информации позволяет получать указанные выше сведения о состоянии атмосферы в любой точке, не прибегая к интерполяции, необходимой при использовании дискретных данных наземной сети синоптических и аэрологических станций. Таким образом, спутниковая метеорологическая информация является непрерывной.

Метеорологические ИСЗ работают в двух режимах: режиме запоминания и режиме непосредственной передачи. При работе в режиме запоминания информация накапливается в запоминающем устройстве и передается на Землю тогда, когда ИСЗ появляется в зоне радиовидимости пункта приема информации. Поскольку объем информации очень большой, а время нахождения ИСЗ в зоне радиовидимости ограничено, то для приема этой информации создаются сложные стационарные радиотехнические системы. На пунктах приема информация подвергается обработке и в удобном для дальнейшего использования виде передается потребителям.

При работе в режиме непосредственной передачи метеорологический ИСЗ сразу же после производства измерений передает их результаты на Землю. Их могут принимать пункты приема информации, находящиеся в зоне радиовидимости ИСЗ. Так как информация в этом случае поступает для ограниченной территории (обычно не более чем 9000 x 9000 км), то ее объем не очень велик и для ее приема используется сравнительно простая радиотехническая аппаратура, которая может эксплуатироваться в небольших метеоподразделениях.

В Республике Беларусь уделяется большое внимание внедрению методов дистанционного зондирования при решении проблем геологии, геоэкологии и рационального природопользования, для лесохозяйственных целей, ведения земельного и водного кадастров, составления прогнозов погоды, что

обусловлено возможностью получения космической информации с помощью отечественных космических средств. В настоящее время в Беларуси функционируют *4 станции приёма космической информации*:

- в Национальной академии наук Беларуси,
- ГУ «Республиканский центр по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды»;
- Министерстве лесного хозяйства Республики Беларусь
- Белорусском государственном университете.

Национальная академия наук Беларуси в научных целях принимает космические снимки Terra (Modis). Запланирован прием космических снимков высокого разрешения (1 м). Белидромет в целях прогноза погоды принимает космические снимки NOAA с разрешением 1 км. Лесоустроительное республиканское унитарное предприятие «Белгослес» Министерства лесного хозяйства Республики Беларусь для изучения состояния и динамики лесного покрова принимает и использует космические снимки Terra (Modis) с разрешением 250 и 500 м, а также снимки с российского спутника Метеор-3М.

В БГУ создан Центр аэрокосмического образования для координации деятельности системы подготовки и переподготовки кадров для аэрокосмической отрасли. Все станции приема объединены оптоволоконной связью, что позволяет в режиме реального времени обмениваться космической информацией. Кроме того, ведущие организации Республики Беларусь в области спутниковых технологий приобретают и работают со снимками России, США, Индии, Франции.

В настоящее время основу Белорусской космической системы дистанционного зондирования Земли (БКСДЗЗ) составляют орбитальный и наземный сегменты. В орбитальном сегменте используются Белорусский космический аппарат (БКА) высокого разрешения и зарубежные спутники низкого и среднего разрешения.

Наземный сегмент, включающий Центр управления полетом и Командно-измерительный пункт, содержит аппаратно-программные средства для приема заявок, планирования целевого функционирования БКА, получения, обработки, хранения и распространения данных дистанционного зондирования земли (ДЗЗ).

Внедрение в эксплуатацию БКСДЗЗ обеспечивает неоднократное и полное покрытие территории Беларуси космической съемкой, позволяет осуществлять контроль за землепользованием и сельскохозяйственным производством; контроль естественных и возобновляемых природных ресурсов; выявление площадей, перспективных на поиск полезных ископаемых; контроль чрезвычайных ситуаций; наблюдение за объектами нефтяного комплекса; обновление топографических карт; экологический контроль окружающей среды, получение метеорологической информации и др.

На данный момент создана российско-белорусская орбитальная группировка космических аппаратов в составе БКА и российского аппарата "Канопус-В" №1. Федеральным космическим агентством Российской Федерации и Национальной академией наук Беларуси принято совместное решение об управлении орбитальной группировкой на этапе эксплуатации.

Авиационная разведка погоды является дополнительным источником получения первичной метеорологической информации. При ее проведении самолет (вертолет) используется как средство доставки в свободную атмосферу приборов для производства измерений атмосферных характеристик и наблюдателя, производящего визуальную оценку состояния атмосферы. При этом получают сведения о наклонной и полетной видимости, обледенении, болтанке, фазовом состоянии облаков, высоте их нижней и верхней границы, безоблачных прослойках, температуре, ветре и т. д. Многие из этих характеристик на высотах не могут быть непосредственно получены другими способами. Кроме того, ценность авиационной разведки погоды определяется возможностью выбора времени и маршрута ее проведения в соответствии с задачами метеорологического обеспечения, стоящими перед метеорологическим подразделением, и тем, что данные разведки погоды по своей форме и содержанию в большей степени, чем другая первичная метеорологическая информация, удовлетворяют требованиям ее основного потребителя - авиации. Несмотря на пространственную ограниченность и эпизодичность данных разведки погоды они представляют большую ценность своей специфичностью. Поэтому они передаются и включаются в первичную метеорологическую информацию, подлежащую распространению в региональном и международном масштабах.

1.3. ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ СБОРА, ПЕРЕДАЧИ, КОНТРОЛЯ, ОБРАБОТКИ И ХРАНЕНИЯ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ

1.3.1. Виды и объемы гидрометеорологических данных

В настоящее время ежедневно проводятся сотни тысяч наблюдений за погодой у поверхности Земли и десятки тысяч наблюдений за состоянием верхних слоев атмосферы, режимом поверхностных вод суши, морей и океанов. Эту работу выполняют тысячи гидрометеорологических станций и постов, сотни судов, самолетов и буйковых станций, искусственных спутников Земли (ИСЗ).

В составе гидрометеорологической информации выделяют следующие виды данных: **метеорологические, радиометеорологические, актинометрические, аэрологические, агрометеорологические, гидрологические, океанографические.** Кроме того, может быть выделена информация по химическому составу и загрязнению внешней среды, некоторые специальные виды наблюдений и информация от ИСЗ.

Метеорологические наблюдения производятся с целью получения информации для:

- обеспечения различных видов экономической деятельности сведениями о метеорологических условиях в пункте наблюдения;
- оповещения обслуживаемых организаций об опасных и стихийных гидрометеорологических атмосферных процессах и явлениях;
- обеспечения прогностических органов службы необходимыми данными

для составления всех видов прогнозов метеорологических условий и предупреждений об ожидаемых неблагоприятных условиях;

- накопления и обобщения объективных данных о метеорологическом режиме и климате по территории района, области, республики.

В настоящее время приземные метеорологические наблюдения осуществляются на 134 стационарных пунктах наблюдений, из них 67 пунктов наблюдений функционируют по программе метеорологической станции, 65 пунктов наблюдений – по программе метеорологического поста и 2 пункта наблюдений – по программе метеостанции на базе авиационной метеорологической станции гражданской для целей изучения изменений климата.

На 37 станциях наблюдения проводятся штатом сотрудников круглосуточно по полной программе наблюдений более чем за 40 метеорологическими параметрами (температура воздуха, влажность, параметры ветра, давление и другие), в т. ч. наблюдения за неблагоприятными и опасными явлениями погоды (сильный ветер, сильные осадки, низкая облачность, плохая видимость, гололедно-изморозевые отложения и т.д.) и передаются в Белгидромет.

На 12 станциях приземные метеорологические наблюдения осуществляются штатом сотрудников по сокращенной программе (без ночных дежурств).

На 18 пунктах наблюдений (автономных) данные приземных метеорологических наблюдений формируются в автоматическом режиме (без штата сотрудников), из них 7 пунктов наблюдений установлены на территории города Минска (см. раздел 2.3).

Результаты метеорологических наблюдений на сайте Белидромета (www.pogoda.by) публикуются в виде флэш-карт в разделе «карты». «Погода в РБ» - информация с метеорологических станций Беларуси и региона «погода в Европе» - метеорологическая информация в крупных городах Европы по данным метеостанций, расположенных в аэропортах.

В состав Белгидромета входят семь авиационных метеорологических станций гражданских (далее – АМСГ) Минск, Брест, Гомель, Гродно, Витебск, Могилев, Орша.

АМСГ проводят авиационные метеорологические наблюдения и разрабатывают авиационные прогнозы (кроме АМСГ Орша). Разработка прогнозов производится с использованием аэросиноптического материала, поступающего с помощью Геоинформационной системы «Метео» (ГИСМетео) - программного комплекса, выполняющего прием, обработку, накопление и отображение данных. Также в работе используются различные расчетные методы, в том числе разработанные специалистами государственной гидрометеорологической службы Беларуси. АМСГ Минск, Брест, Гомель, Витебск и Гродно проводят метеорологические радиолокационные наблюдения. Вся полученная информация предоставляется для метеорологического обеспечения взлет-посадок воздушных судов гражданской авиации на аэродромах, полетов по международным и местным воздушным линиям.

Радиометеорологические наблюдения. Радиометеорология - исследование облаков и атмосферных явлений, связанных с облачностью, с помощью метеорологических радиолокаторов. Радиолокаторы, или МРЛ, позволяют проводить наблюдения за облачностью и сопутствующими облачности атмосферными явлениями (осадки, грозы, шквалы). С помощью радиолокатора измеряются две важные характеристики облачности - высота верхней границы (H) и величина отражаемости радиолокационного сигнала от разных частей облака (Z). Именно эти две характеристики позволяют распознать в облаке ливень, грозу, шквал или град. Помимо этого МРЛ позволяет получить данные о пространственном распределении облаков и их эволюции, т.е. определить скорость и направление перемещения.

В настоящее время в Республике Беларусь действует радиолокационная метеорологическая сеть, которая состоит из 5 радиолокаторов. Установленные радиолокаторы с двойной поляризацией, такие локаторы называются доплеровскими (далее – ДМРЛ). Они посылают и принимают радиоволны в двух плоскостях горизонтальной и вертикальной, с эффективным радиусом обнаружения метеорологических целей 200 км. Данный радиус обнаружения является наиболее информативным. С увеличением радиуса увеличивается погрешность в результатах радиолокационных наблюдений. Одним из ограничивающих факторов обнаружения, является эффект кривизны Земли (увеличение с удалением от ДМРЛ зоны радиотени). Поэтому для каждого ДМРЛ определяется радиус в 200 км, который называется штормовым. В пределах этого кольца отмечаются метеорологические станции, их наблюдения используются для оценки точности идентификации опасных явлений, полученных по наблюдениям ДМРЛ.

1. ДМРЛ Минск-2. В 2010 году установлен ДМРЛ «Meteor 500С». В апреле 2011 г. «Meteor 500С» введен в оперативную работу. ДМРЛ работает в автоматическом режиме, что позволяет полностью сканировать радиолокационное пространство каждые 10 минут. Получение и обработка радиолокационной информации – АМРК «Метеор-МетеоЯчейка» (Автоматизированный метеорологический радиолокационный комплекс (АМРК) «Метеор-МетеоЯчейка» представляет собой высокоэффективную радиолокационную систему для обеспечения потребителей информацией об облачности и связанных с ней опасных явлениях погоды (сильные ливни, грозы, град, шквал) с высокой надежностью и оперативностью в наиболее удобном для потребителя виде). Радиолокационная метеорологическая информация поступает в 10-минутном режиме.

2. ДМРЛ Гомель. Установлен ДМРЛ METEOR-635CDP производство Германия. ПО – РС-М «МетеоЯчейка» производство ООО «ИРАМ» Российская Федерация. Программное обеспечение ДМРЛ Гомель обеспечивает автоматическую обработку радиолокационных данных и формирование выходной информационной продукции в десятиминутном режиме.

3. ДМРЛ Витебск. Установлен в 2019 г ДМРЛ-С ЦИВР.469344.018-02 производство АО «НПО «ЛЭМЗ» Российской Федерации, с ПО УУВК МЕТЕОРАДАР производство ООО «ИРАМ» Российская Федерация.

Программное обеспечение ДМРЛ Витебск обеспечивает автоматическую обработку радиолокационных данных и формирование выходной информационной продукции в десятиминутном режиме.

4. МРЛ Брест. Установлен в 2020 г. ДМРЛ-С ЦИВР.462414.002-04 производства АО «НПО «ЛЭМЗ» Российской Федерации, с ПО УУВК «МЕТЕОРАДАР» производство ООО «ИРАМ» Российская Федерация. Программное обеспечение ДМРЛ Брест обеспечивает автоматическую обработку радиолокационных данных и формирование выходной информационной продукции в десятиминутном режиме.

5. ДМРЛ Гродно. Установлен в 2020 г. ДМРЛ-С ЦИВР.462414.002- 04 производства АО «НПО «ЛЭМЗ», с ПО УУВК «МЕТЕОРАДАР». Программное обеспечение ДМРЛ Гродно обеспечивает автоматическую обработку радиолокационных данных и формирование выходной информационной продукции в десятиминутном режиме.

Актинометрические наблюдения. Актинометрия - наука о солнечном, земном и атмосферном излучении в приземном слое атмосферы. Измерения основных элементов радиационного режима (прямой солнечной радиации, рассеянной радиации неба, суммарной солнечной радиации, отраженной земной поверхностью радиации, теплового баланса земли) проводятся на 11 станциях Беларуси. По результатам измерений проводится анализ закономерностей поглощения и рассеяния радиации в атмосфере, радиационного баланса земной поверхности, атмосферы и т.д. Обработанные данные актинометрических наблюдений входят в состав климатических справочников.

Аэрологические наблюдения. Аэрология - наука о методах исследования свободной атмосферы. Радиозондирование дает информацию о вертикальном распределении метеорологических параметров: давления, температуры и влажности воздуха, скорости и направления ветра на разных уровнях атмосферы. Радиозондирование атмосферы производится с помощью аэрологических приборов (радиозондов). Подъем метеорологических радиозондов осуществляется с помощью специальных латексных шаров (оболочек), наполняемых легким газом - водородом или гелием, которые могут достигать высоты 35-40 км. Радиозонд измеряет метеорологические параметры в свободной атмосфере с одновременной их передачей радиосигналами. Наземная радиолокационная станция обеспечивает сопровождение радиозонда в полете, прием и регистрацию координатных и телеметрических данных. Материалы аэрологических наблюдений (гг. Брест, Гомель) поступают в международный обмен, используются при составлении синоптических прогнозов, авиацией и другими ведомствами.

Агрометеорологические наблюдения позволяют установить взаимосвязь погоды с произрастанием (развитием) сельскохозяйственных культур, проведением сельскохозяйственных работ и применением тех или иных агротехнических приемов. В настоящее время агрометеорологические наблюдения в республике осуществляются в 45 пунктах наблюдений (в том числе 5 агрометеорологических станций: Шарковщина, Волковыск, Горки,

Минск (п. Самохваловичи), Василевичи). Сеть пунктов наблюдений на территории республики расположена таким образом, что позволяет охватить агрометеорологическими наблюдениями основные сельскохозяйственные районы Беларуси и иметь представления об условиях произрастания культур на всей территории страны. Все станции проводят агрометнаблюдения за 4-6 основными культурами (озимые, яровые, травы, картофель, лен и др.) с инструментальными определениями влажности почвы на 3-4 полях. Агрометеорологические станции проводят тематические работы, специальные наблюдения (испарения с поверхности почвы и растений, агрогидрологические свойства почвы), испытания новых приборов и методов наблюдений. В период с неблагоприятными гидрометеорологическими условиями (холодная погода, частые дожди и др.) проводятся дополнительные обследования состояния сельскохозяйственных культур.

В Белгидромете ежегодно подготавливается агрометеорологический ежегодник, содержащий данные агрометеорологических наблюдений. По ежегодным результатам наблюдений пополняется база данных, что является основой для обобщения агрометеорологических характеристик, научно-исследовательских работ, использования агрометеорологической информации для обслуживания организаций.

Основными формами агрометеорологического обеспечения структур агропромышленного комплекса и органов власти страны являются агрометеорологическая аналитическая и прогнозная информация. Агрометеорологическая аналитическая и прогнозная информация основывается на широком использовании данных полевых наблюдений государственной гидрометеорологической сети. В Белгидромете составляются прогнозы урожайности ведущих сельскохозяйственных культур, состояния озимых перед уходом в зиму и после перезимовки, запасов продуктивной влаги в почве к началу сельскохозяйственной весны, сроков начала весенних полевых работ, сева ранних яровых и озимых культур, прогнозы развития зерновых культур, трав, плодовых деревьев. Заблаговременность большинства агрометеорологических прогнозов составляет от 20-30 дней до трех месяцев.

Гидрологические наблюдения на постах проводятся за элементами гидрологического режима: уровнем воды, расходом воды соответственно ходу уровня, термическим режимом, ледовыми явлениями, на отдельных постах за взвешенными и донными наносами. Первые исследования рек Беларуси были проведены в начале XVIII века в связи с освоением водных путей и строительством судоходных каналов. Во второй половине XVIII века начали проводиться гидрографические обследования на судоходных реках Днепр, Березина, Припять, Западная Двина, Неман, Буг. В 1876 году начаты стационарные гидрологические наблюдения в г. Бобруйск, г. Мозырь, г. Могилев, г. Гродно, г. Витебск, г. Слоним, г. Белица, г. Столбцы, г. Мосты, г. Орша, г. Жлобин, г. Лоев, г. Борисов.

Современные наблюдения за гидрологическим режимом рек и водоемов проводятся на 114 постах (104 речных и 10 озерных) и 2 болотных створах. Посты располагаются по всей территории Беларуси на больших, средних и

малых реках, на наиболее значительных озерах и водохранилищах, имеющих научное и рекреационное значение. Результаты гидрологических наблюдений представлены на сайте в виде флэш-карты в разделе «карты», «данные гидросети» и в табличном виде в разделе «сервисы», «архив гидронаблюдений».

В Белгидромете осуществляется ведение *Государственного водного кадастра* по разделу «Поверхностные воды», готовятся «Ежегодные данные о режиме и ресурсах поверхностных вод» (гидрологические ежегодники), справочники «Многолетние данные о режиме и ресурсах поверхностных вод» по территории республики, куда входят сведения о гидрологическом режиме. Кроме этого, ежегодно подготавливаются издания специализированных наблюдений по болотной станции Полесская («Материалы наблюдений болотных станций») и 9 пунктам наблюдений за испарением с водной поверхности («Материалы наблюдений за испарением с водной поверхности»).

Для оперативного учета и обобщения изменений гидрографической сети была разработана и внедрена система, которая позволяет следить за всеми изменениями гидрографической сети, своевременно отражать их в материалах Государственного водного кадастра Беларуси. Материалы кадастра используются при решении водохозяйственных задач в гидротехническом строительстве и обосновании мероприятий, направленных на рациональное и эффективное использование водных ресурсов Республики Беларусь.

По ежегодным результатам наблюдений пополняется информационный банк данных «Гидрология – реки и каналы», «Озера и водохранилища», который является основой для подготовки справочников, обобщения гидрологических характеристик, научно-исследовательских работ, расчетов гидрологических характеристик для обслуживания организаций, подготовки Межведомственного издания Государственного водного кадастра.

Гидрометеорологическая информация может быть разделена на **оперативную и режимную**. Оперативная информация, используемая при составлении прогнозов, поступает в прогностические центры в виде телеграмм, составленных по определенным кодам. Она достигает огромных объемов. К оперативной работе привлекаются только наиболее репрезентативные пункты наблюдений. Например, в гидрологии лишь около 60 % всех постов оперативно подают сведения в прогностические центры. Таким образом, значительная доля информации остается в книжках и журналах наблюдений. Объясняется такое положение тем, что передача данных по каналам связи обходится значительно дороже, чем пересылка данных в центры почтой, и пропускная способность таких каналов бывает еще недостаточной. В настоящее время оперативная и режимная информации поступают с сети в центры обработки и применяются параллельно. При этом оба эти потока постепенно сливаются в один, оперативный.

Результаты всех видов гидрометеорологических наблюдений не теряют своей ценности со временем. Они постоянно используются при разработке методов гидрометеорологических прогнозов, составлении различных обобщений (справочников, атласов, ежегодников, ежемесячников), климатическом описании территорий, расчете статистических параметров

гидрометеорологических элементов и при подготовке различных справок. Поэтому материалы наблюдений должны постоянно храниться и обеспечивать возможность многократного обращения к ним. С этой целью данные гидрометеорологических наблюдений заносятся на машинные носители.

1.3.2. Системы сбора гидрометеорологических данных

При решении научных и практических задач метеорологии и климатологии, распространения загрязнений в атмосфере невозможно ограничиваться рамками государственных метеорологических служб отдельных государств. Уже на начальном этапе формирования системы метеорологических наблюдений была осознана необходимость международного сотрудничества в области метеорологии наблюдений.

В 1873 г. в Вене состоялся первый Международный метеорологический конгресс, на котором были приняты решения по вопросам единиц измерений, градуировки и поверки метеорологических приборов, сроков наблюдений, обмена информацией по телеграфу. Этот конгресс явился основой создания в том же году Международной метеорологической организации - ММО. После Второй мировой войны вместо ММО в 1947 г. была создана Всемирная метеорологическая организация - ВМО, ставшая специализированным агентством Организации Объединенных Наций. По состоянию на 2023 год в ВМО насчитывается 193 члена, включая 187 государств-членов и 6 территорий, имеющих собственные метеорологические службы. Штаб-квартира ВМО находится в Женеве (Швейцария). Высший орган ВМО - Всемирный метеорологический конгресс, который созывается один раз в четыре года.

Под эгидой ВМО осуществляется ряд международных программ глобального масштаба по изучению атмосферных процессов, взаимосвязи океана и атмосферы. В рамках ВМО создана Всемирная служба погоды (ВСП), которая представляет собой комплексную систему, состоящую из национальных средств и услуг, принадлежащих отдельным странам - членам ВМО.

ВСП включает сеть метеорологических, аэрологических станций и других средств наблюдений (спутники, ракеты, аэростаты), центры по обработке, хранению и распространению информации, работающие по единой глобальной программе.

Системы сбора гидрометеорологических данных можно разделить на **оперативные, неоперативные и системы сбора данных специальных экспериментов**. Всемирная служба погоды (ВСП) является беспрецедентной по объему сбора гидрометеорологических данных.

Задача ВСП заключается в расширении международного сотрудничества в области сбора и обработки гидрометеорологической информации в пределах всего земного шара, включая данные со спутников. Деятельность ВСП направлена также на расширение международного обмена данными и улучшение на этой основе методов гидрометеорологических прогнозов, на развитие работ по искусственному воздействию на погоду.

Всемирная служба погоды имеет глобальный характер, охватывает все страны и континенты, моря и океаны, а также космическое пространство. Она представляет собой согласованную систему пунктов и средств наблюдений, а также систему взаимосвязанных центров обработки. Центры обработки в структуре ВСП по своим функциям делятся на мировые, региональные и территориальные.

Рассмотрим элементы ВСП.

1. Глобальная система наблюдений (ГСН) включает национальные сети наблюдений с подсистемами наземных и космических наблюдений и обеспечивает получение с Земли и из космоса данных наблюдений за состоянием атмосферы и поверхности океанов с целью подготовки анализов и прогнозов погоды.

Основу наземного компонента ГСН создают более 10 000 синоптических станций на суше и около 7 000 морских станций, которые через каждые 3 ч осуществляют наблюдения приземных метеорологических характеристик и явлений погоды. Свыше 1000 дрейфующих буев и 300 заякоренных буев проводят метеорологические наблюдения в придном слое атмосферы над океанами. Около 1000 аэрологических станций дают вертикальные профили геопотенциала, температуры, влажности воздуха, скорости и направления ветра. Несколько сотен пассажирских самолетов передают в оперативном режиме метеорологическую информацию по маршрутам своего следования.

Космическая подсистема ГСН включает в себя оперативные полярно-орбитальные и геостационарные спутники, а также исследовательские спутники для наблюдений за окружающей средой (рисунок 4). Проходят испытания и внедряются новые контактные виды измерительных комплексов, такие как дрейфующие аэростаты, снаряженные сбрасываемыми зондами, радиолокационные измерители профиля ветра, беспилотные самолеты-зонды, ракеты, запускаемые с заякоренных буев, а также новейшие космические технологии.

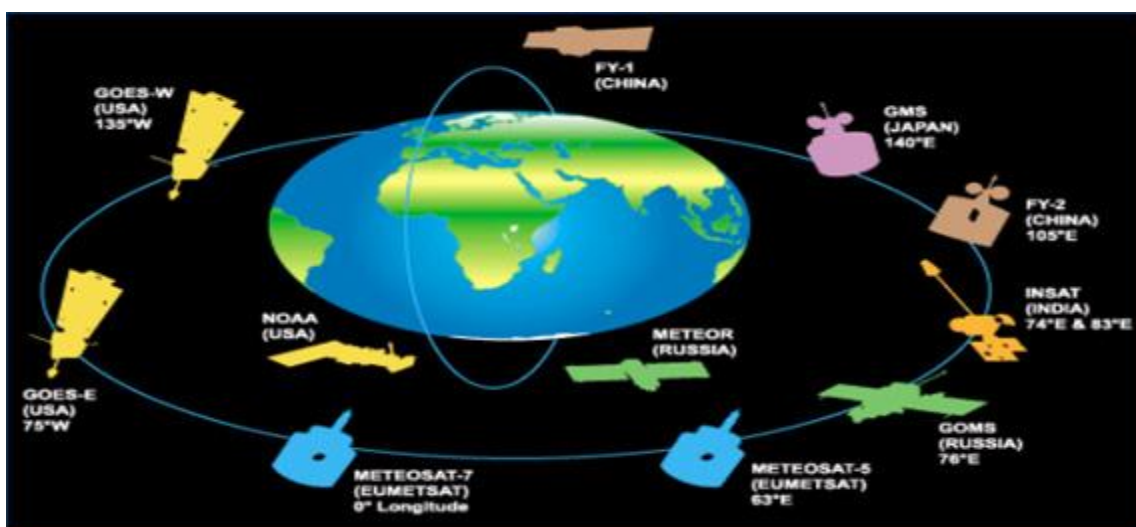


Рисунок 4. - Сеть космических наблюдений за атмосферой и Земной поверхностью

В оперативном режиме международный обмен осуществляется с МИСЗ серии NOAA (на орбите функционирует уже NOAA-17) и с МИСЗ Метеосат-7. В настоящее время в обмен включаются данные 5 геостационарных МИСЗ - METEOSAT-5,7, GMS-5 (заменен на GOES-9), GOES-EAST, GOES-WEST). Уникальность метеорологических ИСЗ заключается в том, что, производя обзор с больших высот, они дают возможность:

- проводить наблюдения одновременно в глобальном масштабе в непрерывном режиме,
- наблюдать крупно- и мезомасштабные системы погоды с одной и той же точки обзора,
- проводить мониторинг и своевременное оповещение о зарождении и приближении коротко живущих опасных циклонов макро- и мезомасштаба, создающих штормовые условия,
- практически мгновенно проводить измерения, сканирование, частичную обработку больших объемов информации.

Новейшие системы коммуникаций (связи), интегрированные в новые серии спутников, позволяют автоматически передавать данные измерений как с МИСЗ, так и через МИСЗ непосредственно потребителям в оперативном режиме.

Регулярные наблюдения с помощью приборов, установленных на МИСЗ, объединяются в Глобальную систему наблюдений (GOS – Global Observing System), которая является частью Глобальной Системы слежения за погодой (World Weather Watch). Основная цель оперативной сети МИСЗ – оценка кинематики и динамики атмосферной циркуляции в реальном режиме времени на регулярной основе. В оперативном режиме информацию МИСЗ принимают в 125 странах мира на более чем 1000 приемных станций.

Как уже отмечалось вся работа национальных гидрометеослужб координируется Секретариатом ВМО. Для координации обмена гидрометеорологическими данными вся мировая карта территориально разделена на регионы (см. рисунок 3). В каждом регионе определен региональный центр, который контролирует и координирует обмен данными по своей зоне ответственности. Беларусь относится к 6 региону с региональным центром в Москве. Вся деятельность гидрометеослужб стран-членов ВМО регламентируется рядом документов, которые определяют проведение метеонаблюдений и порядок приема и передачи данных Национальными гидрометеоцентрами.

Основные документы, используемые в работе - *том А «Список наблюдательных станций глобального обмена»* и *том С «Каталог метеорологических бюллетеней глобального обмена»*.

В том А включены наблюдательные станции, данные которых могут использовать все страны. В томе указаны наименование и координаты станции, программа основных наблюдений, сроки наблюдений, режим работы, всего 31 станция (рисунок 5).

RegionId	RegionName	CountryArea	CountryCode	StationId	IndexNbr	IndexSubNbr	StationName	Latitude					
Longitude	Hp	HpFlag	Hha	HhaFlag	PressureDefId	SO-1	SO-2	SO-3	SO-4	SO-5	SO-6	SO-7	SO-8
ObsHs	UA-1	UA-2	UA-3	UA-4	ObsRems								
6EUROPE	BELARUS	26554	0	VERINEDVINSK	55 49N 27 56E	132	XXXXXXX				CLINAT(C);RAD:SNOW		
6EUROPE	BELARUS	26643	0	SHARCOVSKINA	55 21N 27 27E	131	XXXXXXX				AGRIMET;RAD:SNOW		
6EUROPE	BELARUS	26645	0	LYNTUPY	55 02N 26 18E	211	XXXXXXX				RAD:SNOW		
6EUROPE	BELARUS	26653	0	POLOTSK	55 28N 28 45E	132	XXXXXXX				RAD:SNOW		
6EUROPE	BELARUS	26657	0	DOKSHITSY	54 53N 27 45E	193	XXXXXXX				RAD:SNOW		
6EUROPE	BELARUS	26659	0	LEPEL	54 52N 28 42E	174	XXXXXXX				RAD:SNOW		
6EUROPE	BELARUS	26666	0	VITEBSK	55 15N 30 14E	175	XXXXXXX				CLINAT(C);RAD:SNOW		
6EUROPE	BELARUS	26668	0	SENNO	54 48N 29 41E	175	XXXXXXX				RAD:SNOW		
6EUROPE	BELARUS	26759	0	BORISOV	54 15N 28 29E	188	XXXXXXX				RAD:SNOW		
6EUROPE	BELARUS	26763	0	ORSHA	54 30N 30 26E	185	XXXXXXX				RAD:SNOW		
6EUROPE	BELARUS	26774	0	GORKI	54 18N 30 56E	205	XXXXXXX				RAD:SNOW		
6EUROPE	BELARUS	26825	0	GRODNO	53 36N 24 03E	149	XXXXXXX	HO6,00-14.40			A;CLINAT(C);METAR;RAD:SNOW;SPECI		
6EUROPE	BELARUS	26832	0	LIDA	53 54N 25 19E	156	XXXXXXX				RAD:SNOW		
6EUROPE	BELARUS	26850	0	MINSK	53 55N 27 38E	223	XXXXXXX				CLINAT(C);RAD:SNOW		
6EUROPE	BELARUS	26853	0	BEREZINO	53 49N 28 59E	154	XXXXXXX				RAD:SNOW		
6EUROPE	BELARUS	26855	0	MARIYNA GORKA	53 29N 28 08E	177	XXXXXXX				RAD:SNOW		
6EUROPE	BELARUS	26863	0	MOGILEV	53 57N 30 05E	192	XXXXXXX	HO5,30-13.30			A;CLINAT(C);METAR;RAD:SNOW;SPECI		
6EUROPE	BELARUS	26864	0	KLICHEV	53 29N 29 18E	155	XXXXXXX				RAD:SNOW		
6EUROPE	BELARUS	26878	0	SLAVGOROD	53 27N 31 00E	169	XXXXXXX				RAD:SNOW		
6EUROPE	BELARUS	26887	0	KOSTUCKOVICH	53 21N 32 04E	167	XXXXXXX				RAD:SNOW		
6EUROPE	BELARUS	26941	0	BARANOVICH	53 07N 25 58E	193	XXXXXXX				CLINAT(C);RAD:SNOW		
6EUROPE	BELARUS	26951	0	SLUTSK	53 03N 27 33E	162	XXXXXXX				CLINAT(C);RAD:SNOW		
6EUROPE	BELARUS	26961	0	BOBRUISK	53 12N 29 07E	156	XXXXXXX				RAD:SNOW		
6EUROPE	BELARUS	26966	0	ZHLOBIN	52 53N 30 02E	141	XXXXXXX				RAD:SNOW		
6EUROPE	BELARUS	33008	0	BREST	52 07N 23 41E	145	XXXXXXX				CLINAT(C);RAD:SNOW		
6EUROPE	BELARUS	33008	1	BREST	52 07N 23 41E	145					RW,RW		
6EUROPE	BELARUS	33019	0	PINSK	52 07N 26 06E	142	XXXXXXX				CLINAT(C);RAD:SNOW		
6EUROPE	BELARUS	33027	0	ZHITCKOVICH	52 12N 27 52E	136	XXXXXXX				RAD:SNOW		
6EUROPE	BELARUS	33036	0	MOZYR	52 02N 29 11E	189	XXXXXXX				CLINAT(C);RAD:SNOW		
6EUROPE	BELARUS	33038	0	VASILEVICH	52 15N 29 50E	142	XXXXXXX				AGRIMET;CLINAT(C);RAD:SNOW		
6EUROPE	BELARUS	33041	0	GOMEL	52 24N 30 57E	126	XXXXXXX				CLINAT(C);RAD:SNOW		
6EUROPE	BELARUS	33041	1	GOMEL	52 24N 30 57E	126					RW...		
6EUROPE	BELARUS	33124	0	BRAGIN	51 47N 30 14E	116	XXXXXXX				RAD:SNOW		

(28 March 2012 edition)

(28 March 2012 edition)

Рисунок 5. - Том А «Список наблюдательных станций глобального обмена»

В томе С содержится информация для маршрутизации метеорологических данных: сокращенные заголовки метеорологических бюллетеней, кодовая форма наблюдений (или вид информации), состав бюллетеня, т.е. список станций, входящих в этот бюллетень (рисунок 6).

Для каждой страны определен набор станций, которые необходимы для общего описания метеорологических явлений и процессов, происходящих в глобальном масштабе. Это станции, так называемой, региональной опорной синоптической сети (РОСС). В нашей стране определены 10 станций.

Для наблюдений за глобальными изменениями климата определены станции Глобальной системы наблюдения за климатом (ГСНК). В Региональную опорную климатическую сеть входят 12 станций Беларуси. В ВМО по станциям ГСНК ежедневно проводится мониторинг крупномасштабной изменчивости климата (рисунок 7).

NAME OF COUNTRY: BELARUS						
COMPILING OR EDITING CENTRE: MINSK						18/12/2008
Abbreviated heading	Code Form Used	Time Group (GG)	Content	Remarks		
TTAA	CCCC					
08WY01	08WY	FM 11-X	MONTHLY	26554 26666 26825 26850 26863 26941 26951 33008 33019 33036 33038 33041		
08WY01	08WY	FM 15-X	MONTHLY	33041		
08WY31	08WY	FM 31-X EXT.	02,05,08,11,14,17,20, 23	08WY 08WY 08WY 08WY 08WY		
08WY31	08WY	FM 31-X EXT.	02,05,08,11,14,17,20, 23	08WY 08WY		
08WY31	08WY	FM 15-X EXT.	HOURLY	08WY 08WY 08WY 08WY 08WY 08WY 08WY		
08WY31	08WY	FM 15-X EXT.	HALF-HOURLY	08WY 08WY 08WY 08WY		
08WY20	08WY	FM 12-X	03,09,15,21	26554 26666 26850 26863 26941 26951 33008 33019 33036 33041		
08WY21	08WY	FM 12-X	03,09,15,21	26643 26659 26763 26825 26832 26887 26961 33027		
08WY40	08WY	FM 12-X	03,09,15,21	26643 26653 26657 26668 26759 26774 26853 26855 26864 26878 26966 33038 33124		
08WY01	08WY	FM 12-X	00,06,12,18	26554 26666 26850 26863 26941 26951 33008 33019 33036 33041		
08WY20	08WY	FM 12-X	00,06,12,18	26643 26659 26763 26825 26832 26887 26961 33027		
08WY40	08WY	FM 12-X	00,06,12,18	26643 26653 26657 26668 26759 26774 26853 26855 26864 26878 26966 33038 33124		
08WY01	08WY	FM 35-1X EXT.	00	33041	OBSERVATIONAL DATA OF THE UPPER AIR STATION 33041 GOMEL 16 TRANSMITTED OVER THE GTS IN A DAY	
08WY01	08WY	FM 35-1X EXT.	00	33041	OBSERVATIONAL DATA OF THE UPPER AIR STATION 33041 GOMEL 16 TRANSMITTED OVER THE GTS IN A DAY	
08WY01	08WY	FM 35-1X EXT.	00	33041	OBSERVATIONAL DATA OF THE UPPER AIR STATION 33041 GOMEL 16 TRANSMITTED OVER THE GTS IN A DAY	
08WY01	08WY	FM 35-1X EXT.	00	33041	OBSERVATIONAL DATA OF THE UPPER AIR STATION 33041 GOMEL 16 TRANSMITTED OVER THE GTS IN A DAY	
08WY31	08WY	STIMET	AS AVAILABLE	08WY		

Рисунок 6. - Том С «Каталог метеорологических бюллетеней глобального обмена»

STATIONS COMPRISING THE REGIONAL BASIC SYNOPTIC NETWORK (RBSN) IN ALL WMO REGIONS (AS OF 31 JANUARY 2012)												
Volume A							Volume A					
RegionId	RegionName	CountryArea	IndexNbr	StationName	Surface	Radiosond	Radiowind	Latitude	Longitude	Hp	Hha	
6	EUROPE	BELARUS	26554	VERHNEDVINSK	S			55 49 15N	27 56 24E	132.30		
6	EUROPE	BELARUS	26666	VITEBSK	S			55 15 10N	30 14 57E	175.80		
6	EUROPE	BELARUS	26850	MINSK	S			53 55 43N	27 38 07E	223.82		
6	EUROPE	BELARUS	26863	MOGILEV	S			53 57 20N	30 05 46E	192.50		
6	EUROPE	BELARUS	26941	BARANOVICHI	S			53 07 55N	25 58 19E	193.40		
6	EUROPE	BELARUS	26951	SLUTSK	S			53 03 12N	27 33 07E	162.00		
6	EUROPE	BELARUS	33008	BREST	S			52 07 00N	23 41 09E	145.93		
6	EUROPE	BELARUS	33019	PINSK	S			52 07 20N	26 06 43E	142.10		
6	EUROPE	BELARUS	33036	MOZYR	S			52 02 11N	29 11 32E	189.52		
6	EUROPE	BELARUS	33041	GOMEL	S			52 24 07N	30 57 47E	126.30		
STATIONS COMPRISING THE REGIONAL BASIC CLIMATOLOGICAL NETWORK (RBCN) IN ALL WMO REGIONS (AS OF 31 JANUARY 2012)												
Note: *Column indicated only to identify GUAN stations												
*Stations to be removed with GCOS network update in Jan 2013												
Volume A							Volume A					
RegionId	RegionName	CountryArea	IndexNbr	StationName	CLIMAT	GSN	*TEMP	GUAN	Latitude	Longitude	Hp	Hha
6	EUROPE	BELARUS	26554	VERHNEDVINSK	X				55 49 15N	27 56 24E	132.30	
6	EUROPE	BELARUS	26666	VITEBSK	X				55 15 10N	30 14 57E	175.80	
6	EUROPE	BELARUS	26825	GRODNO	X				53 36 08N	24 03 20E	149.20	
6	EUROPE	BELARUS	26850	MINSK	X				53 55 43N	27 38 07E	223.82	
6	EUROPE	BELARUS	26863	MOGILEV	X				53 57 20N	30 05 46E	192.50	
6	EUROPE	BELARUS	26941	BARANOVICHI	X				53 07 55N	25 58 19E	193.40	
6	EUROPE	BELARUS	26951	SLUTSK	X				53 03 12N	27 33 07E	162.00	
6	EUROPE	BELARUS	33008	BREST	X				52 07 00N	23 41 09E	145.93	
6	EUROPE	BELARUS	33019	PINSK	X				52 07 20N	26 06 43E	142.10	
6	EUROPE	BELARUS	33036	MOZYR	X				52 02 11N	29 11 32E	189.52	
6	EUROPE	BELARUS	33038	VASILEVICH	X	X			52 15 07N	29 50 26E	142.40	
6	EUROPE	BELARUS	33041	GOMEL	X				52 24 07N	30 57 47E	126.30	

Рисунок 7. - Глобальная синоптическая и климатическая сети

Для проверки функционирования Всемирной службы погоды ежегодно в определенное время в течение двух недель проводится скоординированный на международном уровне мониторинг. Для участия в нем ежегодно присылается приглашение из Секретариата ВМО. В нем определен глобальный эталонный комплект данных, подлежащих мониторингу, для каждой страны.

Результаты мониторинга оформляются в соответствии с предложенными ВМО процедурами и направляются в Секретариат ВМО на Интернет-сервер, и в Региональный центр - в Москву.

Кроме международных обязательств в рамках ВМО, существуют обязательства информационного обмена между сопредельными странами в двустороннем порядке. Эти обязательства регламентируются соответствующими документами:

- программы двустороннего информационного обмена,
- заявки на предоставление необходимой гидрометинформации.

Эти документы разрабатываются и согласовываются с заинтересованными подразделениями Белгидромета, корректируются и предоставляются в международный отдел для согласования между руководителем Белгидромета и руководителями гидрометеослужб других стран. Программы заключаются на 2-5 лет, в рабочем порядке корректируются, по окончании срока действия перезаключаются.

Программа включает в себя:

- способ передачи данных (по автоматизированной системе передачи данных или по другим средствам связи);
- вид данных и кодовую форму;
- срок наблюдения и передачи данных;
- количество пунктов наблюдений;
- список станций или содержание обработанных данных;
- сокращенный заголовок бюллетеня для маршрутизации данных.

Такие соглашения существуют с Россией (2 договора: ежегодная программа и на особый период), Украиной, Литвой, Латвией и Польшей. Аналогичные программы обмена составлены и с другими абонентами: областными гидрометеоцентрами (ОГМ) и АМСГ, Метеобюро ВВС и ПВО, заявки на предоставление гидрометинформации от СМО Национального аэропорта «Минск-2».

2. Глобальная система телесвязи (ГСТ) состоит из устройств и средств, необходимых для быстрого сбора и распределения требуемых данных наблюдений и обработанной информации. ГСТ имеет более 20 магистральных цепей, связывающих три мировых метеорологических центра сбора и обработки данных - Вашингтон, Москву, Мельбурн, а также 15 региональных узлов. Метеорологические наблюдения со всего Северного полушария могут быть собраны службой любой страны за 3-4 часа, а со всего земного шара - за 7-10 часов.

Метеорологическая сеть телесвязи Белгидромета имеет радиально-узловую топологию. В узлах расположены областные метеорологические центры, которые обеспечивают сбор и передачу в Белгидромет информацию с наблюдательной сети своей области, а также доведение гидрометеорологической информации до потребителей области. Метеостанции по сети электронной почты передают гидрометеорологическую информацию в областные гидрометеорологические центры. В областных и республиканском гидрометцентрах установлены телекоммуникационные программно-аппаратные комплексы UniMAS, которые обеспечивают автоматический прием, маршрутизацию и обработку данных (рисунок 8).

Сбор информации с сети метеорологических станций

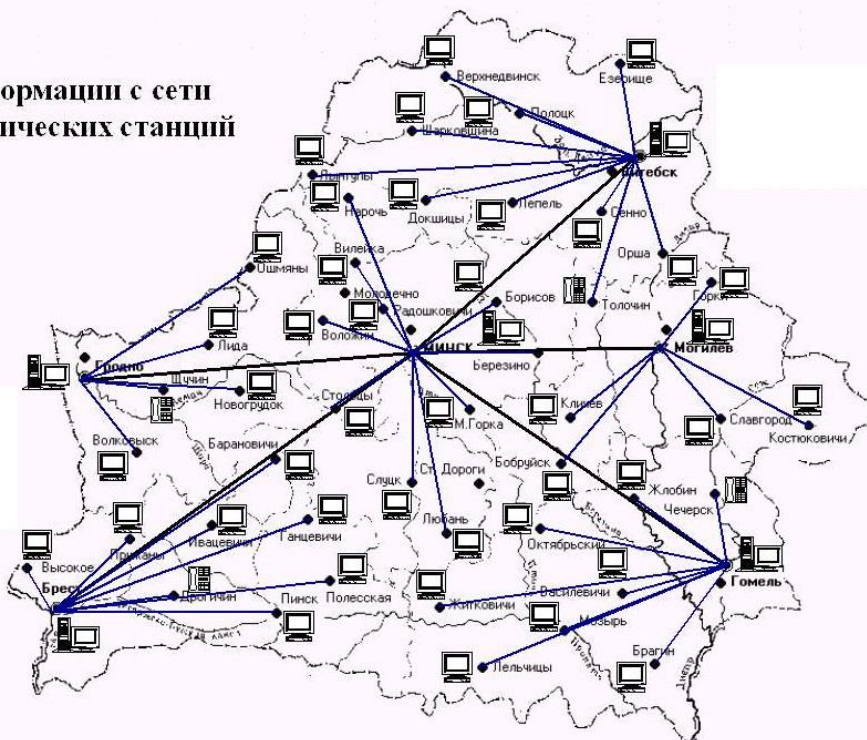


Рисунок 8. - Сбор информации с сети метеорологических станций в Беларуси

3. Глобальная система обработки данных и прогнозирования (ГСОДП) состоит из метеорологических центров, оснащенных современными средствами обработки данных (позволяют выполнять численный прогноз погоды) для оперативного использования, хранения и поиска данных для неоперативного использования. Основная цель ГСОДП заключается в подготовке и предоставлении наиболее экономически эффективным способом всем странам-членам метеорологических данных и прогностической продукции.

ГСОДП состоит из трехступенчатой сети метеорологических центров: три мировых метеорологических центра - ММЦ (Вашингтон, Москва, Мельбурн), более 30 региональных специализированных метеорологических центра - РСМЦ, три из которых находятся в России (Москва, Новосибирск, Хабаровск), национальные метеорологические центры - НМЦ (более 100).

Мировые метеорологические центры получают глобальную информацию, в т.ч. с метеорологических спутников Земли, составляют карты и прогнозы для полушария или всего земного шара; РСМЦ составляют карты и прогнозы по крупным географическим районам, например, по Атлантике, Европе, Евразии и др.; НМЦ осуществляют сбор и распространение метеорологической информации с территории одной страны и пользуются необходимой информацией с территорий других стран.

Кроме того, существуют специализированные метеорологические центры, как, например, Европейский центр среднесрочных прогнозов погоды, обеспечивающий прогнозы крупномасштабных полей давления и температуры на шесть суток вперед.

Таким образом, глобальная система обработки данных и прогнозирования в системе Всемирной службы погоды обеспечивает рациональное распределение ответственности за сбор и обработку метеорологической информации по крупным районам, включая полушария и земной шар, составление полей метеорологических величин по району своей ответственности и предоставление этой продукции для всех стран - членов ВМО.

Мировые и региональные метеорологические центры оснащены современной электронной техникой, на которую по каналам связи подается исходная информация с глобальных систем связи и телекоммуникаций для расчета численным методом на основе гидродинамических моделей, полей метеорологических величин. Результаты этих вычислений в виде прогностических карт по каналам связи передаются в метеорологические службы на местах и служат основой для составления прогнозов погоды на местном уровне.

Прием таких карт возможен на судах и самолетах во время движения. Прежде передача карт осуществлялась факсимильным способом по проводам или радио. В последние годы, с внедрением информационно-вычислительной техники в службы погоды, передача карт факсимильным способом заменяется передачей по каналам связи цифровой информации, которая на экране дисплея в пункте приема преобразуется в изображение карт и других графических материалов. Прогнозист имеет возможность просмотра поступающей информации и необходимые для составления прогноза карты выводит на печать.

Только три мировых центра собирают данные со всего мира, обрабатывают и оперативно передают данные объемом более 15 млн символов и 2000 карт погоды в сутки. Вся эта информация используется для составления всех видов прогнозов и для научных целей.

Кроме оперативных функций ГСОДП выполняет и *неоперативные функции*. Неоперативный сбор данных осуществляется национальными центрами и по соглашению между государствами производится обмен накопленными комплектами данных. Неоперативно собираются данные, которые не передаются по глобальной системе телесвязи. Часть передаваемых по системе телесвязи данных по различным обстоятельствам не доходит до адресата, поэтому создается дополнительный поток данных (например, пересылка по почте) для полного укомплектования накапливаемых массивов данных. Таким образом, массив наполняется в среднем на 30 %.

Кроме того, существующие каналы связи и регламенты их функционирования не для всех собираемых данных обеспечивают необходимую точность и достоверность, которые нужны для подготовки справочников по гидрометеорологическому режиму или для оценки изменений климата, и в этом случае организуется неоперативный сбор требуемых данных.

Задачи исследований Земли подталкивают ученых к организации и проведению специальных международных исследовательских программ, одной из основных задач которых является получение и сбор максимально больших комплектов данных об изучаемых геофизических процессах. Напомним главные из программ:

- Первый международный полярный год (1882-1883);
- Второй международный полярный год (1932-1933);
- Международный геофизический год (1957-1958);
- Год Международного геофизического сотрудничества (1959);
- Международный год спокойного Солнца (1964-1965);
- Атлантический тропический эксперимент АТЭП-74;
- Первый глобальный эксперимент ПИГАП (1978-1979).

В настоящее время выполняются следующие программы и эксперименты:

- 1)Всемирная климатическая программа (WCP);
- 2)Эксперимент по изучению циркуляции вод Мирового океана (WOCE);
- 3)Эксперимент по изучению Тропического океана и глобальной атмосферы (TOGA);
- 4)Стратосферные процессы и их роль в формировании климата (SPARC);
- 5)Программа по изучению климатической изменчивости и предсказуемости (CLIVAR);
- 6)Эксперимент по изучению энергетического и гидрологических циклов в глобальном масштабе (GEWEX).

Это далеко не полный перечень всех программ и экспериментов по изучению атмосферы и гидросферы.

Таким образом, в настоящее время в мире создана единая система сбора, обработки, хранения и использования гидрометеорологической информации. Кроме того, метеорологическая система служит основой специальной мировой информационной системы "мониторинг", которая представляет более широкий комплекс наблюдений, анализа (оценки) и прогноза развития природной среды (климатической системы) для выявления степени антропогенного воздействия на географическую оболочку и климат.

1.3.3. Система гидрометеорологических наблюдений Беларуси

В настоящее время основой гидрометеорологической службы Республики Беларусь является государственная сеть гидрометеорологических наблюдений, включающая в себя 191 гидрометеорологический объект:

- 6 областных центров по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (филиалы Белгидромета);
- 3 межрайонных центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды;
- 67 метеорологических станций (56 используются при оценке прогноза погоды и др. показателей, 11 АМС);
- 7 авиационных метеорологических станций гражданских;
- 5 агрометеорологических станций;
- 3 гидрологических станций;
- 1 болотную станцию;
- 1 станцию фонового мониторинга;
- 114 гидрологических постов.

Для передачи оперативной информации с 1 сентября 2016 г. была

привлечена агрометстанция 3 разряда с двумя сроками наблюдений – АС Минск (Самохваловичи) (ранее формировалась только режимная информация). С июля 2016 г. для передачи оперативной гидрометеорологической информации привлечен пункт наблюдения (ПН) Могилевоблгидромет, расположенный на территории Могилевского облгидромета. ПН был организован в 1998 г. и данные использовались только для обеспечения потребителей гидрометеорологической информацией. ПН проводит 8 сроков наблюдений по сокращенной программе наблюдений.

Плотность ПН по основным метеорологическим параметрам (температура и влажность воздуха, давление, направление и скорость ветра) составляет по территории Беларуси один пункт на 3,8 тыс. км² и колеблется от 3,1 тыс. км² по Минской области до 5,1 тыс. км² по Гомельской области. Плотность ПН по осадкам составляет один пункт на 1,8 тыс. км² (таблица 1, рисунок 9).

Таблица 1. – Результаты расчета минимально необходимого количества пунктов метеорологических наблюдений по областям республики

Область республики	Характеристика действующей сети			Количество ПН при нормативном индексе плотности (4,0)	Доля использованных земель	K _{хоз}	Минимально необходимое количество ПН
	Площадь, тыс.км ²	количество ПН	индекс плотности				
Витебская	40,0	12	3,3	10	0,98	1,0	10
Минская	40,2	13	3,1	10	0,98	1,0	10
Гродненская	25,1	6	4,2	6	0,97	1,0	6
Могилевская	29,1	8	3,6	7	0,97	1,0	7
Брестская	32,8	9	3,6	8	0,98	1,0	8
Гомельская	40,4	8	5,1	10	0,96	1,0	10



Рисунок 9. – Соотношение минимально необходимого количества пунктов наблюдений к количеству действующих пунктов на территории Республики Беларусь

По объему наблюдений и работ станции подразделяются на два разряда. Станции II разряда – круглосуточные наблюдения и передача информации в

восемь (00, 03, 06, 09, 12, 15, 18, 21) синоптических сроков, проведение агрометеорологических наблюдений и наблюдений для целей мониторинга окружающей среды. Станции III разряда проводят приземные метеорологические наблюдения без наблюдений в темное время в сроки 09, 12, 15, 18, 21, агрометеорологические наблюдения и наблюдения для целей мониторинга окружающей среды. По программе станций II разряда работает 37 ПН, и 13 ПН по программе III разряда.

Основной принцип построения сети пунктов приземных метеорологических наблюдений определяется пространственной изменчивостью измеряемых метеорологических параметров и необходимостью получения значений этих параметров для любой точки обслуживаемой территории с требуемой точностью при минимальном числе пунктов измерений. Метеорологическая сеть считается оптимальной, если расстояние между метеорологическими станциями составляет в среднем 50–60 км по большинству наблюдаемых метеорологических параметров, что согласно требованиям ВМО соответствует индексу плотности станций 3,0 - 3,5 (один пункт на 3,0-3,5 тыс. км²) и 20–30 км по осадкам. Концепция оптимальности в полном объеме не может быть реализована из-за необходимости учета потребностей различных видов экономической деятельности (рисунок 10).



Рисунок 10. - Карта пунктов гидрометеорологических наблюдений Беларуси

Решением коллегии Минприроды от 20.12.2014г. №124-Р одобрена Стратегия развития гидрометеорологической деятельности и деятельности в

области мониторинга окружающей среды Республики Беларусь на период до 2030 года, которая предусматривает дальнейшее развитие государственной сети гидрометеорологических наблюдений в соответствии с установленными ВМО требованиями репрезентативности, непрерывности, достоверности получаемых результатов. Для достижения указанной цели необходимо решать задачи развития сети приземных метеорологических, включающую модернизацию сети наблюдений и оптимизацию видов наблюдений, учесть географию размещения пунктов гидрометеорологических наблюдений достаточных для оценки изменения климата и обеспечения гидрометеорологической информацией потребителей.

Пункты наблюдений, работающие по программе станций и постов и образующие сеть наблюдений, подразделяются на основные (опорные) и специальные.

Основные (опорные) станции и посты служат для систематического получения информации о состоянии окружающей среды с заданной полнотой, точностью и разрешением во времени и пространстве. Продолжительность их действия определяется степенью изученности режима отдельных территорий, водных объектов и т. п., а также необходимостью передачи информации прогностическим органам и различным отраслям экономики.

Специальные гидрометеорологические станции и посты предназначены для изучения локальных особенностей гидрометеорологического режима (крупных водохранилищ, зон мелиорации, больших городов и т. п.), обеспечения данными крупных народнохозяйственных объектов (тепловых и атомных электростанций, железных дорог), обоснования проектных решений и для других целей. Продолжительность действия специальных станций и постов определяется поставленными задачами; после их выполнении специальные станции и посты могут быть закрыты.

Из числа основных станций выбираются *реперные* климатические станции. Это станции постоянного действия с непрерывным рядом однородных наблюдений, не менее 30 лет, расположенные в местах, где изменения окружающей среды, вызванные деятельностью человека минимально, и предназначенные для установления вековых тенденций изменения климата, а также для выявления неоднородности рядов наблюдений на станциях сети, обусловленной изменением условий на окружающей станцию местности, или переноса станции.

На территории РБ функционируют 10 станций относящиеся к реперными климатическим (таблица 2).

Реперные климатические станции, в соответствии с перечнем стационарных пунктов наблюдений, относящихся к реперным климатическим станциям (утверждено постановлением Минприроды от 18.04. 2007 г. № 36), не подлежат закрытию или переносу за исключением утративших статус реперных станций из-за нарушения однородности рядов гидрометеорологических наблюдений, вызванного изменением условий окружающей среды.

Таблица 2. – Реперные климатические станции и их дублиеры

Реперная климатическая станция	Дублер реперной климатической станции
Верхнедвинск	Шарковщина
Березинский заповедник	Лепель
Минск	Докшицы
Марьина Горка	Кличев
Ошмяны	Лида
Горки	Сенно
Брест	Высокое
Пинск	Пружаны
Гомель	Брагин
Василевичи	Мозырь

Основу наземной сети составляют *синоптические станции*.

Приземные метеорологические наблюдения в настоящий момент проводят на 67 метеорологических станциях, из них 56 метеорологических станций, используемых при прогнозировании погоды и климата, оценке прогнозов погоды, 11 автоматизированных метеорологических станций (АМС).

Метеорологические станции (МС) подразделяются на разряды.

МС 2 разряда:

- проводит круглосуточные (восемь сроков наблюдений) приземные метеорологические, агрометеорологические, актинометрические наблюдения, наблюдения для целей мониторинга окружающей среды, обработку данных наблюдений;

- осуществляет передачу первичных метеорологических данных, полученных в результате приземных метеорологических наблюдений на станции (восемь раз в сутки – каждые три часа), информации об опасных и неблагоприятных гидрометеорологических явлениях (при их возникновении и по мере их развития) – круглосуточно.

МС 3 разряда:

- проводит приземные метеорологические наблюдения в два срока (06 и 18 ч Всемирного скоординированного времени (ВСВ) – при штатной численности 2 человека) или в пять сроков (06, 09, 12, 15, 18 ч ВСВ – при штатной численности 3 человека) наблюдений, агрометеорологические наблюдения, наблюдения для целей мониторинга окружающей среды, осуществляет обработку данных этих наблюдений;

- осуществляет регистрацию некоторых метеорологических параметров;

- осуществляет передачу первичных метеорологических данных, полученных в результате приземных метеорологических наблюдений на станции (два раза или пять раз в сутки); информации об опасных и неблагоприятных метеорологических явлениях (при их возникновении и по мере их развития) – в период с 06 до 18 ч ВСВ (для станций с наблюдениями в пять сроков).

Проведенная оптимизация в 2013-2014 гг. затронула обособленные структурные подразделения путем сокращения их количества и объемов наблюдений и работ.

В результате проведенной оптимизации осуществлено:

– сокращение количества пунктов наблюдений: 4 пунктов приземных метеорологических наблюдений (МС Любань, ВК Колодищи, МС Чечерск, МС Лельчицы (на 2024г. МС восстановлена);

– сокращение объемов и программы наблюдений: на 10 пунктах приземных метеорологических наблюдений (перевод на 5-срочные наблюдения без ночных дежурств – МС Столбцы, МС Пружаны, МС Ивацевичи, МС Ганцевичи, ГС Вилейка, МС Докшицы, МС Брагин и на 2-срочные – МС Лепель, МС Сенно, МС Езерище).

По состоянию на 2024 г. было выявлено, что государственная сеть Республики Беларусь, в результате оптимизации и модернизации сети, состоит из 56 станций, данные которых используются при климатическом, синоптическом и метеорологическом анализе, из которых:

- 36 пунктов наблюдений, которые осуществляют круглосуточные приземные метеорологические наблюдения с участием штата техников-метеорологов. Наблюдения осуществляются с помощью автоматизированных метеорологических информационных измерительных систем с комплектом датчиков для измерения основных метеорологических параметров.

- 7 пунктов наблюдений (Ганцевичи, Ивацевичи, Пружаны, Докшицы, Вилейка, Столбцы, Брагин) осуществляют приземные метеорологические наблюдения без участия техников-метеорологов в ночное время. Круглосуточные наблюдения осуществляются с помощью автоматизированных метеорологических информационных измерительных систем с комплектом датчиков для измерения основных метеорологических параметров.

- 6 пунктов наблюдений (Дрогичин, Езерище, Лепель, Сенно, Самохваловичи, Щучин) осуществляют приземные метеорологические наблюдения в два срока наблюдений (утренний и вечерний) с участием техников-метеорологов. Круглосуточные наблюдения осуществляются с помощью автоматизированных метеорологических информационных измерительных систем с комплектом датчиков для измерения основных метеорологических параметров.

- 7 пунктов наблюдений (Россоны, Минск Независимости, Плещеницы, Солигорск, Большой Межник, Лельчицы, Гродно) функционируют в автоматическом режиме без штата техников-метеорологов. Круглосуточные наблюдения осуществляются с помощью автоматизированных метеорологических информационных измерительных систем с комплектом датчиков для измерения основных метеорологических параметров (приложение 1).

Уменьшение количества пунктов приземных метеорологических наблюдений снизило объем информации о наблюдаемых и прогнозируемых неблагоприятных и опасных явлениях погоды.

Отсутствие на синоптической карте информации о различных атмосферных явлениях и состоянии погоды на станциях без ночных дежурств не позволяет достоверно определить фактические границы полей распространения различных атмосферных явлений (в т.ч. неблагоприятных и опасных), что снижает качество информации по прогнозу их смещения и распространения.

Отсутствие в темное время суток таких показателей как метеорологическая дальность видимости, времени начала и окончания атмосферных явлений, облачности и др. отрицательно сказывается на обеспечении этой информацией следственных органов, так как большинство дорожно-транспортных и иных происшествий происходит именно в это время суток.

Возникла также проблема расчета среднесуточных метеорологических величин для станций с 5-срочными наблюдениями, для которых отсутствовали методики расчета. Указанный расчет пришлось осуществить по существующей методике на основании данных только 2 основных сроков, что дает определенную неточность.

Сокращение штатной численности станций с круглосуточными наблюдениями повлекло за собой необходимость пересмотра планов наблюдений, в частности по снегомерным съемкам: были объединены агро- и метеорологическая снегосъемки и практически по всей сети наблюдений сняты из плана наблюдений снегомерные съемки по лесному маршруту.

Для развития государственной сети гидрометеорологических наблюдений в соответствии с установленными ВМО требованиями репрезентативности, непрерывности, достоверности получаемых результатов необходима модернизация сети наблюдений, оптимизация видов наблюдений, с учетом географии размещения пунктов гидрометеорологических наблюдений достаточных для оценки изменения климата и обеспечения гидрометеорологической информацией потребителей.

Основными потребителями гидрометеорологической информации являются ведомственные органы и организации, различные отрасли экономики, население. Прогнозная, фактическая и другая специализированная гидрометеорологическая информация (объем, периодичность и др.) передается исходя из потребностей в предоставлении гидрометеорологической информации потребителям.

Для оценки востребованности гидрометеорологической информации, были изучены потребности в специализированной гидрометеорологической информации различных отраслей экономики (строительство, жилищно-коммунальное хозяйство, транспорт, топливно-энергетический комплекс, связь, сельское и лесное хозяйство и др.).

Анализируя потребности в гидрометеорологической информации, можно сказать, что множество потребителей в наибольшей степени заинтересованы в информации о фактическом состоянии погоды и результатах их анализа, об опасных и неблагоприятных гидрометеорологических явлениях, а также о прогнозах погоды (таблица 3).

Таблица 3. – Основные метеорологические параметры, используемые в отраслях экономики

Отрасли	Метеорологические параметры
---------	-----------------------------

ЭКОНОМИКИ	Температура воздуха, (°C)	Температура почвы, (°C)	Ветер, (м/с)	Количество осадков, (мм)	Влажность, (%)	Давление, (гПа)	Облачность	ОЯ и НЯ
ТЭК	+						+	+
ЖКХ	+			+				+
Строительство	+		+	+	+			+
Транспорт	+	+		+				+
Сельское хозяйство	+	+			+			+
Лесное хозяйство	+			+				+
Связь	+							+
Авиация			+			+	+	+

Наибольшую ценность (100%) имеет гидрометеорологическая информация об опасных (ОЯ) и неблагоприятных (НЯ) гидрометеорологических явлениях (таблица 3).

Из метеорологических параметров наибольшую ценность имеют температура воздуха – 75%, осадки – 50%, ветер, влажность, облачность и температура почвы (25%), давление – 12,5%. Такое распределение ценности обусловлено спецификой групп потребителей и решаемых ими отраслевых задач.

На 01.05.2024 г. 100% (56) пунктов приземных метеорологических наблюдений оснащено автоматизированными информационно-измерительными системами (АИИС) с различным программным обеспечением.

Внедрение АИИС позволяет интенсифицировать метеорологические наблюдения, что открывает новые возможности для получения различных метеорологических характеристик малой дискретности с целью более полного удовлетворения потребностей пользователей гидрометеорологической информации.

Важной задачей технической модернизации метеорологической сети является повышение уровня ее интеграции с другими наблюдательными сетями (агromетеорологической, аэрологической, радиолокационной, гидрологической, специализированными сетями), что потребует нового подхода к построению сети.

В зависимости от типа (разряда) станций необходимо осуществлять и их оснащение АИИС. В первую очередь оснащение пунктов наблюдений АИИС проводится на пунктах наблюдений, относящихся к реперным климатическим станциям, далее – на пунктах с сокращенной программой наблюдений и пунктах, участвующих в международном обмене информацией межгосударственной сети СНГ и ВМО, и в последнюю очередь на пунктах, не входящих в международный обмен информацией.

Оснащение АИИС реперных станций вызвано необходимостью обеспечения этих подразделений высокоточными и надежными приборами

(датчиками) и предполагает, что штат этих подразделений позволяет проводить комплексные сравнительные наблюдения и эксплуатационные испытания, как датчиков, так и программных продуктов для более полного обеспечения проведения наблюдений за параметрами.

Для автоматизации процесса проведения наблюдений, обработки результатов метеонаблюдений, ведения архивов, автоматического формирования сводок сообщений и передачи их в линии связи АИИС должны иметь специализированное программное обеспечение обеспечивающее:

- непрерывный сбор, хранение и обработку информации о метеорологических параметрах атмосферы на месте установки датчиков;
- ручной ввод метеопараметров, не измеряемых автоматически;
- контроль метеопараметров;
- автоматическое формирование сводок в кодах принятых на государственной сети гидрометеорологических наблюдений (КН-01, КН-24, CLIMAT, WAREP, BUFR);
- формирование режимного сообщения;
- передачу метеорологической информации на выносные средства отображения и по каналам в центры сбора и обработки метеорологической информации.

В настоящее время на государственной сети гидрометеорологических наблюдений установлено 2 вида программных продуктов с вышеперечисленными функциональными требованиями:

- ПО «Пеленг» производитель ОАО «Пеленг» на 10 станциях – АС Волковыск, МС Щучин Гродненской области, МС Житковичи Гомельской области, МС Уручье Минской области, МС Лепель, МС Лынтупы, МС Орша, МС Полоцк Витебской области, МС Высокое и МС Пружаны Брестской области;
- Vaisala – производитель Финляндия, представлена на 46 станциях – на 7 станциях Брестской области, 8 станциях Витебской области, 12 станциях Минской области, 8 Могилевской, 7 Гомельской и 4 станциях Гродненской области.

На данном этапе программные продукты установленные на большинстве станций практически удовлетворяют большинству необходимых функций.

Основной целью проведения *аэрологических* наблюдений является получение вертикальных профилей основных метеорологических параметров – атмосферного давления, температуры и влажности воздуха, скорости и направления ветра в атмосфере от поверхности земли до высоты подъема радиозонда.

Аэрологическая информация используется для анализа и прогноза погоды, обслуживания различных отраслей экономики, накопления и обобщения объективных данных о климате свободной атмосферы, а также изучения атмосферных процессов и валидации дистанционных измерений.

При температурно-ветровом радиозондировании определяется вертикальное распределение давления, температуры, влажности, геопотенциальной высоты, скорости и направления ветра. Наблюдения производятся во время подъема радиозонда от поверхности земли до предельных

высот подъема оболочки (30-35 км), на которых она разрывается. Высота подъема радиозонда и параметры ветра вычисляются по координатам радиозонда, определяемым наземной станцией, давление вычисляется по данным температуры, влажности и высоты.

В соответствии с рекомендациями ВМО расстояние между пунктами аэрологических наблюдений должно составлять не менее 2.5° по долготе, что составляет для территории Беларуси около 280 км.

В настоящее время аэрологические наблюдения осуществляются в г. Брест один раз в сутки 00 ч (BCB) с помощью аэрологического комплекса DigiCORA и в г. Гомель два раза в сутки в сроки 12 и 00 ч (BCB) посредством системы зондирования DigiCORA. Для того, чтобы радиозондирование атмосферы имело практический результат при использовании в прогнозировании погоды, в соответствии с рекомендациями ВМО необходимо обеспечить ежедневное радиозондирование атмосферы с периодичностью 2 раза в сутки в сроки 12 и 00 ч (BCB).

В соответствии со Стратегией развития гидрометеорологической деятельности и деятельности в области мониторинга окружающей среды Республики Беларусь на период до 2030 года, утвержденной решением коллегии Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды от 20.12 2014 года № 120-Р в 2016-2020 гг. (второй этап) восстановлено радиозондирование атмосферы в г. Минск (аэрологический комплекс в Уручье, в настоящий момент времени зондирование отсутствует). На третьем этапе (2021-2030 гг.) – настоящий момент времени, продолжается модернизация и автоматизация сети пунктов аэрологических наблюдений с установкой современных автоматизированных систем.

Проведенные мероприятия будут способствовать повышению точности численных методов прогнозирования погоды, в том числе прогнозированию опасных гидрометеорологических явлений, а также проводить мониторинг метеорологических параметров с высотой.

В тоже время следует отметить, что в связи с большими финансовыми затратами на производство зондирования из-за высокой стоимости радиозондов, существует потребность в пересмотре и обосновании количества пунктов и сроков зондирования.

Актинометрические наблюдения, выполняемые на сети, предназначены для изучения радиационного режима территории. Радиационный режим земной поверхности создается лучистой энергией солнца, которая, проходя через атмосферу, частично рассеивается, частично поглощается и частично отражается, достигая земной поверхности. в результате этого возникают различные потоки радиации. актинометрические наблюдения включают в себя наблюдения за 4 видами солнечной радиации (прямой на перпендикулярную поверхность, рассеянной, суммарной, отраженной) и радиационным балансом.

Для оперативных целей - по данным наблюдений за суммарной солнечной радиацией на станциях Минск ОМН, Полесская БС, Василевичи АС, Шарковщина АС, Горки АС ежедекадно рассчитываются значения фотосинтетически активной радиации (ФАР), которые помещаются в

агрометеорологический бюллетень и используются для прогнозирования урожайности. Благодаря новой программе обработки, в которой по значению суммарной радиации за декаду автоматически рассчитывается значение ФАР. Все станции, проводящие актинометрические наблюдения, передают ФАР в оперативном режиме.

Для режимных целей - данные актинометрических наблюдений используются в сельском, лесном и коммунальном хозяйствах, в строительстве, геолоэнергетике, помещаются в климатические и агроклиматические справочники, а также строительные нормы и правила (СНиПы) для расчета облучения стен с различной ориентацией.

На территории Беларуси актинометрические наблюдения производятся на 12 стационарных пунктах приземных метеорологических наблюдений: МС Брест, Полесская БС, СФМ Березинский заповедник, АС Шарковщина, МС Марьино Горка, МС Уручье, АС Горки, АС Василевичи, МС Гомель, АС Волковыск, МС Гродно, МС Ошмяны (таблица 3.2). Наблюдения проводятся на специализированных и реперных метеорологических станциях и отвечают в Беларуси оптимальному критерию расположения актинометрической сети для получения полноценной информации о радиационных характеристиках климата (таблица 4).

Для Беларуси в настоящее время является актуальным направлением переоснащение сети станций, проводящих актинометрические наблюдения, новыми приборами. Появление актинометрических приборов разработки ОАО «Пеленг», позволяет удовлетворить потребности наблюдательной сети Беларуси. Стратегия технического перевооружения заключается в проведении замены морально устаревших и выработавших свой ресурс приборов и оборудования и осуществлении перехода на современные автоматизированные системы наблюдений и принципиально новые технологии.

Таблица 4. – Виды и пункты актинометрических наблюдений

Вид наблюдений	Пункты наблюдений											
	ОМН Минск, Уручье	МС Марьяна Горка	ОАМН Брест	ОМН Гомель	МС Опшяны	БС Полесская	АС Горки	АС Василевичи	АС Волковыск	АС Шарковщина	СФМ Березинский заповедник	ОМН Гродно
1. Стандартные срочные (6 сроков за 5 элементами)						+		+				
2. Регистрация радиации												
2.1 Прямая радиация	+											
2.2 Рассеянная радиация	+											
2.3 Суммарная радиация	+											
2.4 Отраженная радиация	+											
2.5 Радиационный баланс	+											
3. Суточные суммы радиации												
3.1 Суммарная радиация		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
3.2 Рассеянная радиация						+		+		+		
4. Теплобалансовые						+						
5. Наблюдения за прямой радиацией при ясном небе	+										+	

В итоге модернизации актинометрической сети были полностью модернизированы интеграторные наблюдения за суммарной радиацией. Установлены пиранометры «Пеленг СФ-06» в комплекте с электронным блоком и индикаторным табло. Все актинометрические датчики старого образца (актинометры, балансомеры, пиранометры) заменены на новые приборы производства ОАО «Пеленг» и «Vaisala». В настоящий момент времени все станции оснащены необходимым автоматизированным оборудованием. Станции Минск Уручье и Волковыск оснащены оборудованием фирмы ОАО «Пеленг», остальные станции оснащены оборудованием Vaisala».

Данные, получаемые при помощи метеорологических *радиолокаторов* (МРЛ), отражают информацию об опасных метеорологических явлениях, возникающих при развитии конвективной облачности. Учитывая, что большая часть наблюдающихся на территории Беларуси опасных и неблагоприятных гидрометеорологических явлений приходится на летний период (апрель-октябрь) и вызвана конвективной деятельностью, данные МРЛ представляют особую важность для прогностических подразделений государственной гидрометеорологической службы.

Создание сети автоматизированных доплеровских метеорологических радиолокаторов способствует решению следующих задач:

- обеспечение достаточной заблаговременности предупреждений о возникновении, развитии и распространении на территории страны опасных и неблагоприятных гидрометеорологических явлений;

- повышение точности гидрометеорологических прогнозов;
- компенсирование недостаточной плотности существующей государственной сети гидрометеорологических наблюдений;
- увеличение количества измеряемых и оцениваемых элементов и характеристик погоды;
- возможность представления потребителям в режиме реального времени визуализированного изображения данных метеорологических радиолокационных наблюдений в виде стыкованных (композитных) карт;
- получение в режиме реального времени результатов мониторинга опасных и неблагоприятных гидрометеорологических явлений на территориях сопредельных государств;
- изучение не только площадного (горизонтального), но и вертикального распространения и развития опасных явлений.

Функциональные возможности при использовании МРЛ:

1. передача первичных радиолокационных данных;
2. создание радиолокационных архивов по типам данных (отражаемость, радиальная скорость, ширина спектра, дифференциальная отражаемость, др.);
3. создание декартовых полей радиолокационных данных для последующей обработки;
4. обработка полученной информации с целью получения дополнительных радиолокационных характеристик (метеоявлений, восстановленных скоростей, сумм осадков, сдвига ветра, фазового состояния гидрометеоров и др.);
5. расчет скорости и направления перемещения облачной системы после каждого цикла наблюдений;
6. визуализация диагностики о состоянии метеорологического радиолокатора;
7. представление данных наблюдений на экране компьютера в виде следующих карт:
 - метеоявлений,
 - высот верхней границы поля радиозеха,
 - опасных явлений погоды,
 - отражаемости в 15 слоях,
 - интенсивности осадков,
 - количества осадков за любой период времени,
 - контуров опасных явлений погоды,
 - скорости шквалов,
 - видимости в осадках,
 - вертикального сечения по любому азимуту и любой авиатрассе,
 - обледенения по любому азимуту и любой авиатрассе,
 - радиальных скоростей,
 - восстановленных скоростей,
 - ширины спектра,
 - дифференциальной отражаемости,
 - дифференциальной фазы,
 - удельной дифференциальной фазы,

- коэффициента взаимной корреляции,
- фазового состояния гидрометеоров на различных уровнях;
- 8. расчет сдвига ветра для каждой глассады;
- 9. возможность представления и передачи данных потребителям в различных форматах: BUFR, RAOB, BMP, T4 и др.;
- 10. возможность печати карт;
- 11. возможность построения композитных карт МРЛ.

Для оперативного анализа радиолокационной метеорологической информации, используется цветовой код, который характеризует определенную отражаемость, а градации отражаемости соответствуют конкретному метеорологическому явлению. Метеорологические явления описываются по 16 градациям и зависят от сезона наблюдений и вида осадков. Радиолокационные данные, обладающие высоким пространственно-временным разрешением, используются для решения задач обнаружения и слежения за полями осадков и опасных явлений погоды, связанными с кучево-дождевой облачностью. Эта информация позволяет выпускать предупреждения об опасных метеорологических явлениях с необходимой заблаговременностью, что повышает эффективность гидрометеорологического обеспечения.

Радиоволны сантиметрового диапазона распространяются в атмосфере в пределах прямой видимости по криволинейным траекториям из-за рефракции, обусловленной диэлектрической неоднородностью атмосферы. По этой причине траектория любой радиоволны, первоначально горизонтальная, по мере удаления от источника радиоволн загибаются вниз, к поверхности Земли.

Поэтому при использовании радиолокационной метеорологической информации следует помнить о некоторых недостатках и ограничениях радиолокационного метода наблюдений.

1. МРЛ может принимать отраженные сигналы от облаков, вершины которых находятся выше линии радиогоризонта. От облаков, вершины которых находятся ниже линии радиогоризонта (в области радиотени), информацию на МРЛ получить невозможно.

2. Наличие высоких строений, объектов вокруг МРЛ создают углы закрытия, превышающие нулевой. В связи с этим увеличивается минимальная высота обнаружения облачности, расположенной в азимуте высоких местных объектов, возрастает высота верхней границы радио тени.

3. С удалением от МРЛ увеличивается минимальное значение отражаемости, которое при заданном потенциале может фиксироваться приемным устройством МРЛ. По этой причине облака, отражаемость которых меньше минимального значения, не будут обнаружены МРЛ.

4. МРЛ могут не обнаруживать облака, которые находятся за зоной интенсивных и протяженных осадков.

5. С увеличением расстояния от МРЛ увеличивается ширина диаграммы направленности антенны МРЛ и, следовательно, уменьшается разрешающая способность по угловым координатам. Отсюда следует зависимость информации МРЛ о высоте и площади облаков и осадков от расстояния.

6. Экологические ограничения.

Все ограничения должны учитываться при разработке методов наблюдений и метеорологической интерпретации радиолокационной информации, для минимизации влияния на результат технических и расчетных погрешностей.

Метод радиолокационных метеорологических наблюдений всегда базировался и базируется на основе новейших достижений радиолокационной и вычислительной техники, техники связи и информационных технологий. Полученные режимные данные используются, прежде всего, для разработки критериев и алгоритмов распознавания опасных явлений. Однако изучая опыт применения радиолокационных данных других стран, можно выделить еще два основных направления развития режимных обобщений: радиолокационная климатология опасных явлений погоды и радиолокационная климатология осадков.

В настоящее время существующая в Республике Беларусь сеть радиометеорологических (радиолокационных наблюдений) включает в себя пять пунктов зондирования (Брест, Минск, Гомель, Гродно и Витебск). Локатор в г. Могилеве отсутствует, так как диапазон видимости присутствует в пределах двух локаторов (Гомель и Витебск) (рисунок 11).

- Радар Брест, Гродно, Витебск

Получение и обработка радиолокационной информации - УУВК «Метеорадар». ДМРЛ-С - доплеровский метеорологический радиолокатор. Длина волны 5,3 см. Радиус обзора 200 км. Режим наблюдений автоматический, один раз в 10 минут.

- Радар Гомель

Получение и обработка радиолокационной информации - РС-М "Метеоячейка". МРЛ доплеровский. Длина волны 5.5 см. Радиус обзора 200 км. Режим наблюдений автоматический, один раз в 10 минут.

- Радар Минск-2. Минск

ДМРЛ-С - доплеровский метеорологический радиолокатор. Длина волны 5,3 см. Радиус обзора 200 км. Режим наблюдений автоматический, один раз в 10 минут.

26 декабря 2023 года в Национальном аэропорту Минск начал работать новый доплеровский метеорологический радиолокатор С-диапазона (далее – ДМРЛ-С), установленный вместо ДМРЛ «МЕТЕОР-500С» немецкого производства, который функционировал с 2011 года. ДМРЛ-С был изготовлен в Российской Федерации публичным акционерным обществом «Научно-производственное объединение «Алмаз» имени академика А.А. Расплетина». Локатор работает в режиме отладки. Возможно некорректное отображение данных.

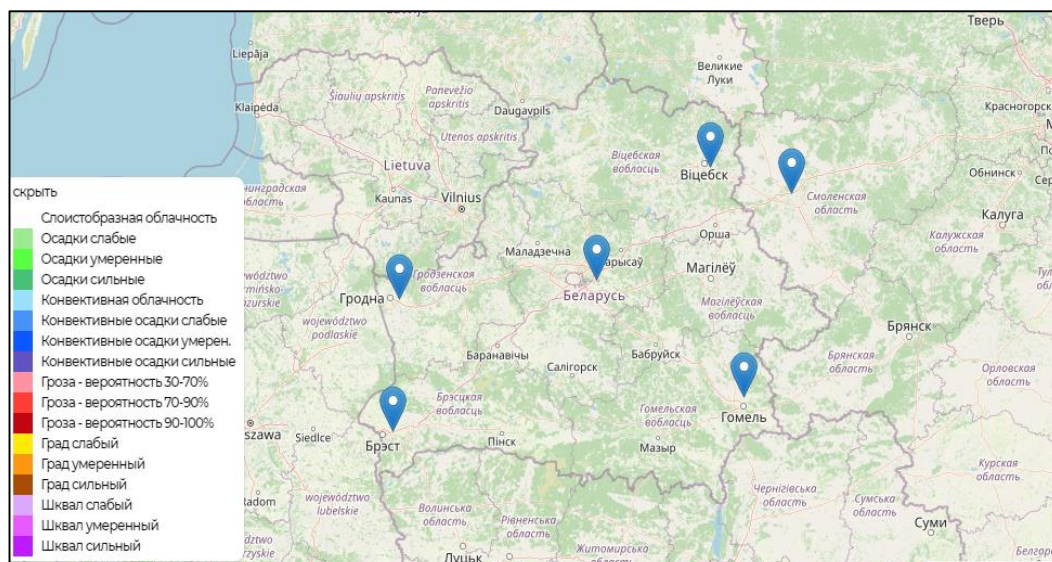


Рисунок 11. – Стыкованная карта ДМРЛ Республики Беларусь

Кроме того, Республика Беларусь принимает участие в проекте международной технической помощи «BALTRAD» – усовершенствованная сеть метеорологических радиолокационных станций в регионе Балтийского моря». Результатом участия Республики Беларусь в проекте явилось создание современной, работающей в режиме реального времени радиолокационной сети, объединяющей национальную метеорологическую радиолокационную сеть Республики Беларусь (ДМРЛ в Минске входит в систему BALTRAD) с объединенными в единую систему национальными метеорологическими радиолокационными сетями стран Балтийского региона: Швеции, Финляндии, Польши, Латвии, Литвы, Германии, Норвегии, Дании и Эстонии. Участие в данном проекте позволяет Республике Беларусь уже сегодня получать в оперативном режиме радиометеорологические данные региона Балтийского моря. Кроме того, в рамках проекта BALTRAD налажен двусторонний обмен информацией локаторов Минск и Смоленск.

Существующая на территории Республики Беларусь сеть метеорологических радиолокационных наблюдений при эффективном радиусе обзора 250 км обеспечивает покрытие 100 % ее площади. При этом обеспечивается перекрытие зон обзора метеорологических радиолокаторов во всех направлениях. Это позволяет получать достоверную информацию о наличии и развитии облачных систем, а также необходимую заблаговременность предупреждений (4-5 ч) о перемещении на территорию Республики Беларусь опасных явлений погоды со всех направлений.

Радиолокационный метод в настоящее время удовлетворяет основные потребности прогностических служб и позволяет дополнить информацию, полученную другими методами дистанционного зондирования атмосферы, что в свою очередь, положительно сказывается на решении прикладных задач в области гидрометеорологии.

Однако рекомендуется пересмотреть необходимость установки доплеровского метеорологического радиолокатора для целей гидрометслужбы

Республики Беларусь в г. Могилев для полного оснащения и использования при метеорологическом обеспечении полетов воздушных судов гражданской авиации и в прогностической деятельности Белгидромета.

Агрометеорологические наблюдения производятся для изучения влияния метеорологических условий на развитие сельскохозяйственных культур и формирование урожая. Необходимость проведения агрометеорологических наблюдений в Республике Беларусь определяется Законом Республики Беларусь от 9 января 2006 г. «О гидрометеорологической деятельности», а также рядом других нормативных актов, обеспечивающих его выполнение. Полученная в ходе проведения наблюдений и работ агрометеорологическая информация используется специалистами гидрометеорологической службы для составления оперативных, декадных и месячных агрометеорологических бюллетеней, прогнозов, докладов, которые предоставляются высшему руководству страны, включая Президента, Совет Министров, Национальное собрание, Администрацию Президента, а также передаются Министерству сельского хозяйства и продовольствия. Ценность подготавливаемых специалистами агрометеорологами материалов заключается в том, что они составляются на основе методов и положений агрометеорологической науки, в строгом соблюдении требований технических нормативов при производстве наблюдений и содержат независимую оценку состояния сельскохозяйственных культур и их развития.

Результаты агрометеорологических наблюдений, проводимых гидрометеорологическими станциями, лежат в основе аналитической агрометеорологической информации и агрометеорологических прогнозов. Гидрометеорологическая сеть проводит агрометеорологические наблюдения за ведущими сельскохозяйственными культурами на наблюдательных участках. Программа агрометеорологических наблюдений включает в себя наблюдения за основными параметрами культур: фаза развития, оценка состояния, высота и густота, структура урожая, прирост массы (травы, картофель, свекла), повреждения. В вегетационный период проводятся инструментальные наблюдения за влажностью почвы, в холодный период – за температурой почвы на глубине узла кущения зимующих культур и глубиной промерзания почвы. Информация в зимний период используется для оценки условий перезимовки сельскохозяйственных культур. Наблюдательные агрометеорологические пункты (станции) находятся примерно в 37% районов республики. При этом они проводят наблюдения за культурами в ближайшем хозяйстве. Весной и осенью для выяснения состояния озимых посевов и в периоды аномально складывающихся погодных условий проводятся обследования сельскохозяйственных культур по определенному маршруту, в основном на территории района нахождения станции, захватывая территорию прикреплённых районов.

В настоящее время агрометеорологические наблюдения проводят 44 гидрометеорологических станций. На метеорологических станциях, переведённых в 3 разряд, сокращён объём агрометеорологических наблюдений до четырёх сельскохозяйственных культур, инструментальное определение

влажности почвы – до трех культур, против пяти-шести культур и трех- четырех культур по влажности почвы соответственно на метеорологических станциях 2 разряда. На полях, расположенных на больших расстояниях от метеорологических станций, по некоторым сельскохозяйственным культурам (многолетние травы, лен) предусмотрена возможность проведения агрометеорологических наблюдений два раза в декаду. Все это привело к сокращению агрометеорологической информации.

Существующая система наблюдений и сбора информации о состоянии сельскохозяйственных культур на уровне республики или её административных районов, не отвечает современным запросам основных потребителей по уровню полноты и оперативности получаемых данных. Достаточно сказать, что за зерновыми культурами, которые в Беларуси занимают примерно половину всей посевной площади, регулярные агрометеорологические наблюдения проводятся лишь на 1 % площади. В Белгидромете Республики Беларусь установлен программный комплекс, предназначенный для оперативной оценки состояния сельскохозяйственных культур с использованием спутниковой информации. Программный комплекс ориентирован на работу со спутниковыми данными, полученными с космического Аппарата Terra/Радиометр Modis, и предназначен для решения задач мониторинга состояния сельскохозяйственных культур и прогнозирования уровня урожайности зерновых культур по областям республики и по административным районам.

В 80-90-х гг. прошлого столетия для оценки состояния сельскохозяйственных культур в определенные периоды (осенью для проведения осеннего обследования озимых культур перед уходом их в зимовку, весной – после возобновления вегетации озимых и трав, летом - в периоды для оценки последствий от неблагоприятных погодных условий) использовались вертолеты с наблюдателями на борту. Это позволяло оперативно получать агрометеорологическую информацию на больших площадях, но требовало больших финансовых средств. Использование летательных беспилотных аппаратов, которые применяются в настоящее время для проведения различных видов аэровизуальных съемок, может стать перспективным направлением в агрометеорологии для получения агрометеорологической информации на больших площадях.

Гидрологические наблюдения производятся в целях сбора данных о состоянии рек, озер, водохранилищ, каналов, иных поверхностных водных объектов и болот, необходимых для:

- обеспечения потребителей гидрометеорологической информации сведениями об изменениях гидрологического режима поверхностных водных объектов;
- ведения государственного учета и мониторинга поверхностных вод;
- ведения государственного водного кадастра;
- расчета водных ресурсов и составления водохозяйственных балансов;
- изучения пространственно-временных закономерностей гидрологического режима поверхностных водных объектов;

- оценки влияния хозяйственной и иной деятельности на режим поверхностных водных объектов и водные ресурсы.

Задача обоснования принципов рационального размещения сети гидрологических наблюдений заключается в определении такой густоты пунктов наблюдений, которая, во-первых, была бы достаточной для получения достоверных и репрезентативных гидрологических характеристик и, во-вторых, не требовала бы открытия чрезмерного количества постов с большим персоналом и неоправданными затратами материальных ресурсов. Оптимальная структура системы наблюдений должна быть обоснована критериями экономической эффективности в отраслях экономики, использующих гидрологическую информацию. Вместе с тем необходимо, чтобы размещение сети отражало объективные закономерности режима вод. Именно эти принципы и следует принять в качестве критериев оптимального размещения гидрологической сети. Для получения достоверных и репрезентативных гидрологических характеристик необходимо оснащение существующей гидрологической сети современными приборами и оборудованием и современными системами связи для передачи оперативной информации.

Современные наблюдения за гидрологическим режимом рек и водоемов проводятся на 114 гидрологических постах (104 речных и 10 озерных), которые расположены на 84 реках, 10 водоемах республики и 2 болотных створах. Автоматизировано 4 поста, 32 оснащены самописцами уровня воды (на р. Сушанка пост Суша не работает с 2019 г.), 2 уровнемерами (УПЦО) (приложение 2).

В соответствии с рекомендациями ВМО количество гидрологических постов на территории Беларуси должно составлять 111 стоковых постов (из расчета 1 пост на 1875 км²). В настоящее время в Беларуси функционируют 104 стоковых постов (1 пост на 2043 км²).

Техническое оснащение специализированной сети в настоящее время также морально и физически устарело. Должна быть проведена широкая модернизация приборов и оборудования с учетом имеющихся современных приборов, способных работать в автоматическом режиме, сохранять и передавать информацию в цифровом виде.

Для решения задачи обеспечения функционирования и развития государственной сети гидрологических наблюдений в целях повышения качества информационного обеспечения необходимо:

- увеличение количественного состава пунктов государственной сети гидрологических наблюдений (с учетом рекомендаций ВМО);

- оснащение ее современными средствами наблюдений, приборами, аналитическим и вспомогательным оборудованием, надежными системами связи.

Развитие государственной сети должно осуществляться на основе долгосрочного плана оптимизации, разработанного в увязке со стратегическими приоритетами и сценариями социально-экономического и пространственного развития.

Проведенный анализ показал, что необходимо открытие и восстановление работы 9 стоковых постов.

Гидрологическую сеть следует развивать в районах наиболее интенсивного водохозяйственного строительства, где строятся и проектируются водохранилища (Вилейское, Немновское, Полоцкое и др.), где проводится интенсивная мелиорация земель (Припятский гидрологический район) и т.д. для оценки влияния хозяйственной и иной деятельности на режим поверхностных водных объектов и водные ресурсы.

Открытие постов для обеспечения потребителей гидрометеорологической информации сведениями об изменениях гидрологического режима поверхностных водных объектов в районах, где недостаточно гидрологических постов.

В районах, где недостаточно изучен гидрологический режим рек, особенно малых и средних (Западно-Двинский, Неманский и др.) для изучения пространственно-временных закономерностей гидрологического режима поверхностных водных объектов.

Сохранение реперных (длиннорядных) постов, которые необходимы для выполнения территориальных обобщений гидрологических характеристик и оценки многолетних изменений элементов гидрологического режима, в том числе в условиях изменения климата.

Техническое перевооружение должно состоять во внедрении, для измерения основных гидрологических характеристик – уровня и расхода воды, приборов и оборудования, основанных на новейших технических достижениях.

Техническое перевооружение и модернизация гидрологической сети предполагает:

- внедрение на сети автоматизированных гидрологических комплексов (АГК), оснащенных средствами связи, для измерения уровня воды;
- создание автоматизированных центров сбора и обработки данных;
- увеличение объемов наблюдений силами разъездных гидрологических бригад, обеспеченных специально оборудованным автотранспортом (мобильными гидрологическими лабораториями), включающими современные геодезические приборы, современные приборы для измерения расходов воды, плавсредства, приборы для отбора и обработки проб наносов.

Установка АГК в первую очередь должна проходить на постах, где возможно подтопление населенных пунктов, сельхозугодий, во время половодий и паводков (р. Ипуть – Добруш, р. Западная Двина – Верхнедвинск и т.д.).

Государственная сеть гидрометеорологических наблюдений страны входит в состав Глобальной системы наблюдений ВМО. Участие Беларуси в глобальной системе наблюдений заключается в обеспечении устойчивой работы наземной сети гидрометеорологических наблюдений, получении данных с ИСЗ и их обработке с целью обмена информацией и подготовки анализов погоды, прогнозов и предупреждений для соответствующих программ ВМО и программ по окружающей среде и других международных организаций.

В Беларуси 31 метеорологическая станция входит в Региональную синоптическую сеть VI региона ВМО (Европа), из них 10 метеорологических

станций (Верхнедвинск, Витебск, Минск, Могилев, Барановичи, Слуцк, Брест, Пинск, Мозырь, Гомель) включены в Региональную опорную синоптическую сеть (РОСС) и предоставляют данные необходимые центрам ГСОДП, одна метеорологическая станция (АС Василевичи) входит в Глобальную систему наблюдений за климатом ВМО. В Региональную опорную климатическую сеть (РОКС) ВМО входит 12 станций: Верхнедвинск, Витебск, Гродно, Минск, Могилев, Барановичи, Слуцк, Брест, Пинск, Мозырь, Василевичи, Гомель. Ежемесячно Гидромет по Глобальной системе телесвязи (ГСТ) по этим станциям передает в ГУ "Всероссийский научно-исследовательский институт гидрометеорологической информации - Мировой центр данных" (ГУ "ВНИИГМИ-МЦД") (г. Москва) сводку для международного обмена климатическими данными, содержащую месячные значения температуры воздуха, осадков, экстремальные значения метеорологических параметров за месяц, месячные нормы температуры воздуха, осадков.

Сводки с результатами синоптических наблюдений передают в международных кодах SYNOP (для станций на суше). Белгидромет является активным участником использования Глобальной системы телесвязи ВМО. До 2030 года предусматривается обеспечение такого уровня развития средств телекоммуникации с зарубежными странами, который не накладывал бы ограничений на объемы, форматы и время доставки гидрометеорологической информации.

1.3.4. Системы наблюдений по типам платформ и предъявляемые к ним требования

Системы наблюдений можно квалифицировать по типам платформ.

1. Наземная система наблюдений основывается на сети обсерваторий, станций и постов, расположенных на суше.

Одним из важнейших требований, которым должны удовлетворять результаты наземных наблюдений, является *репрезентативность*. Репрезентативными признаются наблюдения, в максимальной степени свободные от местных влияний, характеризующие общее состояние атмосферы в большом районе.

Удовлетворение требованию репрезентативности наблюдений достигается выбором местоположения станции (поста), соответствующего физико-географическим условиям окружающей местности.

Ряд наблюдений должен быть *однородным*. Однородный ряд - это ряд последовательных значений метеорологического элемента, полученных за достаточно длительное время, выполненных в данном пункте приборами одинаковой конструкции и точности, в одной и той же установке, и наблюдателями одинаковой квалификации; при этом обстановка, окружающая станцию, изменялась с течением времени не настолько существенно, чтобы это могло заметно повлиять на результаты наблюдений.

Следующее требование - *сравнимость* наблюдений. Это такое качество наблюдений, которое дает возможность сопоставлять результаты наблюдений на

разных станциях с уверенностью, что обнаруживаемые различия в значениях метеорологических элементов действительно отражают различия в состоянии атмосферы и происходят не от неточности приборов и случайных влияний. Сравнимость наблюдений обеспечивается репрезентативным положением станции, единством методов и средств наблюдений, которые регламентируются «Наставлениями гидрометеорологическим станциям и постам по производству метеорологических наблюдений и первичной обработки данных».

На всех основных станциях приземной сети обязательными являются наблюдения за такими метеоземлементами, как атмосферное давление, скорость и направление ветра, температура и влажность воздуха, температура поверхности почвы, состояние почвы, количество атмосферных осадков, высота снежного покрова, облачность, атмосферные явления, метеорологическая дальность видимости, опасные и особо опасные явления. Некоторые станции дополнительно наблюдают за температурой почвы на различных глубинах, продолжительностью солнечного сияния, гололедно-изморозевыми явлениями на проводах и др.

На всех основных метеорологических станциях стандартные наблюдения производятся в единые синхронные сроки - через 3 ч, начиная с 0 ч по среднему гринвичскому времени.

Последовательность производства наблюдений регламентируется ТКП 17.10-12-2009 (02120) «Охрана окружающей среды и природопользование. Гидрометеорология. Правила проведения приземных метеорологических наблюдений и работ на станциях». Так, температура воздуха измеряется за 6-10 мин до срока. Давление по барометру должно отсчитываться как можно ближе к 00 мин срока.

Актинометрические наблюдения проводятся в шесть сроков: 0 ч 30 мин, 6 ч 30 мин, 9 ч 30 мин, 12 ч 30 мин, 15 ч 30 мин, 18 ч 30 мин.

2. Надводная (морская, океаническая) система наблюдений обеспечивает измерения с кораблей, буев и других средств.

3. Подводная система включает батискафы и батисферы.

4. Воздушная (авиационная) система наблюдений осуществляется с самолетов, вертолетов, аэростатов, баллонов постоянного уровня, дрейфующих в атмосфере.

5. Космическая система наблюдений состоит из средств определения параметров окружающей среды, установленных на спутниках Земли, ракетах. Различают геостационарные спутники и спутники с приполярной орбитой. Геостационарные спутники запускают на орбиту, лежащую в плоскости экватора, и скорость вращения спутника синхронизируется со скоростью вращения Земли. Таким образом, геостационарный спутник может получать информацию с одной и той же территории Земли. Спутники с приполярной орбитой за сутки получают информацию со всех участков Земли дважды.

На основе современных космических технологий создана измерительная аппаратура, способная проводить измерения радиации с необходимой точностью и пространственным разрешением. Орбитальные характеристики метеорологических спутников Земли определяются требованиями

географического охвата и горизонтального разрешения, а также желаемой непрерывностью и внутренней согласованностью данных. Геосинхронные орбиты являются наилучшими тогда, когда требуется высокое горизонтальное разрешение над большими секторами в тропической зоне и умеренных широтах. Значительная удаленность от поверхности Земли метеорологического спутника, находящегося на геосинхронной орбите, создает трудности в выборе измерительных приборов, способных регистрировать уходящую радиацию малой интенсивности.

Геостационарные спутники занимают фиксированное географическое положение над земной поверхностью. Они проводят наблюдения каждые 20-30 мин. Это позволяет непрерывно наблюдать за определенными секторами земной атмосферы и подстилающей поверхности. Один геостационарный спутник обычно способен контролировать около 25 % поверхности Земли. Пространственное разрешение оперативных спутников варьирует от 1-5 км в видимом диапазоне до 5-8 км в инфракрасном диапазоне. Однако абсолютная точность спутниковых данных ниже, чем у большинства обычных наблюдений.

Спутниковые данные, распространяемые в коде SATOB, распределяют с помощью пяти геостационарных спутников:

- 1) GOES-W (США) в точке 135° з. д.;
- 2) GOES-E (США) в точке 75° з. д.;
- 3) Meteosat-7 (ЕВМЕТСАТ) в точке 0° ;
- 4) Meteosat-5 (ЕВМЕТСАТ) в точке 63° в. д.;
- 5) GMS (Япония) в точке 140° в. д.

Благодаря короткому интервалу времени между последовательными снимками геостационарные спутники дают ценную информацию для мониторинга и прогноза неблагоприятных и опасных гидрометеорологических явлений.

Наземная система наблюдений включает обсерватории, станции и посты наблюдений за состоянием природной среды. Как правило, они ведут наблюдения по согласованной методике с помощью аттестованных технических средств. Наиболее развитой системой наземных наблюдений является система гидрометеорологических наблюдений, координируемая ВМО. Эта система включает десятки тысяч обсерваторий, станций и постов, которые осуществляют наблюдения за состоянием воздушной и водной оболочек Земли, а также за температурным и влажностным режимами почв.

Подавляющий объем оперативной информации поставляется космической системой наблюдений. Однако эта система должна использоваться в сочетании с наземными наблюдениями.

Для развития наземного изучения природной среды применяют стационарные и экспедиционные исследования, в результате которых разрабатываются новые методики, приборы и оборудование для наземных измерений.

Стационарные исследования проводятся в заповедниках, стационарах и полигонах различных ведомств. Их преимущества - полнота и непрерывный характер, а недостаток - локальность и выборочность. Экспедиционные

исследования существенно расширяют рамки стационарных изменений, дают дополнительную информацию.

По способу измерений физической величины можно выделить *два класса*: прямое измерение прибором, находящимся непосредственно в точке измерения, и дистанционное зондирование.

Выделяются системы с автоматической регистрацией данных и «ручными контактными» наблюдениями по приборам. При автоматической регистрации данные сразу попадают на технический носитель, благодаря чему значительно улучшаются условия для автоматизации всего процесса обработки данных.

Проводятся также визуальные наблюдения, данные которых могут содержать значительные субъективные ошибки.

Различают *синхронные и асинхронные* наблюдения. Синхронные наблюдения проводятся в заранее заданные моменты времени, что облегчает обработку полученных данных и их анализ. Сведения асинхронных наблюдений обычно интерполируют на моменты синхронных наблюдений для облегчения их анализа. Космическая система спутников с приполярной орбитой пригодна только для асинхронных наблюдений.

Ближайшие задачи развития систем наблюдений:

- расширение автоматизации как средство развития систем получения данных без привлечения дополнительных кадров;
- проектирование простых (понятных) систем получения данных и хорошее их документирование для облегчения использования исторических данных.

1.4. СПОСОБЫ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ

Системы получения первичной метеорологической информации дают дискретные или, как, например, в случае спутниковых или радиолокационных наблюдений, непрерывные распределения во времени и пространстве значений многих характеристик атмосферы. Эти распределения, т. е. поля метеорологических величин и явлений, могут быть описаны различным образом: словесно, таблично, графически и аналитически.

Широкое применение при метеорологическом обеспечении некоторых видов экономической деятельности и населения находит *словесная форма*. Достоинством этой формы является понимание широким кругом потребителей ее содержания без какой-либо подготовки в области метеорологии. Это делает возможным ее распространение всеми средствами массовой информации. Обзоры погоды и прогнозы передаются по радио, телевидению, публикуются в центральных и местных газетах. В некоторых городах можно получить сведения о погоде и ее прогноз по телефону. Вместе с тем, такое словесное описание состояния атмосферы, как, например, «температура по району ночью +6-+11, днем +12-+17 градусов», «временами дождь» и т. п., не может служить исходным материалом для разработки прогноза погоды, получения климатических характеристик и т. д. В этом случае требуется более конкретная и обширная первичная информация по большому числу станций.

Такую информацию можно получить в первую очередь из сводок метеорологических и аэрологических наблюдений, которые являются примером *табличного* представления первичной метеорологической информации. Эти таблицы включают в себя систематизированный по району и времени наблюдения набор цифровых телеграмм, в которых в *закодированном* виде содержатся результаты метеорологических (аэрологических) наблюдений. Такие сводки удобны для передачи по радио, телеграфу и телефону, они устраняют «языковой барьер» при международном обмене метеорологической информацией, возникающий в случае словесного ее описания, делают доступным непосредственный ввод метеорологической информации с линий связи на электронный носитель. С другой стороны, не менее важно, что в сводках содержатся результаты непосредственных наблюдений, т. е. первичная информация о состоянии атмосферы, не подвергшаяся какой-либо обработке (осреднению, интерполяции, экстраполяции и т. п.). Поэтому такие сводки широко используются в оперативной практике и научных исследованиях, как основной материал для метеорологического обеспечения различных видов экономической деятельности, мониторинга атмосферы, для разработки и апробации новых методов прогноза и т. д. Сводки метеорологических данных, при условии переноса их на электронные носители, удобны для архивного хранения и дальнейшего использования. Однако при большом числе станций и большом количестве метеорологических величин, сведения о которых включаются в телеграммы, становится затруднительным, анализируя сводку, составить представление о структуре полей метеорологических величин над территорией, для которой эта сводка сформирована.

Более наглядным и удобным для синоптического анализа и прогноза является *графическое* представление первичной метеорологической информации в виде карт, графиков, диаграмм. Особенно широко распространено в службе погоды использование географических карт с нанесенными на них данными метеорологических наблюдений - *синоптических карт*. Такие карты составляются во многих метеорологических подразделениях или принимаются с помощью факсимильной аппаратуры из центральных метеорологических учреждений. Наряду с синоптическими картами в некоторых случаях при анализе трехмерной структуры атмосферы строят ее разрезы.

Для решения многих расчетных задач в метеорологии, при прогнозировании погоды по гидродинамическим моделям, при разработке статистических прогностических схем и их практическом использовании наиболее удобным является аналитическое описание полей метеорологических величин. Задача аналитического описания поля метеорологической величины сводится к нахождению аппроксимирующей функции пространственных координат, а иногда и времени, с необходимой точностью описывающей основные особенности структуры этого поля. В этих целях, а также при графическом описании полей метеорологических величин чаще всего используются следующие системы координат:

1. Прямоугольная. Оси OX и OY расположены в горизонтальной плоскости. Чаще всего ось OX направляют параллельно кругу широты с запада на восток, а ось OY - вдоль меридиана с юга на север. Ось OZ направлена вертикально вверх;
2. Географическая. В качестве горизонтальных координат используются широта места наблюдения φ и его долгота λ , вертикальной координатой является высота над уровнем моря;
3. Изобарическая. Отличается от прямоугольной тем, что в качестве вертикальной координаты используется значение атмосферного давления, а плоскость XOY является касательной к изобарической поверхности;
4. H -система. Отличается от прямоугольной тем, что в качестве вертикальной координаты используется геопотенциальная высота $H=gz$.

1.4.1. Табличные способы представления гидрометеорологической информации

С целью сокращения объема и ускорения передачи по линиям связи текст описания результатов метеорологических наблюдений кодируется. Телеграммы с такими закодированными, имеющими цифровой вид сообщениями поступают из каждого пункта измерений в радиометеорологические центры, где формируются сводки, которые распространяются по радио- или проводным каналам связи. Таким образом, синоптическая станция, производя одно наблюдение в установленный срок, имеет возможность через короткий промежуток времени получить первичную метеорологическую информацию за этот же срок наблюдения по многим окружающим ее синоптическим станциям.

Радиометеорологические центры передают сводки метеорологических наблюдений на наземной сети синоптических станций, опасных явлений погоды, результатов расчетов скоростей вертикальных движений, радиолокационных наблюдений, прогнозов погоды и т. д. Кодирование результатов наблюдений производится с помощью метеорологических кодов. Все основные коды являются международными, что делает возможным обмен метеорологической информацией между государствами без ее перекодирования. Для удобства пользования все коды, как международные, так и внутригосударственные, имеют условные обозначения. При кодировании достигается существенное (по сравнению со словесным сообщением) уплотнение информации. Насколько такое уплотнение значительно, показывает следующий пример.

В результате производства метеорологических наблюдений в установленный момент времени на синоптической станции получены погодные характеристики, которые в словесной форме выглядят следующим образом: облачность 10 баллов кучево-дождевая и разорванно-кучевая, высота нижней границы 200 м, умеренный ливневый дождь, в предыдущий срок наблюдения пасмурно, видимость 2,2 км, ветер юго-западный 11 м/с, температура $+19,7^{\circ}\text{C}$, атмосферное давление на уровне моря 1003,4 гПа, барометрическая тенденция — 1,3 гПа за 3 ч, равномерное падение, затем ровный ход, точка росы $+18,3^{\circ}\text{C}$.

В табличном (закодированном) виде эти результаты наблюдений представляются так:

41322 82211 10197 20183 40034 56013 78122 88900.

В данном случае число знаков в сообщении о погоде за счет использования кода уменьшилось почти в 8 раз. Примерно во столько же раз уменьшается время, необходимое для передачи такого сообщения по линиям связи.

В системе гидрометслужбы Беларуси для обработки сообщений с низовой сети применяется формат телеграфной сети общего пользования (ТГОП), который был разработан для стран бывшего Советского Союза. Сводки поступают в автоматизированные центры сбора для комплектования метеобюллетеней.

Такие сообщения должны оформляться по следующим правилам:

- текст сводки должен начинаться со специальной группы автоматического опознавания, состоящей из отличительной двухбуквенной комбинации "ЩЭ" и трехбуквенного указателя вида передаваемых данных (ГАО);

- при передаче сводки в конце текста необходимо указывать символ '—';

Принятые сообщения в формате "ЩЭГАО" преобразуются в стандартные сообщения формата ГМС или ВМО, заголовки таких сообщений определяются администратором системы в специальной таблице. После преобразования формата сообщения могут распределяться как обычные сообщения, либо направляться в базу данных для комплектования из них необходимых данному центру бюллетеней (таблица 5).

Таблица 5. - Указатели группы автоматического опознавания для передачи метеоданных в формате ТГОП с метеорологических станций и постов Республики Беларусь

Указатель группы автоматического опознавания (ГАО)	Описание типа данных	Сроки наблюдений
СМЮ	Основные синоптические сроки	00 06 12 18
СИД	Промежуточные синоптические сроки	03 09 15 21
СЯЯ	Синоптические ежечасные сроки (при проведении учений ГО, при возникновении ЧС)	01 02 04 05 07 08 10 11 13 14 16 17 19 20 22 23
ШТВ	Штормовые метеорологические данные	при наблюдении явления
ОТВ	Отмена штормовых метеорологических данных	при отмене штормового явления
РЕИ	Гидрологические данные	0500
СГЙ	Снегомерные данные	0600
АГЕ	Агрометеорологические ежедневные данные	0500
АЕЕ	Агрометеорологические оперативные данные	2200
АДД	Агрометеорологические декадные данные	2200
ВОФ	Гамма-фон	0600
КЛМ	Средние месячные климатические данные	

КЛД	Средние декадные климатические данные	
------------	---------------------------------------	--

Примеры сводок формата «ТГОП»

Синоптика за основные сроки:

ЩЭСМЮ 26955 32997 81001 11044 21083 39925 40105 8802/ 333 21057
43010 555 90010-

Синоптика за промежуточные сроки:

ЩЭСИД 26941 32960 71601 11032 21071 39866 40110 57016 87070 555
21032 7000/-

Синоптические ежечасные сроки (при проведении учений ГО, при возникновении ЧС)

ЩЭСЯЯ 26955 32997 81001 11044 21083 39925 40105 8802/ 333 21057
43010 555 90010-

Гидрологические данные

ЩЭРЕИ 79116 12081 10155 20000 400// 56401 82468-

Снегомерные данные

ЩЭСГЙ 26763 10030 10426 22311 31031-

Штормовые метеорологические данные

ЩЭШТВ 26832 10 02311 40 31410 86703-

Отмена штормовых метеорологических данных

ЩЭОТВ 26653 10 01061 40 32310-

Агрометеорологические декадные данные

ЩЭАДД 26955 10031 111 90101 11038 2004/ 3116/ 4116/ 50091 60090 714//
222 92455 10031 95011 13438 2///5 302// 92461 95/// 40354 56000 6009/-

Агрометеорологические оперативные данные

ЩЭАЕЕ 26955 10031 111 90101 11038 2004/ 3116/ 4116/ 50091 60090 714//
222 92455 10031 95011 13438 2///5 302// 92461 95/// 40354 56000 6009/-

Агрометеорологические ежедневные данные

ЩЭАГЕ 26955 10031 111 90101 11038 2004/ 3116/ 4116/ 50091 60090 714//
222 92455 10031 95011 13438 2///5 302// 92461 95/// 40354 56000 6009/-

Гамма-фон

ЩЭВОФ 26941 32960 71601 11032 21071 39866 40110 57016 87070 555
21032 7000/-

Средние месячные климатические данные

ЩЭКЛМ 26850 111 19843 20125 31048043 410291067 5041 60055510
7016023 9000001 222 06190 19888 20184 31058056 41021089 5037 6003409 7070
333 22519 31005 40100 62828 72800 9000009 4444 0001224 1113508 2004423
3117008 4013001 5111019 711806-

Средние декадные климатические данные

ЩЭКЛД 26850 111 19843 20125 31048043 410291067 5041 60055510
7016023 9000001 222 06190 19888 20184 31058056 41021089 5037 6003409 7070
333 22519 31005 40100 62828 72800 9000009 4444 0001224 1113508 2004423
3117008 4013001 5111019 711806-

1.4.2. Графические способы представления гидрометеорологической информации

Значение любой скалярной метеорологической величины в прямоугольной системе координат может быть представлено в виде функции пространственных координат и времени:

$$F = F(x, y, z, t). \quad (1)$$

Уравнение (1) описывает положение в четырехмерном пространстве семейства поверхностей $F = \text{const}$. Однако оно не может быть представлено графически. Поэтому рассматривают структуру поля F , полагая часть координат фиксированными. Например, рассматривая поле F в фиксированный момент (в какой-либо срок наблюдения), получим уравнение вида

$$F = F(x, y, z). \quad (2)$$

Уравнение (2) описывает структуру поля F в трехмерном пространстве. Такое семейство поверхностей $F = \text{const}$ можно представить в виде объемной модели. Подобные модели метеорологических полей иногда делают как наглядные пособия (рисунок 12).

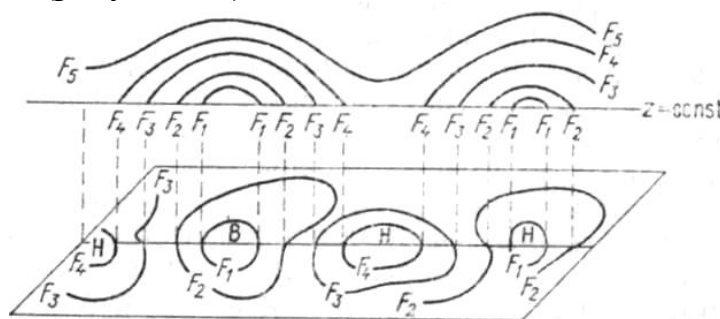


Рисунок - 12. Пример карты значений метеорологической величины F на высоте z .

Практически оказывается удобным анализировать поля метеорологических величин, фиксируя две координаты, т. е. строя разрезы полей какой-либо координатной плоскостью. Совокупность таких разрезов позволяет наглядно

представить основные особенности структуры поля метеорологической величины F во всей толще атмосферы, проследить его изменение во времени в том или ином районе или направлении.

Рассмотрим основные виды разрезов, которые строятся в системе координат x, y, z, t .

1. Разрез поля метеорологической величины F горизонтальной плоскостью, находящейся на высоте z , в фиксированный момент времени. Такой разрез представляет собой систему изолиний $F = \text{const}$ показывающих распределение величины F на некоторой горизонтальной плоскости $z = \text{const}$ при $t = \text{const}$. Система таких изолиний описывается уравнением

$$F = F(x, y). \quad (3)$$

Так как в синоптической практике такая система изолиний наносится на бланк географической карты, то соответствующий разрез называют *картой значений метеорологической величины F на высоте z* . Эта система изолиний образуется как следы пересечения поверхностей $F = \text{const}$ с плоскостью $z = \text{const}$ (рисунок 11).

Чтобы описать трехмерное поле F , нужно построить такие карты для нескольких поверхностей $z = \text{const}$. В настоящее время карта значений метеорологической величины F на высоте z составляется только для описания распределения давления воздуха на уровне моря, т. е. для высоты $z = 0$. На эту же карту по определенной схеме вокруг каждой синоптической станции наносятся условными знаками значения всех других метеорологических величин и атмосферных явлений, которые наблюдатель фиксирует в данный момент времени, находясь у поверхности Земли. Такие карты называют *приземными картами погоды* (рисунок 13).

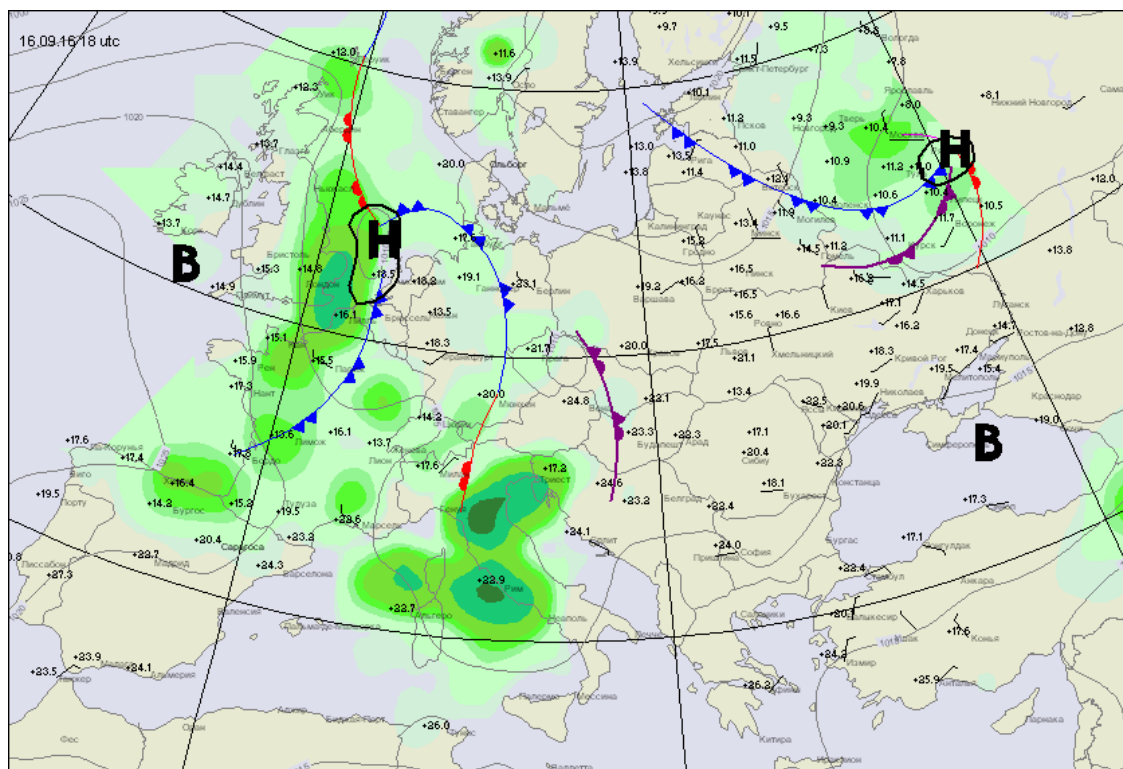


Рисунок 13. - Пример приземной синоптической карты погоды

Для описания полей метеорологических величин на высотах используются карты, построенные по другому принципу, о чем будет сказано ниже.

По данным наблюдений за основные сроки строятся приземные карты погоды, охватывающие большую территорию, позволяющую одновременно видеть атмосферные процессы на расстояниях протяженностью в несколько тысяч километров. Такие карты служат основой для прогнозов погоды на 24-36 ч. и называются *основными*. Для разработки прогнозов на более значительные временные интервалы используются карты еще большего территориального охвата, вплоть до полушария.

По наблюдениям в дополнительные сроки составляются приземные карты погоды меньшего территориального охвата (дополнительные карты). Такие карты служат для уточнения развития атмосферных процессов в районах, близких к месту расположения метеорологического подразделения. Они применяются для прогноза на несколько часов вперед, но полезны и при разработке прогнозов на сутки. Впервые такие карты были введены для метеорологического обеспечения авиации. Сведения о погоде для составления этих карт собираются с территории некоторого «кольца» метеорологических станций, окружающих аэродром, и потому такие карты называются *кольцевыми картами*, или *кольцовками*.

Основные карты, применяемые для работы во внетропических широтах, строятся на географической основе, выполненной в стереографической полярной проекции с масштабом на параллели 60° , равным 1: 15 000 000 (1 см на карте соответствует 150 км на местности) или 1: 20 000 000 (1 см на карте соответствует 200 км на местности).

Бланки кольцевых карт также построены в стереографической полярной проекции с масштабом на параллели 60° , равным 1: 5 000 000 или 2 500 000.

Объем табличного материала (сводки), который можно использовать при составлении приземных карт погоды, зависит от размера территории и плотности сети синоптических станций. Чем больше территория и плотнее сеть станций, тем более детально можно описать погодные условия у поверхности Земли. Однако для определенной территории количество станций, наблюдения которых можно использовать, будет зависеть также от масштаба карты.

Дело заключается в том, что данные наблюдений даже при самом аккуратном нанесении занимают участок карты не менее 1 см^2 . Практически нанести на карту данные станций, удаленных друг от друга на бланке карты на расстояние менее 1,5 см, не удастся. Такое расстояние на карте в зависимости от ее масштаба будет соответствовать разным расстояниям на местности (по А. В. Садовникову и Н. С. Баштан):

Масштаб карты

1: $2,5 \cdot 10^6$ 1: $5 \cdot 10^6$ 1: 10^7 1: $2 \cdot 10^7$ 1: $3 \cdot 10^7$ 1: $6 \cdot 10^7$

Расстояние

на местности, км

37,5 75 150 300 450 900

Как видно из приведенных данных, чем мельче масштаб карты, тем более редкую сеть синоптических станций можно использовать. Таким образом, при анализе приземной карты погоды с масштабом 1: $1,5 \cdot 10^7$ практически можно иметь данные со станций, расположенных друг от друга на расстоянии не менее 200-250 км. По этой же причине кольцевые карты, предназначенные для более детального анализа погодных условий, имеют более крупный масштаб.

На основных и кольцевых картах проводятся линии равных значений давления на уровне моря (изобары) и линии равных барических тенденций (изаллобары). Выделяются зоны с наиболее важными погодными условиями.

Наряду с основными и кольцевыми картами погоды по данным наземной сети синоптических станций строятся некоторые вспомогательные карты. Примером таких карт могут быть карты опасных и стихийных гидрометеорологических явлений погоды (туманы, грозы, гололед и т. д.), карты экстремальных значений температуры, осадков, снежного покрова и состояния почвы и другие карты.

2. Пространственный вертикальный разрез представляет собой систему изолиний $F = \text{const}$, описывающую распределение значений метеорологической величины F на вертикальной плоскости- xz или yz в фиксированный момент времени. Система изолиний $F = \text{const}$ на пространственном вертикальном разрезе описывается уравнением

$$F = F(s, z), \quad (4)$$

где s – любое горизонтальное направление. Она представляет собой следы пересечения поверхностей $F = \text{const}$ с вертикальной плоскостью sz (рисунок 14).

В практике работы метеорологических подразделений пространственные вертикальные разрезы строятся только тогда, когда необходимо детально проанализировать вертикальную структуру полей метеорологических величин вдоль некоторого направления, например, вдоль траектории полета летательного аппарата.

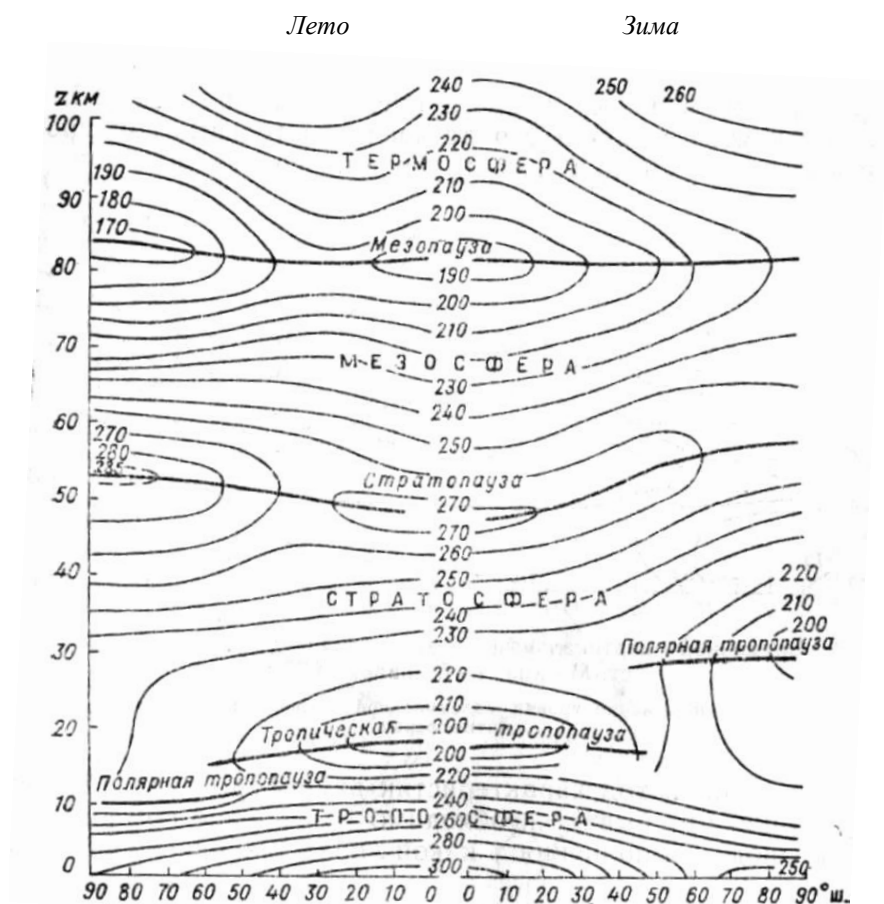


Рисунок 14. - Пространственный вертикальный разрез поля средней температуры атмосферы. По В. Р. Дубенцову.

При этом на одну плоскость могут наноситься разрезы полей нескольких метеорологических величин.

Если на пространственном вертикальном разрезе необходимо отразить структуру поля (полей) метеорологической величины (метеорологических величин) в момент пролета летательного аппарата, то составляют пространственно-временные вертикальные разрезы. В этом случае горизонтальную координату заменяют другой L , являющейся функцией времени полета. Обычно эта функция представляется линейной зависимостью

$$L = vt,$$

где v – средняя скорость полета, t – время, прошедшее с момента вылета.

3. Временной вертикальный разрез представляет собой систему изолиний $F = \text{const}$ на плоскости zt , описываемую уравнением

$$F = F(z, t). \quad (5)$$

Пример временного разреза представлен на рисунке 15. Такие разрезы строятся по данным ряда последовательных зондирований атмосферы или разведки погоды. Они позволяют наглядно представить временной ход характеристик атмосферы в районе пункта зондирования, что бывает необходимо при оценке погодных условий в период выполнения какой-либо народнохозяйственной задачи.

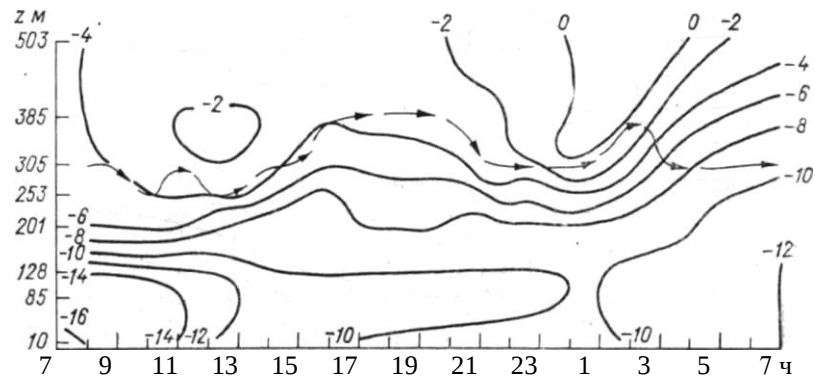


Рисунок 15. - Временной вертикальный разрез поля температуры по данным ст. Москва. 4 - 5 января 1977 г.

Стрелками показано положение уровня максимальной скорости ветра в пограничном слое.

4. Горизонтальный профиль распределения метеорологической величины. В тех случаях, когда нужно графически представить распределение какой-либо метеорологической величины вдоль определенного направления, например на высоте полета или вдоль наземной трассы, строят горизонтальные профили.

Уравнение горизонтального профиля имеет следующий вид:

$$F = F(s). \quad (6)$$

Пример горизонтального профиля приведен на рисунке 16.

Горизонтальные профили, как и пространственные вертикальные разрезы, можно строить в системе координат, где в качестве горизонтальной координаты s применяется координата $L = vt$. Тогда на разрезе будет показано значение метеорологической величины в момент прохода через соответствующую точку движущегося объекта (рисунок 16).

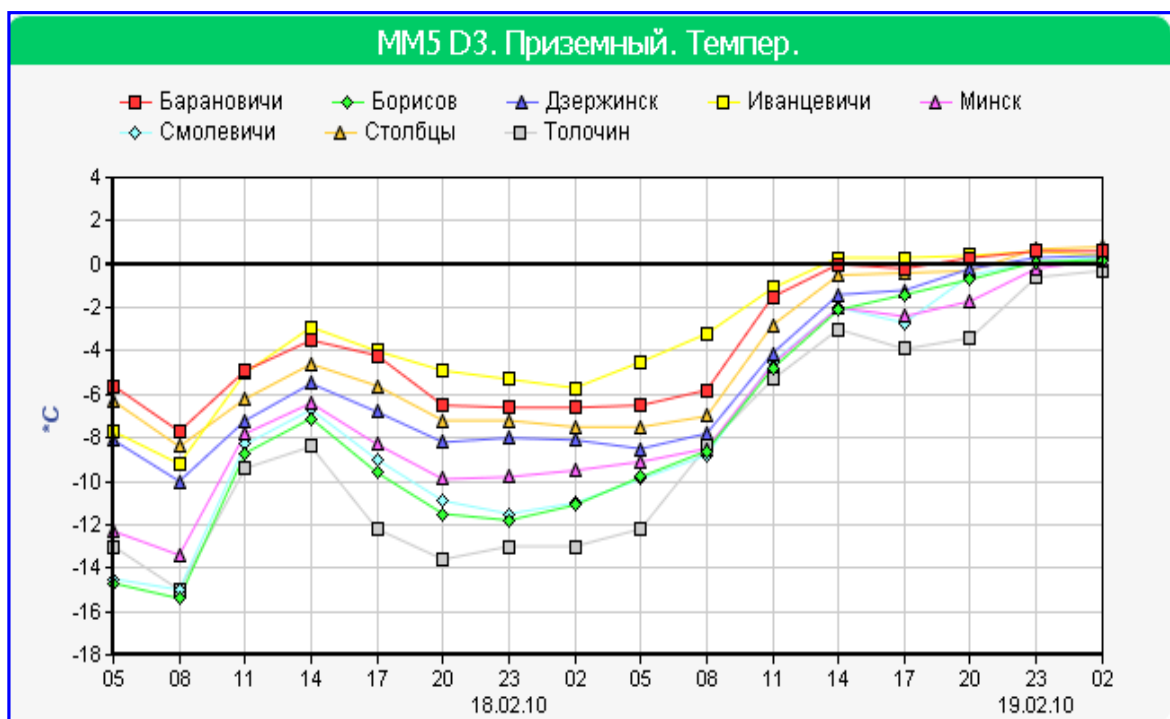


Рисунок 16. - Температура воздуха по городам, расположенным вдоль автодороги Брест – Минск – граница РФ

5. Вертикальный профиль представляет собой график распределения значений метеорологической величины F по высоте над фиксированным пунктом в конкретное время. Уравнение вертикального профиля имеет следующий вид:

$$F = F(z). \quad (7)$$

Пример вертикального профиля представлен на рисунке 16. Вертикальные профили строятся довольно часто, однако для целей синоптической интерпретации метеорологической информации нередко вместо вертикальной координаты используют ее эквиваленты, например давление, геопотенциальную высоту (рисунок 17).

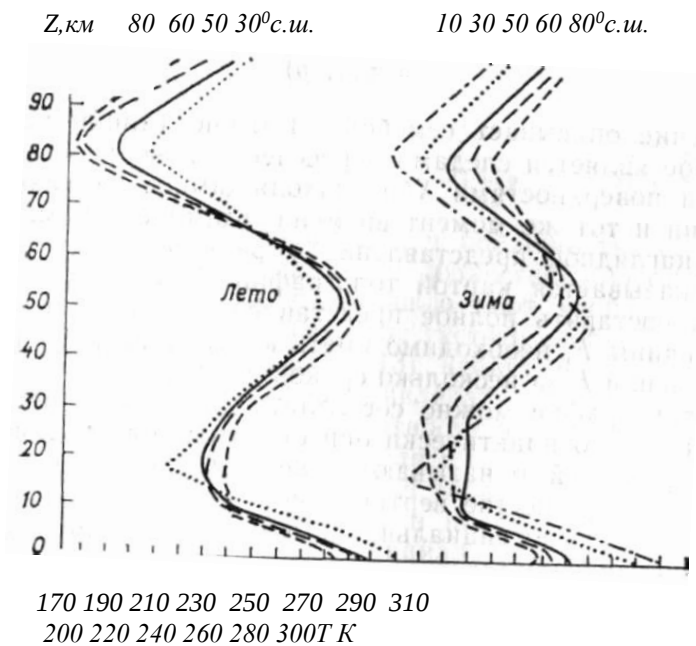


Рисунок 17.- Вертикальные профили температуры воздуха, осредненной по широтным кругам. По В. Р. Дубенцову

6. График временного хода описывает изменение во времени некоторой метеорологической величины F в точке измерения. Его уравнение имеет следующий вид:

$$F = F(t). \quad (8)$$

Примерами таких графиков являются результаты записей на лентах барографа и других самописцев.

Уравнение (1) может быть разрешено относительно координаты z . Тогда его можно записать, как

$$z = z(x, y, F, t). \quad (9)$$

Уравнение (9) в отличие от (1) описывает в четырехмерном пространстве семейство плоскостей $z = \text{const}$, как функцию горизонтальных координат x и y , метеорологической величины F и времени t . Для графического представления поля метеорологической величины F полагают фиксированными какие-либо две или три координаты. Таким образом, получают разрезы поверхностей равных высот z координатными плоскостями.

Одним из основных видов таких разрезов является *карта топографии поверхности равных значений метеорологической величины F* . Ее можно построить, если зафиксировать координаты F и t , т. е. рассматривать некоторую поверхность равных значений F в фиксированный момент времени. Тогда уравнение (9) будет иметь следующий вид:

$$z = z(x, y). \quad (10)$$

Это уравнение описывает семейство изогипс (линий равных высот), которое является следами пересечения поверхности $F = \text{const}$ различными поверхностями XOY , находящимися на разных высотах z в один и тот же момент времени. Карта с такими изолиниями дает наглядное представление о рельефе поверхности $F = \text{const}$ и называется картой топографии этой поверхности. Для того чтобы составить полное представление о поле метеорологической величины F , необходимо иметь карты топографии для различных значений F за несколько сроков наблюдения.

Карты топографии можно составлять для любых метеорологических величин, но практически они строятся только для изобарических поверхностей и называются *картами барической топографии* (рисунке 18-19). При этом в качестве вертикальной координаты используется не линейная, а геопотенциальная высота H . Тогда уравнение (10) нужно записать так:

$$H = H(x, y). \quad (11)$$

Рациональность такой замены определяется практическими затруднениями использования карт распределения давления на фиксированных высотах, построенными в системе координат x, y, z, t (по аналогии с картами давления на уровне моря, рассмотренными ранее).

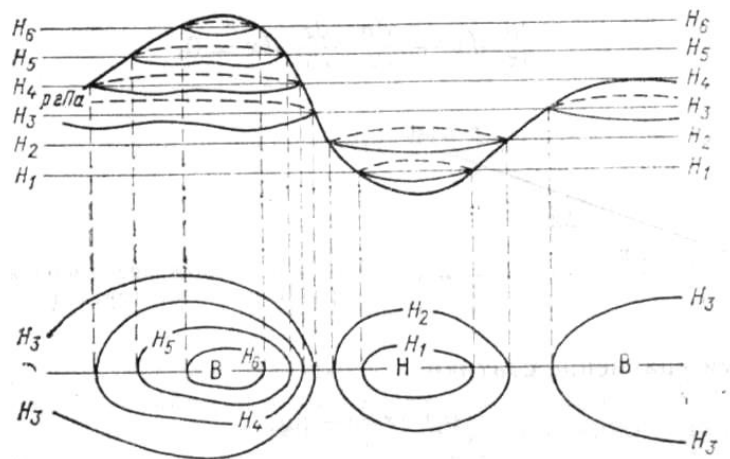


Рисунок 18.- Пример карты абсолютной топографии поверхности

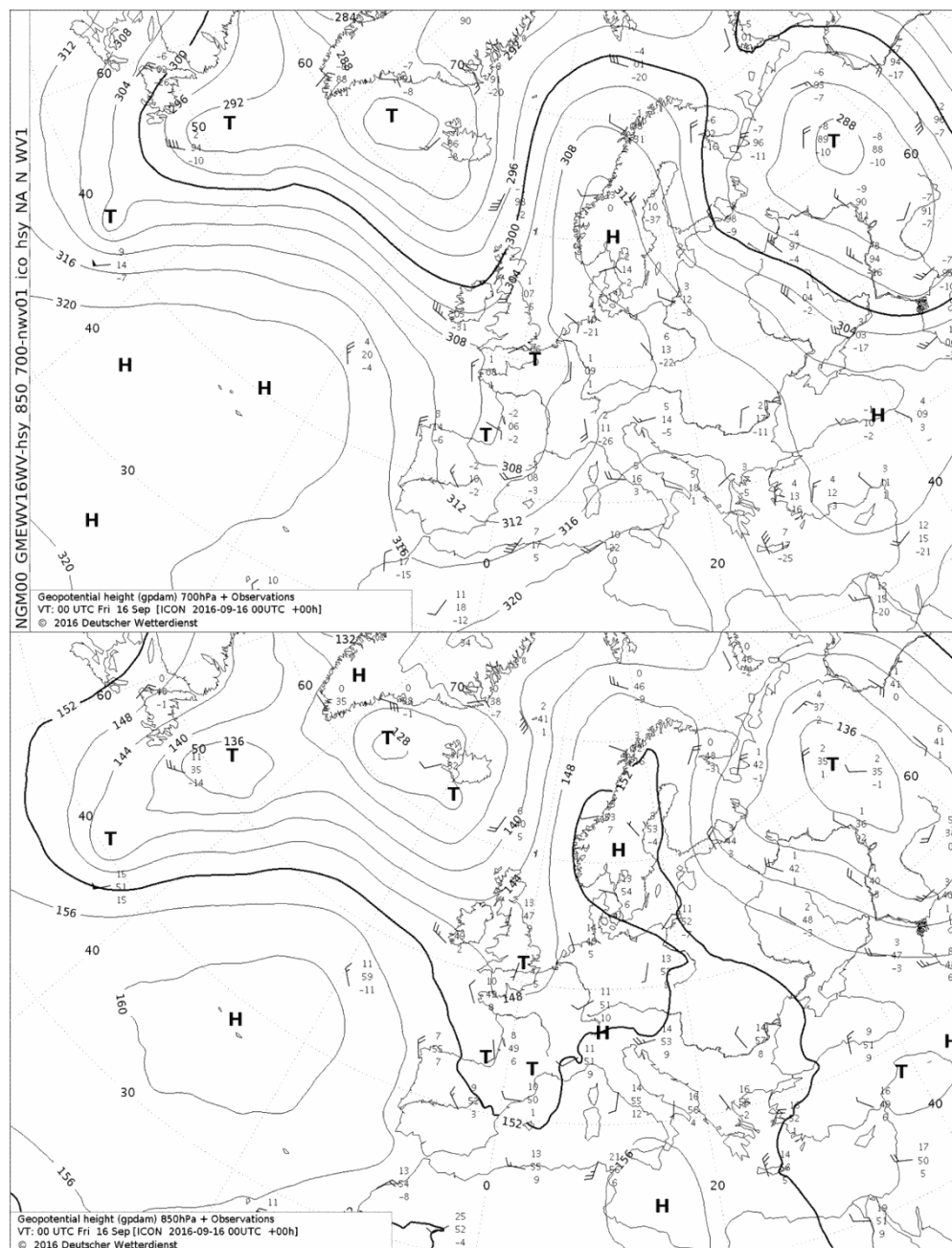


Рисунок 19. - Спаренные синоптические карты абсолютной топографии АТ 850-АТ 700

В настоящее время для составления синоптических карт широко применяются численные методы прогнозирования погоды: UKMET, WRF, GFS, GEM (рисунке 20).

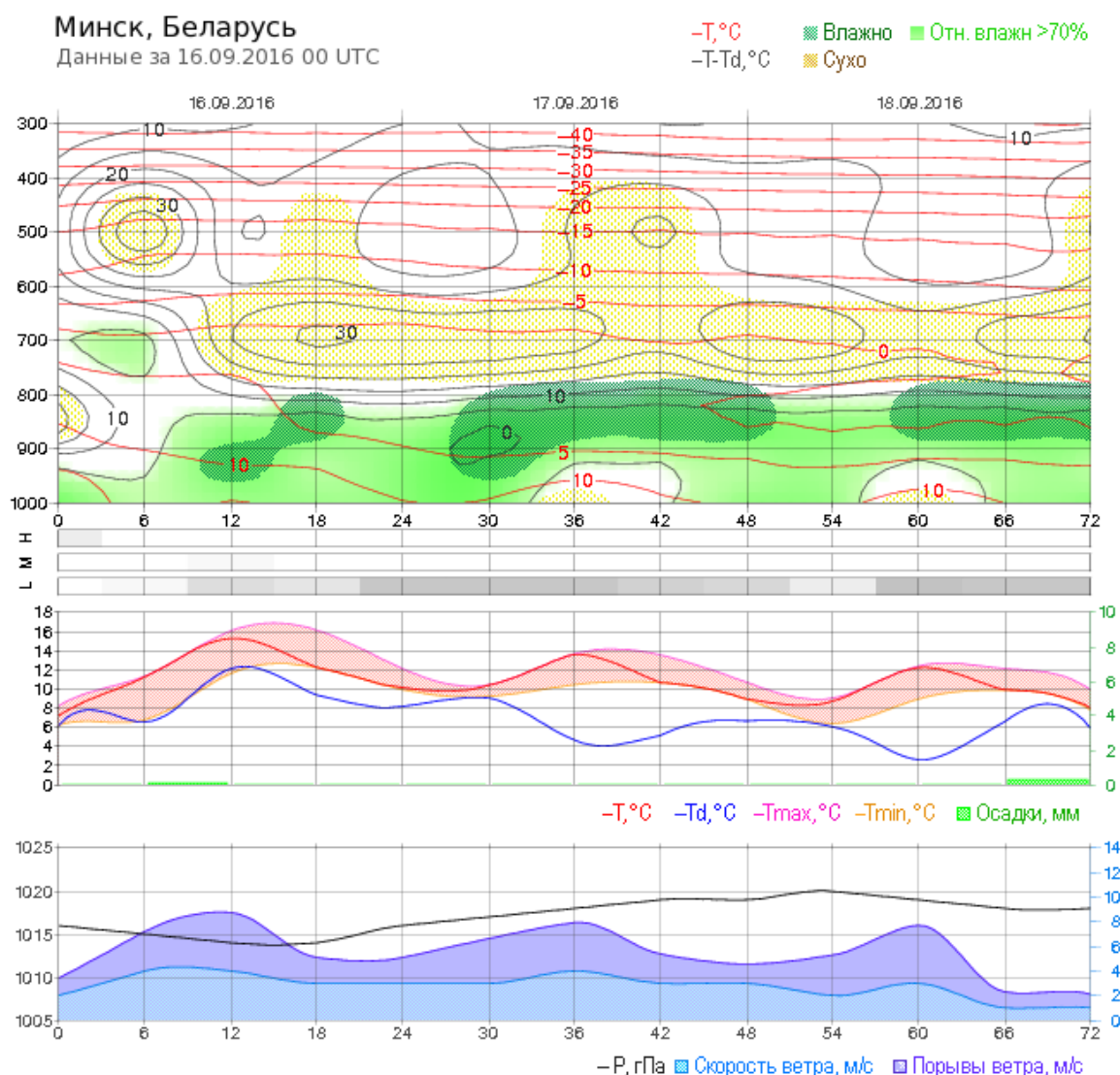


Рисунок 20. - График прогноза метеорологических элементов в приземном слое и на стандартных изобарических поверхностях. Заблаговременность прогноза 72 часа (Данные численной модели UKMET)

1.5. ОБРАБОТКА ДАННЫХ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ. АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ КОНТРОЛЬ ИНФОРМАЦИИ В ЦЕНТРАХ ОБРАБОТКИ

1.5.1. Общая схема автоматизированного контроля данных наблюдений

Данные гидрометеорологических наблюдений от момента своего возникновения до выдачи в виде прогнозов или справочников проходят большой путь, на отдельных отрезках которого производят различные преобразования информации. Основные этапы прохождения информации: регистрация наблюдений, занесение на технические носители, передача в центры обработки, преобразование, контроль, обработка, вывод результатов на хранение и для использования. На каждом из этих этапов в информацию могут проникать

различные ошибки. Причина их - неисправности и сбои используемой аппаратуры, каналов связи, неверные действия оператора и т. д.

В процессе практического использования технических носителей для обработки гидрометеорологических данных удалось установить, что эти ошибки достигают больших значений. При обычных (ручных) методах работы специалист такую ошибку сразу же заметит, так как она сильно искажает естественный ход того или иного элемента во времени или пространстве. Техническое средство само по себе такими способностями не обладает. В связи с этим разрабатываются и используются автоматические методы контроля качества исходных данных.

Широко известным является деление ошибок на две группы: систематические и случайные. *Систематическими ошибками* считаются те, которые обычно появляются в информации регулярно и связаны с неисправностью прибора или неверным с ним обращением оператора. *Случайные ошибки* бывают не всегда. Их проявление обусловлено лишь чисто случайными факторами. Большие случайные ошибки называются еще грубыми промахами. Эти ошибки могут сильно исказить естественный ход элемента и поэтому их легче обнаружить.

С позиций достоверности гидрометеорологическая информация делится на три группы: достоверная, сомнительная и ошибочная.

К достоверной информации относят те результаты наблюдений, правильность которых не вызывает сомнений в том смысле, что они хорошо согласуются с представлением опытного специалиста о характере наблюдаемого процесса или явления. Например, в Беларуси информация о температуре воздуха зимой, равной -20°C , обычно не вызывает сомнений и может считаться достоверной.

Сомнительной информацией считается та, которая хотя и возможна, но слабо согласуется с известными представлениями о ней (например, с ходом этой величины во времени или пространстве). Такие значения при более тщательном анализе могут оказаться как достоверными, так и ошибочными.

Ошибочной информацией называется та, в которой тем или иным методом обнаружены ошибки. Эти ошибки иногда бывают такими большими, что ошибочность значений уже не вызывает сомнения.

До использования современных технических средств в обработке информации практически не существовало четких численных (числовых) критериев отнесения наблюдаемого гидрометеорологического элемента к той или иной из трех групп. Разработка методов автоматического контроля потребовала определения таких критериев, без которых не может быть реализована ни одна программа контроля.

Назовем системой контроля технологию поиска и исправления ошибок информации. В зависимости от степени автоматизации этой технологии система может быть автоматической или автоматизированной. *Автоматической* называется такая система, в которой осуществляются все операции по поиску и исправлению ошибок. В *автоматизированной системе* контроля некоторая часть информации контролируется дополнительно специалистом, который

принимает окончательное решение о необходимости и возможности исправления того или иного значения. На техническое средство в этом случае возлагается задача лишь отыскания сомнительных элементов информации. Существующие в настоящее время системы контроля результатов гидрометеорологических наблюдений являются в основном автоматизированными.

Общая технологическая схема автоматизированного контроля гидрометеорологической информации при ее обработке на современных технических носителях следующая. Результаты наблюдений вводятся в компьютер и раскодируются. Затем каждый элемент сообщения проверяется по тем или иным правилам. При этом контролируемое значение относится к одной из трех указанных выше групп по характеру достоверности. В соответствии с отнесением данных наблюдений к той или иной группе им присваивается некоторый кодовый признак достоверности. Этот признак обычно записывается в определенных разрядах ячейки. Чаще всего используются три двоичных разряда, запись в которых может осуществляться, например, по такой системе: 0 - значение достоверное, 1 - значение сомнительное, 2 - значение ошибочное.

Далее над достоверной информацией осуществляются все необходимые вычисления. Ошибочная информация в некоторых случаях может быть автоматически восстановлена, например по данным наблюдений соседних пунктов или по данным наблюдений одного пункта в смежные сроки. Тогда дальнейшие операции с этим элементом проводятся, как и с обычной достоверной информацией.

Над сомнительными данными иногда производят и другие операции по контролю на основе привлечения некоторых дополнительных сведений (если это возможно). Если в результате таких действий сомнительное значение удастся отнести к достоверным или ошибочным данным, то над ним проводятся соответствующие этим группам операции. Если все же такое решение не будет принято, то сомнительное значение выводится на печать с уведомлением о наиболее вероятном характере ошибки. Если же весь массив информации при наличии в нем ошибок или сомнительной информации не может быть далее подвергнут обработке, то он выводится в специальный файл. Информация, отнесенная к достоверной и прошедшая полную обработку по заданной программе, записывается в другой файл.

Сведения об ошибках, напечатанные в виде специальной таблицы, анализируются специалистом, в результате чего составляется ведомость на исправление ошибок. Этот анализ и исправление информации могут осуществлять в центрах обработки, если количество ошибок невелико, или в пунктах наблюдений, когда количество их значительно или характер их таков, что требует привлечения дополнительных исходных данных, хранящихся в этих пунктах.

Данные из ведомости вводятся в компьютер, а затем исправленные значения объединяются с основным массивом. Дальнейшие действия над таким объединенным массивом осуществляются по общей схеме, т. е. производится

повторный контроль. Эти циклы могут повторяться несколько раз для получения достоверной информации.

Описанная схема используется для контроля в основном режимной гидрометеорологической информации. Для отдельных видов этой информации общая схема иногда несколько видоизменяется. Что касается оперативных данных, то здесь следует учесть уменьшение возможностей для исправления ошибочных данных путем повторного запроса достоверных данных из пунктов наблюдений, так как весь цикл обработки информации осуществляется в течение всего лишь нескольких часов. Здесь, как правило, ошибочная информация просто бракуется и исключается из дальнейшей обработки.

Службой телекоммуникаций проводится ежедневный круглосуточный контроль и анализ поступления оперативной гидрометинформации. Сводки, которые поступили с ошибками, анализируются и по ним отправляются замечания. Оперативная смена СТиОГМИ контроль сводок по кодам наблюдений не производит. Сводки, согласно кодам, анализируются в отделах специалистами Гидромета. Если оперативной смене сообщили о некорректных данных в сводке по коду, то сотрудники смены сразу же перезапрашивают данные.

Все виды замечаний можно подразделить на две категории (рисунке 21):

- по передаче данных (нарушение формата и контрольных сроков).
- кодовые ошибки.

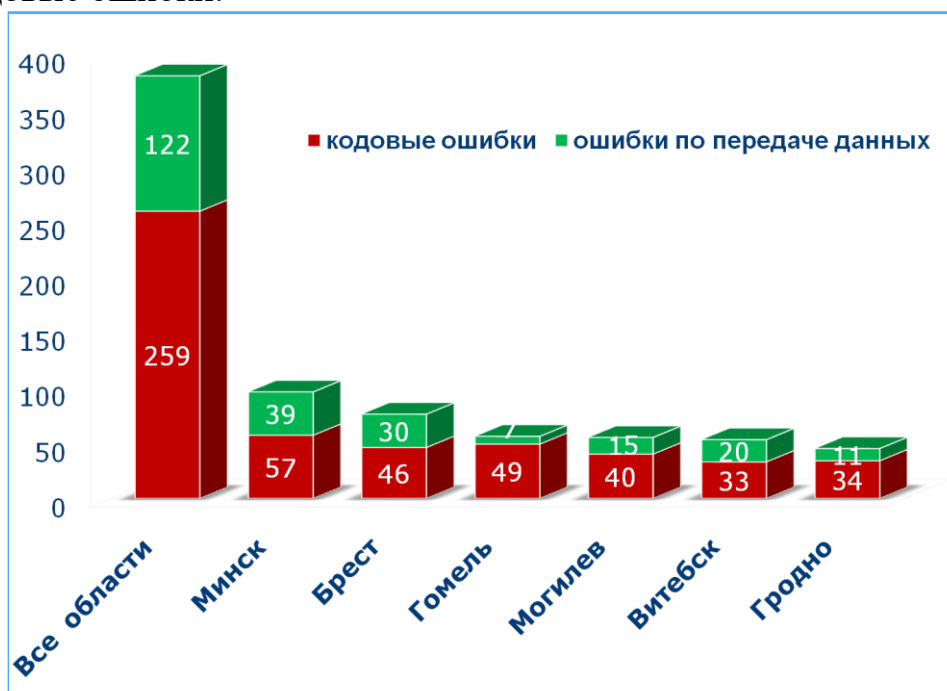


Рисунок 21. - Виды замечаний по сводкам, поступающим в оперативный отдел

Наиболее часто повторяющиеся ошибки в сводках, которые контролирует оперативная смена СТиОГМИ:

Замечания по передаче сводок:

- сводка поступила с опозданием после контрольного срока;
- поступление или исправление сводки дано после запроса Минска.

Ошибки при составлении и передаче сводок:

- сводка поступила с искажением: неверно указан индекс станции;
- при оформлении сводок станции часто путают синоптические сроки (основной и промежуточный);

- в сводке имеется искажение - в группе 4 либо 6 цифр.

Ошибки при составлении сводок шторм (отмена) в коде WAREP:

- в сводке шторм (отмена) WAREP имеется искажение в группе дата:

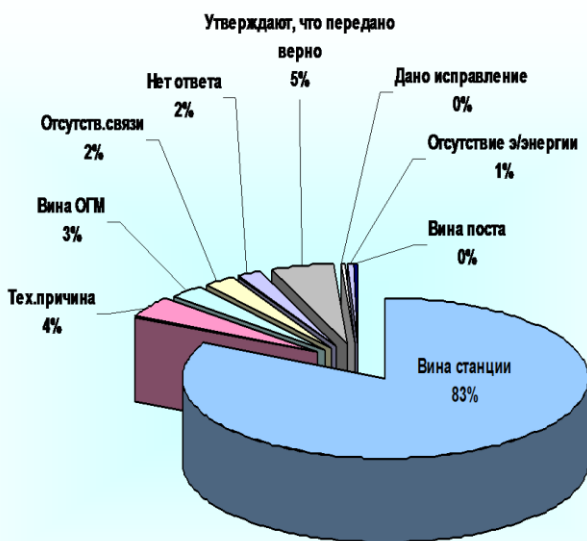
а) пропущена группа дата;

б) в группе дата одна цифра (должно быть две);

в) дата указана неверно.

- в сводке шторм WAREP имеется искажение в группе время начала (окончания) явления - группа указана неверно.

Ответы на замечания должны поступить в СТиОГМИ в течение 5-ти дней после получения запроса. В основном все станции и ОГМ отвечают вовремя, но иногда приходится посылать запросы повторно. Результаты анализа ответов на замечания с итоговыми справками предоставляются в соответствующие отделы Гидромета для оценки работы сети станций и постов и устранения ошибок 10-го числа текущего месяца (рисунке 22).



Соотношение ответов на замечания по передаче всех видов г/м информации по станциям всех областей за 2012 год

Рисунок 22. - Соотношение ответов на замечания по передаче всех видов гидрометеорологической информации по станциям

1.5.2. Алгоритмы и методы контроля информации

В гидрометеорологии разработано и внедрено в практику множество методов контроля как оперативной, так и режимной информации. Все методы

можно объединить в две группы: синтаксический контроль и логический контроль. Одновременно эти группы являются и двумя этапами контроля. На первом этапе выявления ошибок используются синтаксические методы контроля, на втором - логические.

Первая группа методов контроля существует для проверки структуры (синтаксиса) построения сообщения. Каждое сообщение строится по строго определенным правилам (схемам), которые и берутся за основу методов синтаксического контроля. Синтаксический контроль обычно осуществляется в ЭВМ одновременно с раскодированием информации. В числе алгоритмов, по которым проводится проверка, используются:

- проверка каждого символа сообщения и исключение запрещенных комбинаций элементов. Например, форматом представления некоторых видов гидрометеорологических данных предусматривается использовать только цифровые символы кода; наличие букв в таком случае будет указывать на ошибку в сообщении;

- проверка наличия тех элементов, которые должны быть в сообщении в обязательном порядке. Это относится, например, к призрачной части сообщения;

- проверка знака числа у тех элементов наблюдения, для которых этот знак строго определен. Например, дата и срок наблюдений, видимость, давление и другие элементы должны быть всегда положительными величинами;

- контроль формата представления величины (количество разрядов символов, занятых тем или иным элементом сообщения, не должно превышать определенного числа). Такой алгоритм используется в тех случаях, если длина групп в сообщении не является величиной постоянной;

- анализ точности записи числа путем проверки положения запятой в значениях, перфорация которых осуществляется в естественном виде (т. е. со знаком запятой);

- анализ сочетаний отдельных элементов или групп сообщения. Например, если общее количество облачности равно нулю, то должны быть равны нулю значения облачности верхнего и среднего ярусов;

- проверка правильности общего построения сообщения: общего количества групп, наличия признаков начала и конца в сообщении и т. п.

Здесь перечислены лишь некоторые алгоритмы синтаксического контроля гидрометеорологической информации.

Уже на этапе синтаксического контроля могут быть выявлены отдельные случайные ошибки или грубые промахи. Однако после этого этапа контроля часть ошибок в информации может еще сохраниться. По этой причине наряду с методами синтаксического контроля используются методы логического контроля. В основу последних положены различные закономерности изменения того или иного элемента наблюдений во времени или пространстве, взаимосвязи отдельных элементов и их комплексов.

Одним из приемов, который используется для контроля, является установление для каждого элемента некоторых экстремальных (максимальных и минимальных) границ его изменения. Эти границы могут устанавливаться по

известным физическим представлениям или по результатам многолетних наблюдений.

Для таких элементов, как температура воздуха, пределы изменений устанавливаются по фактическим наблюдениям. Например, если за длительный период работы метеорологической станции температура воздуха не была ниже $-45\text{ }^{\circ}\text{C}$ и не поднималась выше $+35\text{ }^{\circ}\text{C}$, то эти значения могут быть приняты в качестве предельных (пределов) при контроле текущей информации.

В общем случае алгоритм контроля величины любого элемента (X_i) на пределы может быть представлен следующим выражением:

$$X_{\min} \leq X_i \leq X_{\max}$$

где $X_{\min}$, $X_{\max}$ - минимальный и максимальный пределы для данной величины.

Эти пределы задаются в программах контроля информации в виде констант (постоянных значений). Такие константы могут задаваться одинаковыми для всех пунктов наблюдения и для всех месяцев или сезонов года, но можно задавать их и более точно, выбирая для каждого месяца или сезона, а также для каждого пункта свое значение. В таком случае количество констант в программе увеличивается и несколько усложняется программа контроля, так как каждый раз в наборе констант необходимо отыскивать нужное значение, соответствующее данному месяцу и конкретному посту.

Алгоритм контроля на пределы нашел широкое применение при анализе результатов гидрометеорологических наблюдений. Он может использоваться при контроле как оперативной, так и режимной информации. Метод контроля на пределы по своему характеру близок к синтаксическому контролю и является первым этапом логического контроля.

Алгоритмы логического контроля оперативной информации строятся в основном на сравнении между собой значений элементов, наблюдаемых одновременно во многих соседних пунктах. Сюда относятся так называемые методы объективного анализа. На данном этапе проверяется согласованность наблюдений соседних станций. Этот прием называется «горизонтальным контролем» в отличие от «вертикального контроля», при котором используется аэрологическая информация только одного пункта наблюдения. В качестве одного из основных алгоритмов при этом применяется метод оптимальной интерполяции. Методика горизонтального контроля основывается на следующем.

С помощью метода оптимальной интерполяции по данным о значении элемента на окружающих станциях вычисляют значение его на проверяемой станции. Затем находят разность $\Delta X = X_p - X_n$ между рассчитанным (X_p) и наблюдаемым (X_n) значениями элемента. Если разность окажется большой, то можно высказать предположение о наличии ошибки в исходной информации данной станции. Допустимое значение разности определяется экспериментальным путем по результатам предыдущих наблюдений и закладывается в программу контроля. При оптимальной интерполяции значение элемента в контролируемой точке (принимая его за неизвестное) вычисляется сразу по нескольким соседним станциям, показания которых берутся с

некоторыми весовыми коэффициентами, устанавливаемыми на основе многолетних данных. Эти коэффициенты выбираются таким образом, чтобы средняя квадратическая ошибка интерполяции была минимальной.

Наличие значительных расхождений между вычисленным и наблюдаемым значениями элемента в точке еще не указывает на местоположение ошибки, которая может находиться как в данных контролируемой станции, так и в показаниях соседних станций. Для определения ее местоположения из расчета последовательно исключают каждую из окружающих точек. Если в результате такого исключения разность становится допустимой, можно предположить, что ошибочны данные как раз этой точки из окружения. Если же при последовательном исключении всех точек разность не уменьшилась до требуемого значения, информация контролируемой станции предполагается ошибочной и подлежит исправлению. Исправление осуществляется путем замены ошибочного значения на значение элемента, вычисленное методом оптимальной интерполяции. В этом большое преимущество данного метода перед теми, которые не позволяют автоматически исправить ошибочное значение.

Описанный выше алгоритм позволяет довольно легко обнаружить одиночные станции с ошибочными данными наблюдений. Однако если грубые ошибки содержатся одновременно в данных наблюдений на нескольких станциях, расположенных близко друг от друга, то в отыскивании ошибок возникают определенные трудности. В этом случае ошибочные значения, используемые одновременно в обработке, могут взаимно уменьшать разность между вычисленным и наблюдаемым значениями контролируемого элемента и тем самым делают невозможным их поиск. Поэтому в гидрометеорологии прибегают к повторному горизонтальному контролю, а также к предварительному устранению грубых ошибок с помощью так называемого «вертикального контроля».

Методы вертикального контроля наиболее применимы для тех видов информации, которые включают в себя набор сведений об одних и тех же элементах за несколько сроков наблюдений или по нескольким высотам (уровням) в одной и той же точке (станции). К таким видам относится, например, аэрологическая информация, структура сообщения которой содержит сведения о температуре, давлении, влажности воздуха и других характеристиках на различных высотах от поверхности земли в пункте наблюдения. Другим примером информации, пригодной для вертикального контроля, являются все виды режимных данных, так как они включают большое количество сведений об одних и тех же элементах (от срока к сроку) в пункте наблюдения.

При вертикальном контроле, как и при других видах контроля, используются проверки на соответствие контролируемой величины различного рода физическим представлениям. Например, при контроле аэрологических данных некоторые из элементов сообщения (геопотенциал изобарических поверхностей и температура воздуха) должны соответствовать уравнению статики (статический контроль). При этом учитывается изменение температуры

воздуха с высотой. В ряде случаев статический контроль позволяет не только обнаружить, но и исправить ошибочные данные или восполнить отсутствующие.

При контроле согласованности данных по высоте (или по глубине, если речь идет об океанологической и гидрологической информации) можно обнаруживать случайные ошибки разных типов, а именно ошибки в наблюдениях, расчете некоторых элементов, кодировании и передаче данных. Ошибки, связанные с неисправностью измерительной аппаратуры или с неправильным снятием показаний приборов, таким путем непосредственно не обнаруживаются, так как при них в данных не возникает несоответствия между значениями элемента на различных высотах (глубинах). Подобные ошибки могут быть выявлены лишь с помощью приемов горизонтального контроля, в том числе и путем объективного анализа гидрометеорологических полей.

Другим примером метода вертикального контроля служит проверка согласованности данных по срокам наблюдений. Последовательность операций здесь примерно та же, что и при проверке согласованности данных по высоте (глубине). Согласно этому алгоритму, анализируется значение элемента в пункте наблюдений от срока к сроку. При этом анализ может осуществляться несколькими способами, из которых наиболее распространенным является интерполяционный.

При *интерполяционном способе* проверки согласованности наблюдений от срока к сроку каждое из них последовательно исключается из ряда и восстанавливается путем интерполяции между наблюдениями в смежные сроки. После такого восстановления будем иметь за один и тот же срок два значения элемента — наблюденное (X_n) и вычисленное (X_v). Далее определяется разность между этими двумя значениями:

$$\Delta X = X_n - X_v$$

по величине которой можно судить о достоверности контролируемого элемента наблюдения (X_n). Суждение о достоверности, сомнительности или ошибочности наблюдения принимается по схеме:

если $|\Delta x| \leq c_1$, то x_n - достоверное значение;

если $c_1 \leq |\Delta x| \leq c_2$, то x_n - сомнительное значение;

если $|\Delta x| \geq c_2$, то x_n - ошибочное значение.

Здесь c_1 - некоторая числовая константа, за которую при достоверных значениях x_n не должно выходить абсолютное значение Δx ; c_2 - другая константа, выход за которую абсолютного значения Δx происходит только в тех случаях, когда значение x_n явно ошибочно. Очевидно, что если величина Δx попадает в диапазон между c_1 и c_2 , то соответствующее ей контролируемое значение x_n должно быть отнесено к разряду сомнительных, так как абсолютное значение Δx , с одной стороны, уже слишком велико, чтобы значение x_n могло быть безусловно принято за достоверное, но, с другой стороны, оно еще недостаточно велико, чтобы контролируемое значение можно было отнести к разряду ошибочных. Для значений x_n , отнесенных к сомнительным, применяются дополнительные приемы анализа в целях отнесения их либо к достоверным, либо к ошибочным. Эти приемы основаны, как правило, на использовании некоторой дополнительной информации данного или других сообщений.

Если сомнительное значение удалось отнести к разряду достоверных, то далее над ним осуществляются все необходимые вычислительные операции. Если значение признано ошибочным, оно может быть автоматически исправлено машиной. Чем меньше абсолютная разность между наблюдаемым и соответствующим ему вычисленным (восстановленным) значением, тем больше вероятность того, что значение контролируемого элемента является достоверным.

Константы c_1 и c_2 заблаговременно вводятся в компьютер и непосредственно включаются в состав машинных программ. Следует, однако, сказать, что при определении численного значения величин c_1 и c_2 для каждого конкретного элемента гидрометеорологических наблюдений встречаются серьезные трудности. Действительно, если назначить c_1 и c_2 слишком малыми, то очень большое количество наблюдений будет относиться машиной к сомнительным или ошибочным. При этом возникает необходимость ручного дополнительного анализа или даже исключения (бракования) правильных данных.

Некоторое распространение в программах автоматизированного контроля гидрометеорологической информации получили так называемые статистические методы. Суть их заключается в том, что результаты наблюдений за определенный промежуток времени (например, за месяц) рассматриваются как случайный стационарный ряд, к которому применимы определенные статистические законы. Эти законы устанавливают определенные соотношения между значениями элементов числового ряда и частотой их появления. Статистические методы позволяют отыскивать лишь грубые промахи. Недостатком этих методов является то, что они не позволяют исправить ошибочное значение. Для исправления ошибки приходится пользоваться другими методами.

Систематические ошибки, которые обычно не достигают больших значений, практически невозможно контролировать описанными выше способами. Контроль таких ошибок основан на том свойстве, что их влияние сказывается тем больше, чем за более длительный период времени анализируется информация. Проникая в данные каждого наблюдения с одним и тем же знаком, ошибки суммируются при суммировании наблюдаемых значений. Такое суммирование, как известно, производится при подсчете средних значений (за месяц, год). Именно эти средние значения и подвергаются дополнительному контролю на предмет выявления систематических ошибок. При этом используются методы горизонтального контроля. Средние значения контролируемой станции сравниваются с такими же данными той из соседних станций, по которой в предыдущие годы существовала устойчивая связь.

Большинство алгоритмов контроля дает положительный результат лишь в том случае, если количество ошибок в информации невелико и если они имеют случайный характер. Однако и в этом случае часть ошибок в информации не будет обнаружена. К ним относятся ошибки, которые находятся в пределах естественных колебаний элемента. Для получения лучших результатов в

автоматизированном контроле обычно используют сочетание описанных выше методов.

1.5.3. Защита информации

Сложность процесса обнаружения и исправления ошибок при автоматизированной обработке информации и дороговизна этой процедуры вынуждают искать приемы и методы защиты информации от потерь и искажений. Эти методы различны на разных этапах движения, преобразования (переработки) и хранения информации. Первым этапом обработки гидрометеорологической информации является кодирование наблюдений. Если это кодирование осуществляется автоматически (на автоматических устройствах наблюдения), то задача обеспечения надежности данных решается путем содержания в исправности наблюдательных устройств и их периодической и квалифицированной проверкой.

Если наблюдения осуществляются вручную, то, прежде всего, необходимо обеспечить правильное обращение наблюдателя с приборами, выполнение им положений соответствующих инструкций, точную и четкую регистрацию результатов наблюдений в книжках и журналах. Далее необходимо строго соблюдать правила кодирования информации и ее перенесения на машинные носители. На этом этапе многое зависит от организации работ на станциях (постах), от структуры используемых кодов и четкости инструкций. Коды должны быть максимально простыми и удобными для перфорации данных непосредственных наблюдений.

В практике используется так называемое помехоустойчивое кодирование. Сущность его заключается в том, что в сообщение или в отдельные его части вводится некоторая дополнительная (избыточная) информация по определенным правилам или условиям. При обработке информации осуществляется проверка этих условий. Если ошибки не появились, то все условия будут выполняться и полученная информация считается достоверной.

Для повышения надежности защиты информации приходится увеличивать избыточность сообщения.

В процессе обработки наблюдений производится так называемое контрольное суммирование информации по группам ячеек памяти. Полученные суммы хранятся на технических носителях вместе с основной информацией. При последующем вводе этой информации в компьютер для целей различных расчетов в первую очередь осуществляется повторное контрольное суммирование данных и сравнение контрольных сумм с суммами, полученными на первом этапе обработки до записи данных во внешнюю память. Совпадение контрольных сумм говорит о том, что информация не была искажена в процессе хранения. При несовпадении контрольных цифр и обнаружении ошибок в данных их приходится исправлять, что существенно увеличивает затраты труда и уменьшает эффективность работы всей системы автоматизированной обработки гидрометеорологических наблюдений.

Одним из способов введения избыточности в информацию является учащенная регистрация гидрометеорологических наблюдений. Этот способ особенно эффективно используется в автоматических приборах.

В некоторых случаях, когда в максимальной степени требуется обеспечить достоверность данных, прибегают к прямому дублированию их на машинных носителях.

1.5.4. Задачи обработки и особенности систем обработки гидрометеорологических данных

Обработкой информации называется процесс ее преобразования с целью получить определенные результаты.

Обработка данных от момента получения до момента выдачи выходной продукции потребителю проходит ряд технологических этапов:

- получение данных в результате измерений (наблюдений) в пунктах наблюдений;
- подготовка данных для обработки на технических носителях;
- первичная обработка в целях формирования фонда данных длительного хранения;
- длительное хранение данных;
- обработка данных длительного хранения.

В ходе этого процесса данные группируются, контролируются, переносятся с одного носителя на другой, подвергаются перестройке структуры и т. д.

Данные, полученные после завершения этапа обработки, называются данными соответствующего уровня. С каждым уровнем связываются две подсистемы: подсистема формирования данных этого уровня (этапы технологического процесса) и подсистема обслуживания потребителей на основе этого уровня.

Обслуживание может вестись с различной степенью автоматизации в зависимости от уровня данных. Неавтоматизированное обслуживание ведется в основном за счет первичных данных наблюдений, не переданных в архив, а также за счет информации, хранящейся в виде листовых материалов и справочников.

Автоматизированное обслуживание предполагает представление информации в более разнообразных формах: технический носитель информации, графический материал, передача таблиц по каналам связи.

Многие системы обработки гидрометданных имеют фиксированный ритм функционирования, определяемый расписанием работы систем наблюдений и каналов передачи данных, расписанием подготовки выходной продукции (обработанных данных, прогнозов, справочных пособий).

Системы, участвующие в подготовке прогностической информации, составляют *оперативную* гидрометеорологическую систему, а системы, обеспечивающие накопление данных для хранения и подготовки справочных материалов о гидрометеорологическом режиме, - *режимную* гидрометеорологическую систему.

В числе задач режимной гидрометеорологической системы имеется обработка с фиксированным ритмом поступающих порций данных и нерегулярная обработка уже накопленных данных.

Определяющим при этом становится условие обеспечения заданной производительности системы, так как вся обработка очередной порции данных должна быть завершена по получении следующей порции.

1.5.5. Обработка оперативной гидрометеорологической информации

Основной задачей *оперативной* гидрометеорологической системы является выпуск следующей продукции.

1. Прогноз погоды, гидрологического режима и других связанных с ним явлений.

2. Информация о текущем состоянии погоды и гидрометеорологического режима.

Основное требование, которое должно быть выполнено при проектировании и разработке таких систем, - это скорость получения выходной продукции. С этой целью задается время отсечения, т. е. время, в течение которого после очередного срока наблюдений осуществляются сбор и накопление информации.

Таким образом, чтобы обеспечить своевременность поступления информации, в жертву приносится полнота, а часто в определенной мере и качество собираемых комплектов данных.

Выходная продукция систем оперативной обработки: таблицы, графики, карты, алфавитно-цифровые сообщения в каналах связи.

Автоматизированная обработка оперативной гидрометеорологической информации включает несколько этапов: ввод с канала связи и запоминание на техническом носителе исходной (первичной) информации, декодирование и опознание сообщений, контроль и исправление данных, вычисление прогнозируемых величин, выдача результатов расчета, архивация. Иногда этапы работ, предшествующие непосредственно вычислению прогнозируемых величин, объединяют под общим названием «первичная обработка».

Вторичная обработка данных включает в себя расчеты фактических и будущих значений метеоэлементов в узлах регулярной сетки или других обобщенных характеристик метеорологических полей. Важнейшим этапом обработки оперативной информации является формирование полученных результатов для включения их в так называемую информационно-поисковую систему, основное назначение которой состоит в обмене информацией с другими центрами или в выдаче ее для последующего анализа специалистом.

В настоящее время сбор и распространение оперативной гидрометеорологической информации осуществляется в соответствии с регламентом ВМО.

Сводки, принимаемые с каналов связи, содержат данные наблюдений или иную гидрометеорологическую информацию (например, данные различных прогнозов, штормовые предупреждения и др.). Каждый вид сводок имеет

определенную структуру и код. Вид сводки обычно указывается в ее заголовке либо с помощью специальных названий, либо специальными индексами.

В сводках различаются следующие части: символы начала связи; заголовки сводки; текст сводки; символы окончания сводки.

Поступающие на вход технического носителя закодированные гидрометеорологические данные сортируются по видам наблюдений. Далее информация переводится в машинный код. На этом же этапе выявляются, анализируются и исправляются некоторые погрешности поступившей информации. Такими погрешностями бывают слияние двух соседних групп, разделение группы на две части и т. д. При этом используются приемы синтаксического контроля. Информация, переведенная в машинный код и частично исправленная, комплектуется компактно и записывается на внешнюю память компьютера.

В ходе дальнейшей обработки сообщений восстанавливаются наблюдавшиеся значения метеозаписей по их кодовым значениям. Телеграммы конкретного вида данных в общем потоке информации обнаруживают по отличительным группам заголовка.

Одним из существенных элементов системы обработки оперативной гидрометеорологической информации является так называемый словарь или каталог пунктов наблюдений. В простейшем случае *словарь* - это хранимый в памяти машины список условных номеров (индексов) пунктов наблюдений. Наряду с этими номерами словарь может включать и другую информацию о станции, необходимую для обработки данных. Сюда относятся географические координаты пункта наблюдения, высота его над уровнем моря, сведения о единицах измерения различных гидрометеорологических элементов. В словарь включаются также дополнительные сведения, касающиеся последующей обработки: тип информации данного пункта, порядок дальнейшей обработки (в частности, использовать ли данные по этой станции при анализе карты того или иного масштаба или в иных видах обработки), место во внешней памяти, куда следует после обработки записать исходную информацию, и др.

После поиска и декодирования телеграмм одного вида наблюдений осуществляется автоматизированный контроль по алгоритмам, описанным ниже. На этом заканчивается первичная обработка оперативной информации. Информацию, полученную в результате этой обработки, можно использовать для различных целей. Однако в ряде случаев требуется дальнейшая обработка, а полученные данные оказываются лишь промежуточными результатами в сложном комплексе расчетов.

На следующем этапе решаются такие основные задачи, как: 1) подготовка исходных данных для численного прогноза; 2) построение карт гидрометеорологических элементов; 3) преобразование информации к виду, удобному для длительного хранения, в целях использования ее для получения различных справочных сведений.

При численном прогнозе исходными материалами служат не данные наблюдений неравномерно расположенной сети станций, а данные в точках («узлах») правильной («регулярной») сетки. Такая сетка может быть, например,

прямоугольной, треугольной, географической (узлы совпадают с пересечениями меридианов и параллелей) и др. Следовательно, необходимым этапом подготовки данных для численного прогноза является расчет значений гидрометеорологических элементов в узлах регулярной сетки по данным наблюдений на станциях. Наряду с использованием для целей численного прогноза значения гидрометеорологических элементов в узлах регулярной сетки могут служить для вычисления диагностических полей различных расчетных элементов (вихря скорости, вертикальной компоненты скорости и т. п.). Процесс определения значений гидрометеорологического элемента в узлах регулярной сетки получил название объективного численного анализа.

Следующий этап машинной обработки информации - построение карт гидрометеорологических элементов (например, карт барической топографии, карт приземного давления и др.). Важным этапом подготовки таких карт является расчет положения изолиний элементов (изогипс, изобар, изотерм и т. п.).

Исходная информация после обработки преобразуется к виду, удобному для длительного хранения, в целях использования ее для получения различных справочных сведений и режимной обработки. В процессе преобразования информация уплотняется и записывается на технические носители.

Блок-схема автоматизированной обработки оперативной гидрометеорологической информации представлена на рисунке 23.

1.5.6. Обработка режимной гидрометеорологической информации

Обработка в целях создания фонда гидрометеорологических данных для обслуживания потребителей должна обеспечить накопление комплектов гидрометеорологических данных, прошедших более строгий контроль качества. При этом принимаются специальные меры для получения наиболее полных комплектов данных путем организации перезапроса сомнительных или не поступивших данных.



Рисунок 23. - Блок-схема автоматизированной обработки оперативной гидрометеорологической информации

Выходная продукция этих систем: массивы гидрометеорологических данных на технических носителях для длительного хранения, ежемесячники, ежегодники, которые содержат как данные первичных наблюдений, так и обобщения за месяц или год и справочные материалы спецприменения (еженедельные, ежедекадные, ежемесячные обобщения для организаций). Особенности этих систем следующие:

- большие возможности применения типовых программ из-за меньших требований к эффективности;
- при организации контроля данных большее участие человека в технологии обработки;
- большой объем массивов, участвующих в обработке (большее время отсечения, междустанционный контроль, межэлементный контроль, возможность временного контроля).

Режимную обработку гидрометеорологических данных с фиксированным ритмом иногда называют первичной обработкой по аналогии с соответствующим этапом в обработке данных автоматизированных систем управления (АСУ).

Основные задачи первичной обработки: контроль достоверности и полноты данных, преобразование данных к виду, удобному для дальнейшего использования; получение агрегированной информации (обобщение за декаду, месяц или по группе объектов, заданной территории); сбор сведений о функционировании системы первичной обработки.

Массивы гидрометеорологических данных на технических носителях для длительного хранения предназначены для многоцелевого использования. Поэтому к их организации предъявляются разнообразные, часто противоречивые требования, обычно по комплектации и способу упорядочения.

В системах режимной обработки имеются большие возможности контроля данных, чем в системах оперативной обработки. Можно использовать для контроля данных и сведения более поздних наблюдений, можно привлекать данные других систем обработки и перезапрашивать данные.

Обработка режимной гидрометеорологической информации осуществляется на основе регламентирующего документа: «Временные методические указания по машинной обработке и контролю данных гидрометеорологических наблюдений» (ВМУ). Он включает правила кодирования данных, порядок их сбора, методы контроля, обработки и хранения информации (рисунке 24).

Технология обработки включает несколько этапов: ввод и запоминание исходной информации на техническом носителе, раскодирование, контроль данных и исправление ошибок, вычисление различных характеристик гидрометеорологического режима, выдачу результатов расчета, комплектование информации для хранения. Как можно заметить, здесь присутствуют многие из этапов, которые были названы в описании технологии обработки оперативной информации. Однако содержание таких совпадающих этапов иногда сильно различается.

Обработке информации предшествуют некоторые предварительные операции, которые заключаются в получении в центре обработки подготовленных к вводу в компьютер данных.

Первым этапом автоматизированной обработки информации является ввод исходных данных в компьютер.

Одновременно с результатами наблюдений в оперативную память вводятся так называемые паспортные данные по каждому пункту, которые до начала обработки хранятся на отдельном техническом носителе. В состав паспортных данных (паспорта) входят обычно следующие сведения: географические координаты пункта, его название и название объекта, над которым осуществляются наблюдения, параметры контроля в виде набора предельных значений элемента или значений параметров эмпирических формул, используемых для контрольных расчетов, и т. п.



Рисунок 24. - Блок-схема первого этапа обработки режимной информации

Как и при обработке оперативной информации, вначале происходит раскодирование поступивших сведений и приведение их к определенному «машинному» виду. В процессе раскодирования компьютер переводит в машинную форму все символы, которые заносились в соответствующем коде. Цифровые символы переводятся в десятичные цифры, буквенные символы используются в качестве определенных признаков информации.

После раскодирования исходной информации и перевода ее в машинные коды осуществляется логический контроль данных, методы которого уже описывались.

В итоге контроля и обработки данных по всем пунктам составляется ведомость ошибок, которая является важным документом для последующей работы с информацией.

Общая продолжительность цикла обработки месячного массива режимной гидрометеорологической информации - 2-2,5 месяца.

В программы обработки различных видов режимной информации включаются алгоритмы вычислений общепринятых характеристик. К ним относится прежде всего вычисление среднего значения элемента за сутки. В ряде программ предусматриваются перевод различных показаний приборов (физических величин) в значения элемента, перевод их из одних единиц измерения в другие, вычисление производных характеристик и т. п.

По средним суточным значениям элемента вычисляют средние декадные и средние месячные значения. Далее для большинства элементов

гидрометеорологических наблюдений из ряда выбирают максимальные и минимальные значения. Одновременно с поиском максимальных и минимальных значений того или иного гидрометеорологического элемента определяют даты, к которым относятся эти найденные значения.

В процессе дальнейшей обработки данных некоторых видов наблюдений вычисляются другие статистические характеристики. Сюда относятся прежде всего подсчет числа случаев того или иного явления и превышения определенных числовых пределов, а также распределение значений элемента по градациям. В ряде программ обработки предусматриваются вычисление средних квадратических отклонений ряда, расчет автокорреляционных и спектральных функций, проведение дисперсионного анализа и т. п. Однако для большинства видов режимной гидрометеорологической информации эти расчеты производятся лишь для более длительных интервалов времени (больше месяца).

Некоторые из программ обработки режимной гидрометеорологической информации имеют дополнительные блоки для обработки данных, считываемых с лент самописцев. Эти данные обычно дополняют основную информацию и получаются в результате обработки лент, производимой на станциях вручную или с помощью полуавтоматизированных считывающих устройств.

Обработанная информация движется далее по двум направлениям. Во-первых, результаты обработки выводятся на печать через принтер и представляются в виде разного рода таблиц. Одновременно обработанная информация записывается во внешнюю память технического носителя для накопления за более длительные промежутки времени. Таблицы, содержащие результаты первичной обработки месячных массивов информации, печатаются в нескольких экземплярах, часть которых из центров обработки направляют на станции и в обсерватории для практического использования и обслуживания организаций.

Полученные таблицы проходят на станциях и в обсерваториях критический контроль. Если в процессе такого контроля будут обнаружены ошибки, то об этом извещается центр обработки, где в информацию вносятся соответствующие исправления. После того как вся информация за месяц собрана, проконтролирована, обработана и в необходимых случаях исправлена, приступают к получению с помощью технических носителей таблиц ежемесячников. Эти таблицы поступают для критического контроля, взаимной увязки данных соседних станций. Далее таблицы размножаются с помощью копировальной техники. Экземпляры таблиц используются для комплектования ежемесячников, которые направляются в различные организации для практического применения.

Как правило, месячные таблицы печатаются по установившейся форме, однако иногда в них включаются дополнительные, ранее не публиковавшиеся характеристики. Так, в ряде случаев в таблицах для наглядности приводится графическое изображение хода того или иного элемента. Кроме того, включаются параметры, которые часто запрашиваются различными организациями. В целом таблицы с режимной гидрометеорологической информацией, полученные в результате ее автоматизированной обработки, более

приспособлены для удовлетворения практических запросов, поступающих от различных организаций.

При записи во внешнюю память информация предварительно преобразуется и уплотняется. При этом уплотнение непрерывно или учащенно регистрируемой (с помощью автоматизированных устройств) информации производится после дополнительного анализа. Вполне очевидно, что если используется устройство, регистрирующее данные довольно часто и с постоянным шагом во времени, то в обработку вовлекается некоторая избыточная информация. Ее включение в механизированный фонд данных приведет к увеличению объема этого фонда, возрастанию непроизводительных затрат на хранение, поиск и последующую обработку данных. Для исключения избыточности информации анализируется плавность хода элемента наблюдения во времени.

Каждая из программ обработки режимной информации обязательно предусматривает сжатие или упаковку информации перед ее записью во внешнюю память, т. е. архивацию.

Кодирование и уплотнение информации осуществляются по заранее разработанному макету, структура которого определяется свойствами самой информации, в частности максимально возможными размерами (значениями) того или иного элемента наблюдения.

Под уплотнением информации понимается ее компактное представление путем уменьшения избыточности и использования рациональных методов кодирования.

Записью месячных (в некоторых случаях трехмесячных - квартальных) объемов информации на долговременный технический носитель заканчивается лишь первый этап обработки (рисунок 24).

На долговременном техническом носителе режимная информация накапливается в течение года, по окончании которого осуществляется второй этап обработки информации. Основным содержанием второго этапа являются сортировка данных на технических носителях, создание годовых массивов информации на основе разрозненных месячных объемов наблюдений, а также расчеты и печать годовых таблиц с различными характеристиками гидрометеорологического режима. На этом же этапе осуществляется переписывание скомплектованных массивов информации на долговременный носитель, хотя по отдельным видам данных создание архива на долговременных носителях может производиться и ежемесячно.

Одновременно с комплектованием годового массива вычисляются различные характеристики гидрометеорологического режима в годовом разрезе: средние годовые, максимальные и минимальные, повторяемости по грациям и др. Эти величины вычисляются по тем же алгоритмам, которые использовались при обработке месячных массивов.

При комплектовании результатов обработки на долговременных технических носителях информация часто сортируется по степени обобщения на несколько массивов, хранящихся далее на отдельных долговременных технических носителях. В числе таких массивов могут быть: а) данные по срокам наблюдения; б) средние суточные характеристики; в) месячные выводы; г)

годовые сведения. Такое разделение информации при последующих расчетах, в которых не требуются первичные (срочные) наблюдения, позволяет вводить в компьютер лишь обобщенные характеристики и за счет этого экономить машинное время. Объем данных в каждом из перечисленных массивов быстро убывает в зависимости от степени обобщения (рисунок 25).

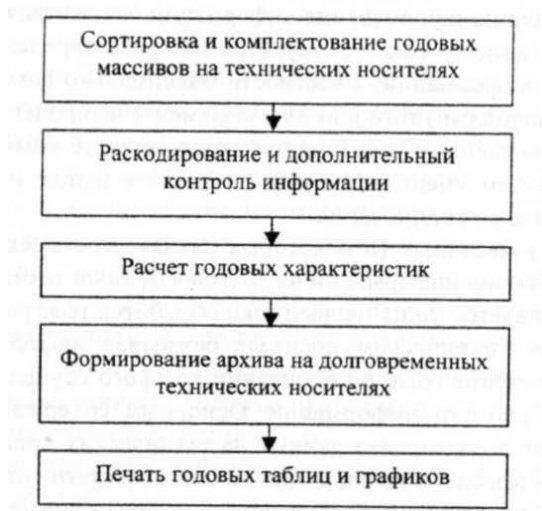


Рисунок 25. - Блок-схема второго этапа обработки режимной информации

Особенно выгодно раздельное хранение информации в виде нескольких массивов, скомплектованных по степени обобщения для многосрочных наблюдений.

Как уже отмечалось, информация комплектуется на технических носителях для последующей перезаписи на долговременный технический носитель (типа лазерных дисков).

Полученные с помощью современных технических средств материалы, как правило, не требуют какой-либо доработки вручную. Тем не менее таблицы и графики должны пройти хотя бы выборочный контроль и редактирование, осуществляемые специалистами-гидрометеорологами. Участие специалистов, хорошо знающих местные особенности, в просмотре результатов машинной обработки наблюдений способствует повышению качества информации. Выдачей на печать годовых таблиц и графиков и созданием базы данных на технических носителях заканчивается второй этап обработки режимной информации. Блок-схема приведена на рисунке 25.

1.6. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОГО ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

1.6.1. Основные виды гидрометеорологической информации, используемой в экономике

Метеорологическая информация, получаемая непосредственно от сети метеорологических, аэрологических, радиолокационных и других специальных континентальных станций и источников наблюдения (морские суда, самолеты,

ИСЗ и др.) за состоянием атмосферы во всей ее толще, представляет собой *первичную метеорологическую информацию* (см. раздел 1). Она должна отвечать следующим главным требованиям:

1) использование *унифицированных* современных средств и способов наблюдения и передачи с минимально допустимыми ошибками и потерей информации;

2) получение таких данных метеорологических наблюдений (у земной поверхности и на высотах), которые *адекватно* отражали бы состояние атмосферы и протекающие в ней физические процессы, чтобы можно было сделать правильное заключение о текущей и будущей погоде;

3) передача информации *унифицированным* цифровым кодом, позволяющим *дешифровать* метеорологические сводки с однородным содержанием;

4) обладать большой скоростью и мобильностью передачи в центры обработки.

Перечисленные требования выполняются не полностью, что прямо сказывается на качестве прогнозов.

Первичная метеорологическая информация подразделяется на:

- *регулярную*, передаваемую в определенные сроки в соответствии с планом обслуживания;
- *нерегулярную* – наблюдения по специальному назначению;
- *экстренную* (штормовую), в которой сообщается о возникновении опасного явления погоды, а также об его усилении или окончании;
- *эпизодическую* (по отдельным запросам обслуживаемых организаций);
- *специальную*, предназначенную для отдельных видов экономической деятельности (например, метелевые оповещения для железнодорожного транспорта).

Первичная метеорологическая информация является основой для *разработки метеорологических* и других видов *прогнозов*, а также для расчета климатических характеристик по заданному пункту, району, региону. Это уже *вторичная метеорологическая информация*. Особое значение при этом имеет *ценность* используемой информации.

Ценность метеорологической информации включает в себя ряд таких понятий, как *значимость* (влияние на качество решений), *употребимость* (частота использования), *своевременность* (возможность старения информации), *достоверность* (степень определенности результатов), *полезность* (экономическая доля в решении производственной задачи).

Потребители в наибольшей степени заинтересованы в получении данных о фактических и прогностических условиях погоды, включая специализированные прогнозы, что в итоге составляет 83,3 % *информации*. Вторичная информация позволяет сделать заключение о метеорологическом режиме, о многолетних особенностях изменения тех или иных метеорологических величин, о текущих и будущих изменениях атмосферных процессов.

Выделяют два класса метеорологической информации, используемой в экономике. Первый класс метеорологической информации предназначен для

специализированного метеорологического обеспечения отраслей экономики, отдельных видов производственных работ. К *первому классу* относится климатологическая информация, имеющая нормативное содержание: средние, экстремальные, вероятностные и другие статистические характеристики метеорологических величин и явлений погоды. В первый класс включаются и прогнозы погоды, а также предупреждения об ОЯ или НГЯ. Ко *второму классу* относится метеорологическая информация консультативного назначения: текущая информация о состоянии погоды, прогнозы погоды на месяц, различного рода справки, обзоры, консультации.

Потоки исходной метеорологической информации ежедневно поступают в прогностические центры, в которых проводятся разработки прогнозов различных видов и назначений. Эта же информация включается в зарубежный обмен, что является неременным условием более полного анализа макросиноптических процессов на обширных территориях континентов и акваториях океанов в целях успешного краткосрочного, среднесрочного и долгосрочного прогнозирования погоды.

1.6.2. Прогностическая информация

Разработкой прогнозов занимаются практически во всех областях человеческой деятельности. В зависимости от объекта изучения различают *научно-технические, естествоведческие и обществоведческие* (социальные) прогнозы. При разработке этих типов прогнозов между ними существует постоянная информационная взаимосвязь. Связующим звеном всегда выступает информация о состоянии природной среды. Особое место в ней занимают *метеорологические прогнозы*, которые относятся к естествоведческим. Метеорологические прогнозы содержат в сжатой форме информацию о будущем состоянии погоды, необходимую для принятия экономически выгодного решения производственных задач на основании оптимального учета ожидаемых метеорологических условий.

В качестве инструментария прогнозирования будущего состояния погоды используется *моделирование* атмосферных процессов как на базе их синоптического анализа, так и путем привлечения уравнений термогидродинамики атмосферы. Для конкретного прогноза отдельных метеорологических величин и явлений погоды используются индивидуальные *методы прогнозирования* или их комплексирование. Применение совокупности методов, способов прогнозирования, различных правил и рекомендаций позволяет вести разработку прогноза погоды в целом. Оперативные метеорологические прогнозы содержат информацию о комплексе ожидаемых значений метеорологических величин и явлений погоды.

В хозяйственной практике многих потребителей интересуют лишь отдельные составляющие погоды: это могут быть скорость и направление ветра, или температура воздуха, или отдельные явления погоды. В зависимости от специфики и сложности производственных операций возникает необходимость знания будущего состояния определенного комплекса метеорологических

величин (двух-трех составляющих погоды). Например, прогноз скорости ветра, температуры воздуха и количества осадков, который используется в хозяйственной практике морских портов, электросистем (ЛЭП), открытых горных работ и т. п.

Прогностическая информация занимает ведущее место в функциональной ценности всех видов метеорологической информации. Согласно исследованиям, выполненным в ГГО Г.П. Вимбергом и П.П. Бойцовым, установлено, что ценность метеорологических прогнозов, включающих как необходимое условие результаты анализа исходного состояния погоды, превышает 70 % (таблица 6).

Метеорологические прогнозы выступают в хозяйственной практике как природо-информационный ресурс, обеспечивающий оптимальные действия потребителя. Это позволяет минимизировать его издержки (потери, затраты) в случаях неблагоприятных воздействий погоды и максимизировать выгоды за счет благоприятных метеорологических условий.

Таблица 6. - Функциональная ценность видов метеорологической информации

Вид информации	Ценность, %
Фактические данные о состоянии погоды в реальном масштабе времени	18,4
Данные об опасных явлениях погоды	11,8
Результаты анализа фактического состояния погоды	17,5
Краткосрочные прогнозы погоды	15,4
Долгосрочные прогнозы погоды	6,6
Прогнозы специального назначения	13,6
Результаты предвычислений параметров среды на ЭВМ	5,7
Статистико-климатологические описания, справки и режимные пособия	11,0
Итого	100,0

Современные метеорологические прогнозы разрабатываются на основании двух научных подходов: статистического (физико-статистические исследования на базе синоптических данных) и гидродинамического, основанного на решении системы уравнений гидротермодинамики. Второй подход играет все более значимую роль.

В синоптической практике разработка прогнозов погоды выполняется с использованием численного прогноза метеорологических полей: давления воздуха у земной поверхности (p_0); геопотенциальных высот (H_{850} , H_{700} , H_{500} и др.); ветра (направление и скорость); температуры воздуха в нижней части тропосферы. Непосредственная разработка ожидаемых условий погоды базируется на синоптическом методе, включающем анализ и прогноз перемещения воздушных масс, атмосферных фронтов, циклонов и антициклонов и их эволюцию.

Прогнозы погоды различают по охвату территории:

1) *прогнозы по пункту* — ожидаемая погода в конкретном пункте в пределах района обслуживания (обеспечения);

2) *прогнозы по району* — ожидаемая погода во всем районе в виде прогнозов

по отдельным частям его;

3) *прогнозы по маршруту* (трассе) — ожидаемая погода по пути следования транспортного средства на известном стандартном или заданном участке.

В зависимости от периода действия прогнозы погоды определяют следующим образом:

- 1) *сверхкраткосрочный* прогноз — от десятков минут до нескольких часов;
- 2) *краткосрочный* прогноз - от полусуток до 48 часов;
- 3) *среднесрочный* прогноз - на 3 - 10 суток;
- 4) *долгосрочный* прогноз - на месяц, сезон;
- 5) *сверхдолгосрочный* прогноз - на год или несколько лет.

В зависимости от периода действия прогноза частота их составления различна. Сверхкраткосрочные прогнозы, разрабатываемые для авиации, составляются наиболее часто. Так, для крупного авиаметеорологического центра (АМЦ) число таких прогнозов исчисляется десятками в течение суток. Краткосрочные прогнозы разрабатываются в Гидромете один раз в сутки с двумя 12-часовыми интервалами (ночь-день) или несколько раз, если период действия прогноза определяется интервалом 3-12 часов. В краткосрочных прогнозах погоды общего пользования на день указывается ожидаемая максимальная температура воздуха, а на ночь - минимальная.

В прогнозах для пункта температура дается с интервалом в 2°, в прогнозах для района допускается интервал температуры в 5°.

В зависимости от интенсивности, производственной и социальной опасности ожидаемого гидрометеорологического явления экстренно разрабатывается *штормовое предупреждение*. Это могут быть: очень сильный ветер, в том числе шквалы, смерчи, очень сильные осадки, крупный град, сильная метель, сильная песчаная (пыльная) буря, очень сильные гололедные отложения, очень сильный продолжительный туман, сильное загрязнение атмосферы (смог) и другие.

При угрозе возникновения ОЯ штормовое предупреждение передается незамедлительно всем заинтересованным потребителям (производственным организациям), администрации (правительству) соответствующего субъекта.

Приведенная выше терминология и определение периода действия прогноза выработаны практикой и отвечают определенным требованиям хозяйственной деятельности потребителя.

По назначению метеорологические прогнозы разделяются на два основных вида: *общие прогнозы погоды*, или *прогнозы общего назначения*, передаваемые для населения по радио, телевидению, помещаемые в газетах, и *специализированные* прогнозы, которые разрабатываются в прогностических подразделениях Гидромета и предназначены для использования в отдельных отраслях экономики.

Специализированные прогнозы по степени утверждения достоверности могут быть: категорическими и вероятностными.

Категорическими прогнозами называются такие, в которых указывается только градация прогнозируемой метеорологической величины или фаза явления погоды. Градация метеорологической величины дается в виде чисел

границ интервала, причем ширина интервала устанавливается заранее, а значения границ изменяются.

По форме такие прогнозы содержат категорическое утверждение, которое в действительности не имеет 100%-ной обеспеченности. Поэтому категорическим прогнозам приписывается иногда более жесткая терминология в виде, например, «условные», «ненадежные». Прогнозы, конечно, не идеальны, но на сегодня достаточно надежны.

Категорические прогнозы будут *формальными*, если каждый раз прогнозируется одна и та же фаза погоды. Современные официальные прогнозы как общего назначения, так и специализированные составляются пока преимущественно в категорической форме.

Формулировка категорического прогноза включает ряд метеорологических величин и явлений погоды в соответствии с порядком, установленным Руководящим документом.

Вероятностными прогнозами называются такие, в которых значению (градации, фазе) метеорологической величины приписывается ожидаемая их *достоверность*, выраженная в вероятностной форме. Формулировка каждого прогноза рассматривается с позиции вероятностной природы осуществления условий погоды и ее составляющих в отдельности.

При возрастании качества вероятностного прогноза в пределе его ожидаемая достоверность стремится к уровню категорического утверждения, т. е. к 100%-ной вероятности возможного осуществления прогнозируемого условия погоды. Отсюда следует, что категорические прогнозы можно рассматривать как простейший вид, *частный случай* вероятностных прогнозов.

Вероятностная форма прогноза является наиболее совершенной и приемлемой в целях оптимального использования прогностической информации в хозяйственной практике.

На основании статистически обеспеченного ряда категорических прогнозов и данных фактических наблюдений можно составить матрицу сопряженности условий «прогноз» - «факт» и полученные частоты сопряжения выразить в вероятностной форме. Вероятностная форма представления категорического прогноза вполне допустима и широко используется в решении многих метеоролого-экономических задач. Такой вероятностный прогноз отражает степень осуществления текста прогноза лишь в среднем, в то время как *оперативный вероятностный прогноз* рассчитывается прогнозистом на основании конкретной синоптической ситуации.

Специализированные прогнозы представляют собой основное содержание повседневной работы службы погоды. Время их составления и передачи регламентируются соответствующими соглашениями, которые устанавливаются между прогностическими подразделениями и потребителями прогнозов погоды. Однако прогнозы опасных и неблагоприятных условий погоды (ураганные ветры, наводнения, снегопады и сильные метели, сильные пыльные и черные бури и другие явления погоды), представляющих стихийные бедствия, должны передаваться для населения и организаций незамедлительно.

Многообразие требований, предъявляемых к прогнозам различными видами экономической деятельности, привели к существенному различию специализированных прогнозов между собой. Различается содержание прогноза по характеристике тех метеорологических элементов и явлений погоды, которыми интересуется данный вид деятельности. Так, в *авиационных прогнозах* в первую очередь обращается внимание на облачность, дальность видимости, туман, грозы; в *морских прогнозах* - на направление и скорость ветра, волнение на море; в *сельскохозяйственных прогнозах* - на количество осадков, увлажнение почвы, заморозки и т. д.

В некоторых прогностических подразделениях особое внимание уделяется прогнозам таких гидрометеорологических условий, которые вызывают опасные воздействия на производственный или природный объект. Это прогнозы обледенения морских и воздушных судов, горимости леса, лавиноопасности, селевых потоков, снегозаносов, цунами, наводнения в устьях рек, медико-метеорологических условий, загрязнения воздуха, условий зимнего выпаса скота (в районах отгонно-пастбищного животноводства), ледяной корки (в оленеводческих районах), температуры рельсов (для железнодорожного транспорта). Кроме того, разрабатываются прогнозы оптимального маршрута (пути) следования морского транспорта и рыбопромыслового флота.

Этот неполный перечень метеорологических прогнозов показывает широту спектра специализированной прогностической информации.

Специализированные прогнозы могут быть постоянными, сезонными и временными (в течение нескольких дней, недель), разрабатываемыми для выполнения отдельных срочных и важных хозяйственных мероприятий. Кроме того, могут быть разовые специализированные прогнозы по заявкам. Консультации ряда организаций о предстоящей погоде также следует рассматривать как специализированные прогнозы, выраженные в более подробной, устной форме.

К специализированным прогнозам относятся и штормовые предупреждения, и предупреждения об ОЯ, составляемые в связи с угрозой возникновения особо опасных явлений и условий погоды. К этим прогнозам потребитель относится с повышенной требовательностью и придает им особое экономическое значение.

К специализированным прогнозам предъявляются следующие требования.

1. Прогнозы должны передаваться потребителю с достаточной для него заблаговременностью. *Заблаговременность* прогноза есть промежуток времени от момента передачи прогноза потребителю до начала осуществления прогнозируемого явления. Потребитель постоянно требует увеличения заблаговременности, ибо в этом видит практическую полезность прогнозов. Однако с увеличением заблаговременности уменьшается успешность прогнозов. Минимум заблаговременности специализированных прогнозов устанавливается потребителем на основании опыта использования прогнозов, а максимум - прогностическим подразделением, исходя из существующих возможностей прогнозирования. Здесь определено лишь одно: чем больше период действия прогноза, тем больше должна быть его заблаговременность. Так, долгосрочные

прогнозы, например за месяц, сезон, имеют заблаговременность полмесяца, месяц. До сих пор в случае долгосрочных прогнозов не совсем удачно еще используется термин „прогнозы малой или большой заблаговременности“.

2. Прогнозы должны иметь устойчиво высокую успешность, т. е. высокую степень соответствия прогнозируемой погоды фактической. Успешность определяется по достаточно большому числу прогнозов. Прогнозист должен вполне квалифицированно различать существо ошибок прогноза, учитывать их различное влияние на производство.

3. Выдаваемый потребителю текст (содержание) прогноза должен обладать таким свойством, при котором прогнозист не имеет возможности заранее оказывать влияние на успешность прогноза. От этого недостатка свободны прогнозы, сформулированные в вероятностной форме.

4. Потребителю необходимы такие утверждения в осуществлении погоды, которые не оставляли бы места для домыслов и позволяли бы наиболее оптимально их использовать в математико-экономических моделях производства. Для этого также необходима вероятностная форма прогноза. Однако в настоящее время в оперативной практике службы погоды пока еще используется категорическая форма прогноза.

Важное место в работе прогнозиста отводится своевременному предупреждению об особо опасных для экономики гидрометеорологических явлениях.

Наряду с этим допускается возможность того, что прогнозы в силу сложности развития синоптического процесса или по иной причине могут сказаться на уровне инерционного, случайного или климатологического прогноза. Это неметодические прогнозы, так называемые *стандартные* (тривиальные). Они не требуют какой либо аналитической или расчетной работы синоптика.

Инерционные прогнозы - это прогнозы, в которых в качестве ожидаемого состояния погоды используется исходное. Прогнозирование осуществляется по тривиальному правилу: то, что есть сейчас, сохранится на весь последующий период (12, 24, 36 ч и т. п.). В прогностических целях используется свойство инерции атмосферных процессов. Любое исходное состояние погоды можно рассматривать как прогностическое. Это главным образом относится к метеорологическим величинам. Для таких явлений погоды, как гроза шквал и т. п., которые имеют высокую пространственно-временную дискретность, свойство инерционности проявляется в малой степени. Однако в этом случае можно говорить об инерционности синоптической ситуации, отражающей формирование конвективных процессов и явлений.

С увеличением продолжительности инерционного прогноза его успешность заметно снижается и приближается к успешности случайного прогноза.

При циклонических процессах, для которых характерна быстрая смена воздушных масс с прохождением атмосферных фронтов, успешность инерционных прогнозов заметно уступает успешности методических прогнозов. В случае антициклонических и достаточно устойчивых во времени синоптических процессов инерционный прогноз может оказаться успешным.

В прогнозах погоды на малые отрезки времени (до 1 ч) свойство инерции может использоваться в экстраполяционных прогнозах при условии „нулевых“ изменений погоды на выбранных отрезках времени.

Случайные прогнозы. Как таковые, случайные прогнозы не разрабатываются в синоптической практике. Однако правомерно допустить, что текущие, постоянно меняющиеся погодные условия в определенных интервалах времени носят случайный характер, как следствие стохастичности меняющихся во времени синоптических процессов. На этом основании можно полагать *условно*, что „текст“ прогноза может выбираться случайным образом из возможного набора „текстов“, т. е. допускается операция „осуществления“ случайного выбора фазы, градации метеорологической величины из их совокупного распределения, отвечающего природному, климатическому распределению.

Если действительно допустить, что такая операция разработки прогноза возможна, то очевидно, что случайный прогноз - это такой, который составляется наугад, „вслепую“.

Опыт синоптической практики показывает, что в ряде сложных синоптических ситуаций, когда методы прогнозирования не дают однозначного заключения, формулировки прогнозов могут быть случайными. Даже удачный прогноз может оказаться случайным.

Успешность случайного прогноза используется в качестве сопоставительного условия оценки успешности методического прогноза.

Климатологические прогнозы — это прогнозы, содержащие климатическую информацию в виде средних многолетних значений метеорологической величины, вероятностей осуществления ее заданных градаций или вероятностей явлений погоды. Здесь также не требуется специальная подготовительная работа синоптика. Климатологические прогнозы содержат одну и ту же формулировку. Такого рода информация содержится в справочниках, является доступной и постоянно известной как в повседневной синоптической, так и в хозяйственной практике. Климатологические прогнозы используются обычно при перспективном планировании (рисунок 25).

В обязанности Белгидромета входит издание атласов и справочников по режиму климата на основе обобщения результатов многолетних данных на сети станций с длительными и однородными рядами лет наблюдений. В справочных материалах по климату приводятся: норма, за принятый климатический период; средние максимальные, минимальные, абсолютные экстремальные значения метеорологических величин за весь ряд лет наблюдений; характеристики суточного хода; повторяемость метеорологических величин в разное время года, например, повторяемость средней суточной температуры воздуха с интервалами через 5 °С; повторяемость ветров различных скорости и направления; для характеристики заморозков приводятся даты первого и последнего заморозков, продолжительность безморозного периода и многие другие характеристики.

В соответствии с рекомендациями ВМО за климатическую норму основных метеорологических величин (температура, влажность, давление и др.) принимается средняя величина за 30-летний период.

Кроме климатических справочников издаются карты климатических характеристик у земной поверхности и на различных уровнях в свободной атмосфере. Из карт составляются атласы, которые дают наглядное представление о географическом распределении климатических характеристик. Климатические карты широко используются в географических атласах.

Климатические справочники необходимы для обеспечения климатической информацией различных видов экономической деятельности, а также для научных целей.

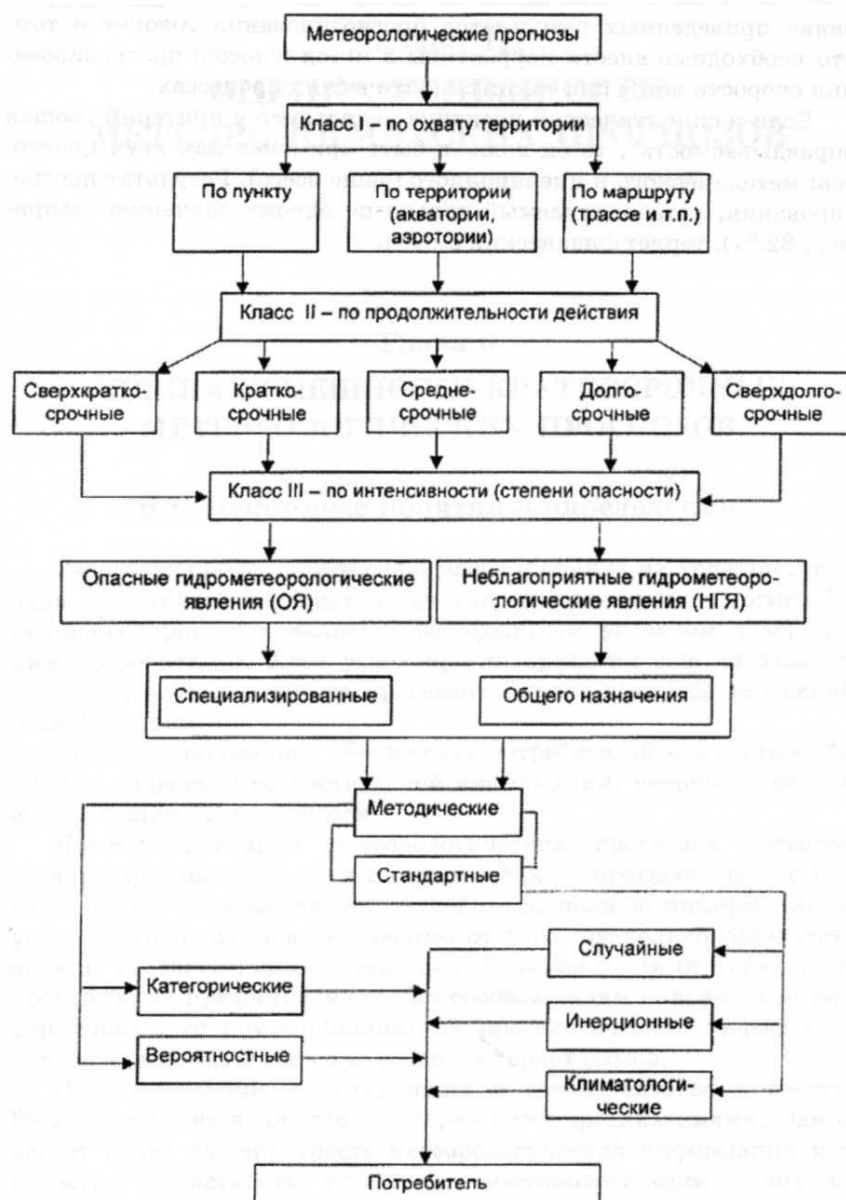


Рисунок 26. - Классификация метеорологических прогнозов.
Виды метеорологических прогнозов

1.6.3. Потребители гидрометеорологической информации

Использование метеорологической информации осуществляется в комплексной системе погода - прогноз - потребитель. В этой системе фиксируется постоянно меняющееся состояние погодных условий, возможности их прогнозирования на различные отрезки времени и, главное, использование получаемых при этом всех видов метеорологической информации в интересах экономики, социальной сферы и решения задач специального назначения (рисунок 27).

Метеоролого-экономическая система природа - прогноз - потребитель имеет следующие свойства:

- **целостность** - единство взаимосвязанных процессов, установившихся между подсистемами «погода», «прогноз» и «потребитель»;
- **открытость** - доступность информации в подсистемах;
- **неоднородность** решаемых задач;
- **регулируемость** информации отдельных подсистем, отвечающая повышению синхронизации функционирования всей системы;
- **объективная необходимость участия человека** на всех этапах функционирования системы: получение информации, принятие решений и целесообразные действия;
- **устойчивость** - динамичное развитие подсистемы «потребитель» за счет полного учета состояний среды.

Основными задачами такой системы являются: получение информации о состоянии подсистем «погода», «потребитель»; разработка упреждающей информации о погоде и ее эффективное использование всеми *потребителями* в области производства и в социальной сфере.



Рисунок 27. - Схема взаимосвязи «природа – общество».

Потребитель генерирует основные установки и требования к метеорологической информации. Служба погоды осуществляет исполнение такого рода общественного заказа. Текущие метеорологические условия позволяют черпать необходимые для потребителя *метеорологические ресурсы*.

Таким образом, выстраивается объективно сложившаяся система, в рамках которой решаются задачи «подстройки» экономической и социальной сферы к погодным и климатическим условиям.

Вся метеорологическая информация дифференцируется по целям и отраслям, что отвечает специфике видов производства, сложившейся в экономической практике (рисунок 28).



Рисунок 28. - Потребители метеорологической информации по целевому назначению и отраслям

Метеорологическая среда, как видим, оказывает прямое влияние на всю инфраструктуру экономики, а значит, в конечном счете, и на все население страны. Экономика и социальная сфера тесно взаимосвязаны. Определенным образом сложившаяся система экономика - социальная сфера должна обладать таким важным свойством, как *устойчивость*. Под устойчивостью системы экономика - социальная сфера, т. е. практически всего общества, понимается такое ее состояние, при котором обеспечивается полный учет метеорологических условий, наряду с другими факторами, определяющими ее *динамичное развитие*.

Потребители метеорологической информации различаются не только по производственной специфике. Предприятия одной и той же отрасли находятся в различных климатических зонах и региональных условиях. Это существенно сказывается на различиях погодных условий, которые оказывают влияние на работу предприятий.

С учетом характера воздействия погодных условий на проводимые хозяйственные мероприятия различают *стационарных* и *нестационарных* (подвижных) потребителей. Стационарные потребители (производственные объекты) могут быть *локальными*, *обширными (масштабными)* и *протяженными*. Так, морские порты как хозяйственные объекты являются стационарными и локальными потребителями, сельскохозяйственное производство и лесное хозяйство - стационарными и достаточно обширными, охватывающими большие площади. Линии электропередачи (ЛЭП) относятся к стационарным и обладающим значительной протяженностью потребителям.

Существует ряд специфических видов деятельности, где прогностическая информация является базовым условием выполнения текущих работ. Так, с учетом ожидаемой погоды проводятся природоохранные мероприятия в лесном хозяйстве: проведение лесопосадок, мероприятия в заповедных зонах, химическая обработка лесных насаждений, защита лесов от пожаров. Текущая и прогностическая информация широко используется в горнодобывающей промышленности при добыче полезных ископаемых в открытых условиях (например, в карьерах Микашевичи, Руба и др.). Первостепенное значение приобретают прогнозы при проведении разведывательных работ: авиационного исследования залежей полезных ископаемых, ледовой разведки (на крупных реках, озерах и т.п.); при оценке миграций рыбных зон; проведении наземных, морских, ледовых и иных научно-исследовательских экспедиций в различных широтах земного шара.

В рассматриваемой системе (рисунок 27) потребитель занимает доминирующее положение, так как в сущности вся система функционирует для обеспечения его целевых задач.

Метеорологические условия оказывают многофакторное влияние на экономику и социальную сферу. При этом формируются три сферы зависимости от гидрометеорологических условий: *экономическая, экологическая и социальная* (рисунок 29).

1.Экономическая зависимость. Проявляется в таких отраслях, как энергетика, сельское хозяйство, строительство и др.

2.Экологическая зависимость. Проявляется в образовании застойных зон в приземном слое и загрязнении других сред (почвы, воды, леса), что сказывается на состоянии здоровья людей.

3.Социальная зависимость. Проявляется в обеспечении населения сельскохозяйственной продукцией, что лимитируется погодой и климатом, в обеспечении его безопасности при стихийных бедствиях (ураганах, наводнениях и других ОЯ).



Рисунок 29. - Зависимость от гидрометеорологических условий в экономической, экологической и социальной сферах (главный метеорологический фактор – ветер)

Можно полагать, что для одного региона доминирующей будет экономическая зависимость, а для другого - эта зависимость будет комплексной, например, *социально-экологической*.

1.6.4. Обеспечение гидрометеорологической информацией потребителей такой информации

Согласно Закона Республики Беларусь «О гидрометеорологической деятельности» гидрометеорологическая информация включает:

первичные гидрометеорологические данные, полученные в результате осуществления гидрометеорологических наблюдений (отдельных видов гидрометеорологических наблюдений), в том числе с использованием государственной сети гидрометеорологических наблюдений, анализ которых не осуществлялся;

прогноз погоды и иную информацию, являющуюся результатом анализа первичных гидрометеорологических данных.

Предоставление гидрометеорологической информации осуществляется производителями и (или) обладателями такой информации безвозмездно или за плату. Безвозмездно предоставляется гидрометеорологическая информация: об опасных и (или) неблагоприятных гидрометеорологических явлениях, о комплексах неблагоприятных гидрометеорологических явлений; контролирующим (надзорным) органам, правоохранительным органам, иным

государственным органам в целях выполнения возложенных на них задач; государственной гидрометеорологической службе иными производителями такой информации; Вооруженным Силам Республики Беларусь, другим войскам и воинским формированиям; для целей экспериментальной авиации, государственной авиации.

Предоставление гидрометеорологической информации осуществляется производителями и (или) обладателями такой информации посредством подписания с организациями, индивидуальными предпринимателями письменных соглашений о предоставлении гидрометеорологической информации, которые определяют состав, объем, способ и сроки ее предоставления.

Степень зависимости потребителей от условий погоды и климата (*чувствительность* потребителя к метеоинформации) определяет их спрос (потребность) на определенный вид метеорологической информации.

Под «*чувствительностью*» *потребителя к метеорологическим условиям* понимается степень его зависимости от воздействия погоды и климата на хозяйственный процесс. Неблагоприятные и опасные условия погоды вызывают потери (ущерб), величина которых зависит от интенсивности явления и эффективности мер защиты, принимаемых потребителем как в случае точных, так и ошибочных прогнозов. Одним из показателей чувствительности потребителя рассматривается отношение вида:

$$\gamma = \frac{L_H^*}{N^*}, \quad (1)$$

где L_H^* – непредотвращенные (εL) и прямые (L) потери при *известной успешности* метеорологических прогнозов; N^* – число случаев опасных явлений или неблагоприятных условий погоды, вызвавших потери L_H^* .

Величину γ рассматривают как *меру метеорологической уязвимости* производственного объекта в данном виде экономической деятельности.

Если принять, что число случаев a_{ij} (в %), отражающих ущерб, есть *весовая доля влияния* погодных условий на потребителя, то можно установить *меру влияния* определенного вида погодных условий на виды экономической деятельности. В качестве такого показателя меры влияния принимается *обобщенная чувствительность* всех основных потребителей (объектов экономики) к определенному метеорологическому фактору, что можно формализовать следующим образом:

$$\gamma = \frac{\sum_{j=1}^m a_{ij}}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m a_{ij}}, \quad (2)$$

где $\sum_{j=1}^m a_{ij}$ – ущерб (потери) в данном виде деятельности за счет определенного НГЯ (продолжительный дождь с ветром, налипание мокрого снега с ветром, продолжительный туман с изморозью и др.) или ОЯ (гроза, шквал, гололед и др.) за выбранный период времени;

$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m a_{ij}$ – суммарный ущерб (потери) в экономике за счет всех НГЯ и ОЯ за тот же период времени.

Чувствительность потребителя может быть установлена на основании непредотвращенной части потерь:

$$L_H = A \varepsilon L \frac{J \mu}{C \tau}, \quad (3)$$

где A – коэффициент пропорциональности (руб/балл); J – интенсивность опасного явления погоды или иных неблагоприятных погодных условий (балл); μ – продолжительность опасного явления или неблагоприятного условия погоды (ч); C – стоимость затрат на предупредительные меры (руб.); L – максимально возможные потери для данного потребителя при фактически осуществившемся опасном явлении или неблагоприятном условии погоды (руб.); τ – заблаговременность предупреждения о возможности осуществления опасного явления погоды (ч); ε – коэффициент непредотвращенных потерь.

Согласно структуре формулы (1), непредотвращенные потери $L_H = \varepsilon L a$ отражают степень уязвимости потребителя, связанной с опасной погодой. Отсюда в качестве меры чувствительности дополнительно используют коэффициент ε

$$\varepsilon = \frac{1}{A} \frac{L_H}{L} \frac{C \tau}{J \mu},$$

где $\frac{1}{A} = A^*$ [балл/руб.], а соотношение $\frac{L_H}{L} \frac{C \tau}{J \mu}$ – имеет размерность [руб/балл].

Чувствительность потребителя к возможному воздействию опасной погоды, как видим, зависит не только от экономической $\frac{C}{L}$ характеристики потребителя, но и от заблаговременности прогноза τ , продолжительности опасного условия погоды μ и ее интенсивности J , что учитывается потребителем при выборе мер защиты и их стоимостного обеспечения.

Приведенные показатели «чувствительности», выраженные формулой (1) – *чувствительность потребителя ко всему набору неблагоприятных метеорологических условий*, формулой (2) – *обобщенная чувствительность всех отраслей к заданному виду метеорологических условий*, формулой (3) – *чувствительность, отражающая способность противостоять непогоде*, позволяют получить более полную характеристику ранжировки видов экономической деятельности по степени учета текущей погоды, прогнозов и организации защиты.

Согласно исследованиям Уайта, ранжировка отраслей национальной экономики по степени зависимости от метеорологических условий существенно отличается от таковой по хозяйственной значимости (таблица 7, 8).

Природная и экономическая ранжировка потребителей в разных странах может несколько различаться при сохранении общей тенденции – большей уязвимости открытых к погодным условиям видов деятельности производства.

Таблица 7. – Зависимость отраслей национальной экономики США от метеорологических условий

№ п/п	Отрасль национальной экономики	№ п/п	Отрасль национальной экономики
1	Рыболовный флот	8	Производство и распределение энергии
2	Сельское хозяйство	9	Механизация
3	Воздушный транспорт	10	Контроль за уровнем воды
4	Лесная промышленность	11	Коммуникации
5	Строительство	12	Отдых и развлечения
6	Железнодорожный и автомобильный транспорт	13	Торговля
7	Водный транспорт		

Особая сфера чувствительности принадлежит природе, подвергающейся воздействию человека – антропогенному влиянию. Загрязнение среды чревато крайне тяжелыми последствиями для самого же человека. Оно подавляет ассимиляционную способность природной среды. В конечном счете загрязнение среды разрушает и техногенную сферу.

Таблица 8. - Вклад отрасли национальной экономики в национальный доход США

№ п/п	Отрасль национальной экономики	№ п/п	Отрасль национальной экономики
1	Легкая промышленность	8	Отдых и развлечения
2	Торговля	9	Контроль за уровнем воды
3	Строительство	10	Воздушный транспорт
4	Сельское хозяйство	11	Водный транспорт
5	Производство и распределение энергии	12	Лесная промышленность
6	Коммуникации	13	Рыболовный флот
7	Железнодорожный и автомобильный транспорт		

Степень чувствительности природы и техногенной сферы зависит от текущих метеорологических условий. Следовательно, знание ожидаемой погоды позволяет в том числе организовать регулирование и антропогенными процессами.

Обеспечение гидрометеорологической информацией потребителей требует постоянного знания спроса на метеорологическую информацию. Определение спроса ведется посредством анкетирования – изучения откликов потребителей на перечень предоставляемых им метеорологических услуг и видов метеорологической продукции. Так, например, маркетинговые исследования, проведенные совместно с Метеоагентством Росгидромета, позволили оценить потребительский спрос на специализированную гидрометеорологическую информацию среди населения, выявить наиболее востребованные виды информации. В исследовании приняли участие 423 респондента во всех регионах Беларуси (рисунок 30).



Рисунок 30. - Результаты маркетинговых исследований потребительского спроса на ГМ со стороны населения

Интерес к прогнозам погоды возрастает по мере расширения видов экономической, производственной и научной деятельности в области землепользования, мореплавания, развития авиации, освоения космоса и т. п.

Метеорологическая информация, получаемая в оперативных подразделениях Белгидромета (наблюдения, обработка, комплексное представление, прогнозирование), рассматривается как метеорологические ресурсы и используется различными видами экономической деятельности (рисунок 31).

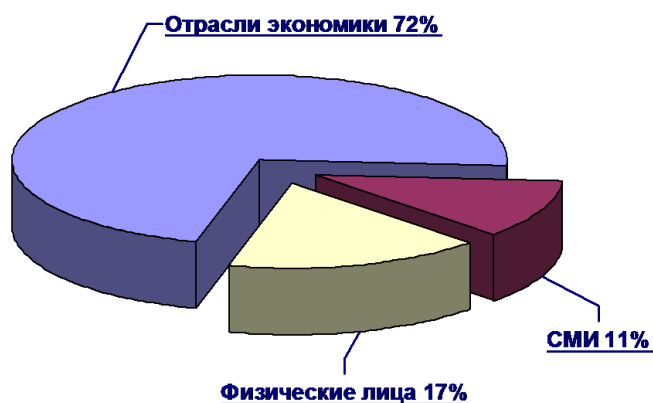


Рисунок 31. - Структура потребителей гидрометеорологической информации

Потребность в отдельных видах информации различна. Наибольший объем спроса в отдельных отраслях приходится на текущую и прогностическую информацию (таблица 9).

Таблица 9 - Распределение (%) используемых видов метеорологической информации в некоторых отраслях экономики. По М. З. Шаймарданову, А. А. Коршунову, В. В. Пуговкину

Отрасль	Вид информации		
	климатическая	прогностическая	текущая
Сельское хозяйство	23,0	58,0	64,0
Строительство	61,0	9,0	12,0
Энергетика	9,0	11,0	10,0
Железнодорожный транспорт	3,0	11,0	9,0
Автомобильный транспорт	4,0	11,0	5,0

Изучение потребительского спроса на метеорологическую информацию позволяет определить пути научных и оперативных разработок, способствующих совершенствованию специализированного метеорологического обеспечения. При этом обнаруживается и необходимость разработки новых видов метеорологической информации и услуг по запросам потребителей.

Таблица 10 - Общие требования к качеству гидрометеорологической продукции (первичной, прогностической, климатической)

Показатели качества продукции	Требования
Репрезентативность	Информация должна адекватно отражать свойства объекта (явления) и состояния окружающей среды. Обуславливается методической правильностью ее отбора и формирования для принятия решений потребителями
Полнота	Информация должна содержать минимальный, но достаточный для принятия решений набор гидрометеорологических величин и их параметров
Доступность	Информация должна быть доступной для восприятия потребителем. Обеспечивается выполнением соответствующих процедур преобразования информации по согласованным с потребителем алгоритмам.
Актуальность	Информация должна сохранять свою ценность к моменту ее использования. Зависит от динамики изменения характеристик отображаемого объекта и от интервала времени, прошедшего с момента появления этой информации
Своевременность	Информация должна поступить к потребителю не позже назначенного момента. Бремя, чтобы она могла быть учтена при выработке оптимального решения
Устойчивость	Информация должна реагировать на изменение исходных данных, сохраняя необходимую точность. Обуславливается методической правильностью ее отбора и формирования для принятия решений потребителями
Точность	Определяется степенью близости отображаемого информацией параметра и истинного значения этого параметра
Достоверность	Информация должна отображать реально существующие объекты (явления) с необходимой точностью. Измеряется доверительной вероятностью необходимой точности (вероятностью того, что отображаемое информацией значение параметра отличается от истинного значения в пределах необходимой точности)
Ценность	Измеряется экономической выгодой от использования информации потребителем в его практической деятельности

1.6.5. Использование гидрометеорологической информации в экономике

Метеорологическая информация, получаемая непосредственно от сети метеорологических, аэрологических, радиолокационных и других специальных континентальных станций и источников наблюдения (морские суда, самолеты, ИСЗ и др.) за состоянием атмосферы во всей ее толще, представляет собой *первичную метеорологическую информацию*. Она должна отвечать следующим главным требованиям:

- 1) использование *унифицированных* современных средств и способов наблюдения и передачи с минимально допустимыми ошибками и потерей информации;
- 2) получение таких данных метеорологических наблюдений (у земной поверхности и на высотах), которые *адекватно* отражали бы состояние атмосферы и протекающие в ней физические процессы, чтобы можно было сделать правильное заключение о текущей и будущей погоде;
- 3) передача информации унифицированным цифровым кодом, позволяющим *дешифровать* метеорологические сводки с однородным содержанием;
- 4) обладать большой скоростью и мобильностью передачи в центры обработки.

Перечисленные требования выполняются не полностью, что прямо сказывается на качестве прогнозов.

Первичная метеорологическая информация подразделяется на:

- *регулярную*, передаваемую в определенные сроки в соответствии с планом обслуживания;
- *нерегулярную* – наблюдения по специальному назначению;
- экстренную (штормовую), в которой сообщается о возникновении опасного явления погоды, а также об его усилении или окончании;
- эпизодическую (по отдельным запросам обслуживаемых организаций);
- специальную, предназначенную для отдельных видов экономической деятельности (например, метелевые оповещения для железнодорожного транспорта).

Первичная метеорологическая информация является основой для *разработки метеорологических* и других видов *прогнозов*, а также для расчета климатических характеристик по заданному пункту, району, региону. Это уже *вторичная метеорологическая информация*. Особое значение при этом имеет *ценность* используемой информации.

Ценность метеорологической информации включает в себя ряд таких понятий, как *значимость* (влияние на качество решений), *употребимость* (частота использования), *своевременность* (возможность старения информации), *достоверность* (степень определенности результатов), *полезность* (экономическая доля в решении производственной задачи).

Потребители в наибольшей степени заинтересованы в получении данных о фактических и прогностических условиях погоды, включая специализированные

прогнозы, что в итоге составляет 83,3 % *информации*. Вторичная информация позволяет сделать заключение о метеорологическом режиме, о многолетних особенностях изменения тех или иных метеорологических величин, о текущих и будущих изменениях атмосферных процессов.

Выделяют два класса метеорологической информации, используемой в экономике. Первый класс метеорологической информации предназначен для специализированного метеорологического обеспечения отраслей экономики, отдельных видов производственных работ. К *первому классу* относится климатологическая информация, имеющая нормативное содержание: средние, экстремальные, вероятностные и другие статистические характеристики метеорологических величин и явлений погоды. В первый класс включаются и прогнозы погоды, а также предупреждения об ОЯ или НГЯ. Ко *второму классу* относится метеорологическая информация консультативного назначения: текущая информация о состоянии погоды, прогнозы погоды на месяц, различного рода справки, обзоры, консультации.

Потоки исходной метеорологической информации ежедневно поступают в прогностические центры, в которых проводятся разработки прогнозов различных видов и назначений. Эта же информация включается в зарубежный обмен, что является неременным условием более полного анализа макросиноптических процессов на обширных территориях континентов и акваториях океанов в целях успешного краткосрочного, среднесрочного и долгосрочного прогнозирования погоды.

1.6.6. Понятие о гидрометеорологической уязвимости и безопасности страны

От погодно-климатических условий, как естественных природных ресурсов, зависят условия жизнедеятельности человека, направления и уровень развития экономики. Вся социальная и экономическая сфера находится в режиме постоянного воздействия атмосферы, что проявляется, в том числе, в экономических и социальных потерях от опасной погоды. В ряду опасных природных явлений именно явления гидрометеорологического характера являются самыми угрожающими и именно от них, в первую очередь, требуется организация защиты населения и экономики. На ликвидацию последствий экстремальных условий погоды ежегодно расходуются значительные средства, и это не может не отражаться на социально-экономическом развитии страны, не может не затрагивать национальных интересов государства.

В Киотской Рамочной программе действий на 2005-2015 гг. термин «уязвимость» трактуется как «условия, определяемые физическими, социальными, экономическими и экологическими факторами или процессами, которые усиливают подверженность того или иного сообщества воздействию опасностей».

В российской литературе применяется понятие «гидрометеорологическая уязвимость» страны (ГМУ), ее территорий и производственно-хозяйственных объектов.

Гидрометеорологические воздействия проявляются в виде экономических и социальных потерь. ГМУ является сложной функцией, аргументами которой выступают: характер и частота негативных погодно-климатических явлений; масштаб производственного объекта или процесса; его погодозависимость; степень защищенности; особенности регионального положения, отражающие метеорологический риск, и ряд других характеристик отраслевого производства. Таким образом, ГМУ рассматривается как комплексное понятие, включающее гидрометеорологические характеристики, а также макроэкономические показатели.

Степень гидрометеорологической уязвимости отраслей экономики различается в зависимости от характера производственной деятельности и технологических процессов. Это подтверждается данными о распределении ущерба, наносимого отраслям опасными метеорологическими явлениями:

- сельское хозяйство – 42 %;
- топливно-энергетический комплекс – 19 %;
- строительство – 12 %;
- коммунальное хозяйство – 8 %;
- автомобильный и железнодорожный транспорт – 7 %;
- прочие – 12 %.

Степень климатозависимости экономики Беларуси определяется как суммарный удельный вес наиболее погодно- и климатозависимых отраслей в производстве ВВП. По оценкам экспертов, перечень таких отраслей включает: сельское и лесное хозяйство (10,4 % ВВП), топливно-энергетический комплекс (6,5 %), строительство (7,5 %), транспорт и связь (11,3 %), жилищное хозяйство и коммунальное хозяйство (по 2,9 % ВВП). Суммарная доля климатозависимых отраслей в экономике Беларуси превышает 41 % от производства ВВП.

Гидрометеорологическая безопасность – состояние защищенности жизненно важных интересов личности, общества и государства от воздействия опасных природных явлений, изменений климата.

Опасные гидрометеорологические и гелиогеофизические явления (циклоны, штормы, ураганы, грозовые шквалы, пылевые бури, засуха, ливни, наводнения, внезапное понижение температуры воздуха, снегопады, град, снежные лавины, сели и т. д.) влекут за собой человеческие жертвы и наносят значительный ущерб экономике и имуществу граждан. Кроме того, гидрометеорологические условия могут вызвать или усилить другие бедствия, в том числе лесные пожары, нашествие вредителей, распространение болезней, выбросы токсичных газов, разливы нефти и радиационные аварии.

Все это дает основание рассматривать *гидрометеорологическую безопасность как составляющую национальной безопасности государства.*

Угрозу гидрометеорологической безопасности представляют происходящие климатические изменения: *рост интенсивности опасных гидрометеорологических явлений* (наводнений, сильных ветров, засух, селей и т.д.) влечет за собой рост человеческих жертв и увеличение масштабов материального ущерба. Развитие национальной экономики в последние годы характеризуется более плотной концентрацией населения, производства и

объектов инфраструктуры, в том числе на территориях, подверженных частому воздействию опасных гидрометеорологических явлений. Поэтому дополнительным фактором риска становятся социальные и экономические процессы – приток населения в особо уязвимые для опасных явлений зоны, в том числе рост населения городов; а также развитие технологий, усугубляющих погодозависимость экономики.

Зависимость экономических и социальных процессов от погодных условий оказывает влияние на экономическую безопасность государства.

Экономическая безопасность – это состояние защищенности экономики от внешних и внутренних угроз. Основными компонентами экономической безопасности является развитие экономики и ее устойчивость, т.е. способность выдерживать внутренние и внешние нагрузки.

Наибольшее значение гидрометеорологические условия имеют для обеспечения продовольственной, энергетической и экологической безопасности страны.

Продовольственная безопасность – обеспеченная продовольственными ресурсами, потенциалом и гарантиями, способность государства удовлетворять потребности населения продуктами питания, питьевой водой в объемах, качестве и ассортименте, необходимых для обеспечения здоровья, физического и социального развития личности.

Отметим, что уровень продовольственного обеспечения, его структура и механизмы находятся в прямой зависимости от объемов производства сельскохозяйственных продуктов и только потом – от уровня развития перерабатывающих отраслей и торговли. Очевидно, что в проблеме обеспечения продовольственной безопасности неизменно присутствует *гидрометеорологическая составляющая*. Поэтому при решении проблемы продовольственной безопасности, наряду с мерами, направленными на повышение доступности и качества продовольствия, необходимо учитывать долгосрочную перспективу совершенствования и модернизации агротехнической базы, что позволит эффективно бороться с целым спектром опасных гидрометеорологических явлений, и в первую очередь, с засухами используя информационные ресурсы гидрометеорологической службы.

Энергетическая безопасность – защищенность граждан и государства в целом от угроз дефицита всех видов энергии и энергоресурсов, возникающих из-за воздействия негативных природных, техногенных, управленческих, социально-экономических, внутри- и внешнеполитических факторов.

Неблагоприятные гидрометеорологические условия, такие как сильные ветры, осадки, грозы, препятствуют нормальному функционированию энергосистемы, но с другой стороны - ветроэнергетика, гелиоэнергетика, ГЭС, энергия волн океана являются перспективными направлениями альтернативной энергетики, кроме того, учет ожидаемых условий погоды позволяет планировать потребление энергетических ресурсов.

Экологическая безопасность – защищенность населения и экосистем от негативных последствий природных и техногенных катастроф, а также антропогенного воздействия на качество окружающей среды

Степень негативного воздействия на окружающую среду будет зависеть от состояния самой природной среды, в том числе от ее гидрометеорологических характеристик.

Существует понятие **метеорологического потенциала загрязнения атмосферы**, определяющего способность атмосферы к самоочищению. Метеорологический потенциал загрязнения атмосферы включает в себя такие метеорологические параметры как скорость и направление ветра, стратификацию атмосферы, туманы, интенсивность и количество осадков.

В настоящее время разработаны методы прогнозирования загрязнения воздуха под влиянием атмосферных процессов.

Неблагоприятные метеорологические условия – состояние воздушной среды, способствующее накоплению вредных (загрязняющих) веществ в приземном слое атмосферного воздуха.

Наличие неблагоприятных метеорологических условий накладывает ограничение на выброс загрязняющих веществ в воздух, так как способствует превышению концентрации химических элементов и их соединений в воздухе, что, в свою очередь, может вызвать негативные последствия у живых организмов.

Остановка производства при неблагоприятных метеорологических условиях является мерой защиты, предотвращающей загрязнение атмосферного воздуха выше значений предельно допустимых концентрации (ПДК). Отметим, что нормы предельно допустимых выбросов (ПДВ) также определяются с учетом потенциала загрязнения атмосферы в данном регионе.

При технических возможностях защиты от неблагоприятной погоды, основным условием обеспечения гидрометеорологической безопасности выступает предупрежденность опасных состояний гидрометеорологической среды.

1.6.6.1. Организация специализированного гидрометеорологического обеспечения

В соответствии с выделенными двумя видами метеорологической информации установлены и два вида метеорологического обеспечения – **общее и специализированное**.

Метеорологическое обеспечение общего назначения предусматривает составление предупреждений о стихийных гидрометеорологических явлениях, об экстремально высоком уровне загрязнения, разработку прогнозов погоды до трех суток, а также распространение информации о фактической погоде.

Особое значение имеют прогнозы для населения, позволяющие обеспечить безопасность и здоровье населения. На основании метеорологических прогнозов составляются прогнозы состояния водных объектов – рек и озер, ветровых, дождевых и иного происхождения наводнений, а также предупреждения об опасных явлениях погоды. В горных районах разрабатываются прогнозы селей, схода снежных лавин, оползней. В крупных городах, в промышленных зонах разрабатываются прогнозы загрязнения атмосферы, необходимые для снижения

угрозы здоровью населения. В приморских и иных курортных зонах прогнозы погоды являются необходимым дополнением к оздоровительным программам.

Метеорологическое обеспечение общего назначения выполняется за счет бюджетного финансирования Гидромета. При этом информация передается потребителю безвозмездно. Она является базовой, на ее основе разрабатываются частные виды информации для потребителей.

Центральная задача метеорологического обеспечения общего назначения сводится к обеспечению безопасности населения, особенно в крупных городах, приморских и курортных зонах.

Специализированное метеорологическое обеспечение осуществляется по запросу потребителей и содержит ту метеорологическую информацию, которая необходима для выполнения конкретной производственной работы. Это специализированные прогнозы погоды, специализированные климатические показатели и др.

Специализированное метеорологическое обеспечение возлагается на следующие оперативные производственные организации:

- гидрометеорологические центры (ГМЦ);
- областные (республиканские, краевые, окружные и др.) центры по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (ЦГМС);
- гидрометеорологические бюро (ГМБ);
- авиаметеорологические центры и станции (АМЦ и АМСГ);
- гидрометеорологические станции, в том числе снеголавинные и селестоковые;
- военизированные службы по активному воздействию на гидрометеорологические процессы;
- региональные противолавинные центры (РПЛЦ);
- специализированные центры (цунами и др.);
- научно-исследовательские организации, участвующие в оперативном обеспечении потребителей.

В зависимости от потребностей различают следующие виды специализированного метеорологического обеспечения:

1. Метеорологическое обеспечение прогнозами погоды производственной сферы. Это наиболее распространенная и самая масштабная по охвату потребителей форма метеообеспечения.

2. Гидрометеорологическое обеспечение транспортных судов на маршрутах в открытом море. Сюда же относится и проводка судов в океанах наивыгоднейшими путями, т. е. на основании рекомендаций по оптимизации путей следования.

3. Гидрометеорологическое обеспечение прогнозами рыбопромысловых экспедиций, проводок плавучих кранов, платформ и других тихоходных объектов на длительных маршрутах.

4. Метеорологическое обеспечение транспортных операций на суше и в воздухе (железнодорожный, автомобильный, воздушный транспорт).

5. Метеорологическое обеспечение запросов Министерства по чрезвычайным ситуациям.

6. Метеорологическое обеспечение сухопутных войск, военно-морских и военно-воздушных сил страны.

7. Метеорологическое обеспечение туризма (горного, водного и т. п.), исследовательских и поисковых работ.

Специализированное метеорологическое обеспечение включает разработку прогнозов особого назначения, например, прогноза температуры рельсов на железнодорожных путях, прогноза термического парения на ряде акваторий рек, озер, морей, прогноза морских туманов, туманов на аэродромах Сибири и др.

Все эти виды направлены на то, чтобы обеспечить безопасность, жизнедеятельность, экономическую и социальную полезность.

Некоторые виды специализированного метеорологического обеспечения осуществляются ведомственными прогностическими подразделениями (Министерство обороны, Министерство угольной промышленности, Министерство железнодорожного транспорта).

Важную роль в специализированном метеорологическом обеспечении играет климатическая информация (продукция) при планировании и управлении различными отраслями экономики. Здесь выделяется пять главных направлений.

1. Перспективное планирование, предусматривающее:

- размещение различных хозяйственных и социальных объектов (энергетических и промышленных сооружений, здравниц и т. п);
- землепользование и размещение сельскохозяйственных культур;
- разработку оптимальной стратегии проведения различных масштабных хозяйственных мероприятий.

2. Проектирование и строительство гражданских, промышленных, сельскохозяйственных, транспортных и других сооружений.

3. Обеспечение безопасности эксплуатации промышленных, транспортных средств и других объектов.

4. Конструирование машин, механизмов и иных видов промышленной продукции.

5. Рациональное (оптимальное) использование природных ресурсов.

Законом предусмотрено предоставление потребителям специализированной информации на договорной основе за плату. Специализированное метеорологическое обеспечение получило, таким образом, коммерческую ориентацию, хотя вся платная информация создается на базе информации общего назначения.

Отсюда следует, что *специализированным метеорологическим обеспечением* называется *передача (предоставление) потребителю такой метеорологической информации, которая отвечает его специфической хозяйственной деятельности, условиям рыночных отношений и целевым задачам.*

Специализированное метеорологическое обеспечение производственных отраслей экономики требует метеорологической информации такого содержания, которое позволяет включать ее в автоматизированные системы управления для разработки оперативных и стратегических хозяйственных решений.

В целях совершенствования специализированного метеорологического обеспечения заключаются соглашения между Гидрометом и рядом министерств и ведомств. Соглашения содержат основы организации взаимодействия между поставщиком и потребителем метеорологической информации, права и обязательства обеих сторон, принципы и формы оплаты метеорологических услуг и другие положения.

В условиях развивающегося информационного рынка реализуется тезис о *двухуровневой системе* функционирования метеорологической службы. К первому уровню системы относятся организации, производящие метеорологическую информацию, а ко второму – организации, реализующие данную информацию, осуществляющие посредническую деятельность в рамках специализированного обеспечения.

Платное метеорологическое обеспечение требует создания коммерческой культуры через образовательный процесс, через соответствующую подготовку кадров, работающих с потребителем.

В условиях рыночной экономики и расширения потребительского спроса на метеорологическую продукцию особая роль в реализации этой продукции отводится теории маркетинга. К настоящему времени сформировались ведущие центры в области гидрометеорологии: Республиканский центр по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды, областные центры по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, Республиканский авиационно-метеорологический центр. Завершающим в этом ряду должен стать Центр маркетинговых исследований - учреждение, занимающееся исследованием метеорологического рынка в целях более эффективного сбыта метеорологической продукции и услуг в интересах как поставщика, так и потребителя. В итоге Гидрометслужба как государственный сектор экономики успешно осваивает рыночные методы и на этой основе развивает специализированное метеорологическое обеспечение.

Экономическая модель информационной деятельности Гидромета содержит следующие основные положения:

- развитие специализированных структур – метеоагентств;
- разработка единых методов ценообразования на основе учета всех издержек на содержание подразделений Гидромета;
- реализация маркетинговой (рыночной) стратегии метеорологического обеспечения;
- создание и развитие нормативно-правовой базы специализированного метеорологического обеспечения.

Вместе с тем государство сохраняет за собой регулирование ключевых положений в практической области гидрометеорологии:

- определение участников деятельности в данной области;
- перечень работ, финансируемых из бюджета;
- перечень информационной продукции общего назначения, распространяемой за счет республиканского бюджета;
- условия доступа к информационной продукции (в том числе регламентация целевой передачи информации частным лицам);

- регулирование международного информационного обмена;
- регулирование авторского права;
- развитие сотрудничества с коммерческим сектором.

Частичный перевод Гидрометслужбы на коммерческую основу позволяет использовать региональную автономию, выбирать приоритеты в предоставлении специализированных услуг, входить в кооперацию с другими организациями исходя из требований рынка и интересов потребителей.

Специализированное метеорологическое обеспечение в условиях информационного рынка сталкивается с проблемой разработки тарифов на некоторые виды специализированной информации. Особое значение при этом придается установлению цен и порядку оплаты адресного специализированного метеорологического обеспечения. Однако решение этой проблемы неизбежно порождает другую: поставщик (разработчик) информации может воспринять тарифные ставки как достижение конечной цели. Тарификация не раскрывает того, насколько используемая потребителем метеорологическая информация в действительности отвечает производственным интересам потребителя. Экономическая полезность, например, прогнозов погоды не включается в основу тарифных оценок. Это порождает со временем определенный нигилизм и даже негативное отношение, в частности, к развитию методов прогнозирования.

Все больший интерес проявляется к разработке автоматизированных систем и технологий специализированного метеорологического обеспечения. При этом постоянно растет необходимость правовой защиты гидрометеорологической информации от несанкционированного доступа.

1.6.6.2. Взаимодействие между поставщиком и потребителем

Организация специализированного метеорологического обеспечения предусматривает необходимость определения принципов взаимодействия с потребителями. Как уже отмечалось правовой базой для проведения специализированного гидрометеорологического обеспечения является Закон «О гидрометеорологической деятельности», «Положение о порядке предоставления государственной гидрометеорологической службой гидрометеорологической информации потребителям такой информации», Закон «Об обращениях граждан и юридических лиц».

Основной принцип – обязательное следование положениям правовых документов, предусматривающих:

- определение участников совместной деятельности;
- регламентацию условий передачи метеорологической информации;
- защиту метеорологической информации от несанкционированного использования, включая реэкспорт;
- коммерческие требования к поставщику и потребителю метеорологической информации;
- соблюдение процедур и условий доступа к метеорологической информации.

Принципы оперативного (повседневного) взаимодействия сводятся к следующим:

1. Предоставление потребителю метеорологической информации в полном соответствии содержанию Договора о специализированном метеорологическом обеспечении.

2. Предоставление поставщику полной информации о результативности (экономической полезности) использования метеорологической информации (фактической, прогностической, климатической) в данной области производства. Оценка экономического эффекта и экономической эффективности данного вида метеорологической информации устанавливается по совместному соглашению на основании методов, существующих в экономической метеорологии. Ряд отраслевых организаций, предприятий и фирм не ведут такого учета влияния метеорологических условий на их хозяйственную деятельность, не сообщают сведения, необходимые для расчета прямого экономического эффекта использования метеорологической информации. Все это снижает экономическую полезность столь выгодного в экономической практике метеорологического ресурса.

3. Установление цен данного вида метеорологической информации по полной стоимости с учетом ее экономической полезности.

4. Возмещение потребителю затрат, понесенных им при определенном уровне неоправдавшихся прогнозов.

5. Периодическое уточнение договорных основ специализированного метеорологического обеспечения.

Таким образом, во взаимодействии поставщика и потребителя основным является экономический механизм в сочетании с государственным регулированием и рыночными подходами.

Перспективное развитие специализированного метеорологического обеспечения предусматривает переход от *концепции информирования* потребителей к *рекомендательной концепции*.

Отсюда видно, что себестоимость прогноза включает в себя следующие статьи затрат:

- 1) на проведение метеорологических наблюдений (ресурсная суточная стоимость энергии, амортизации);
- 2) на передачу информации (суточная стоимость каналов связи);
- 3) на разработку прогноза (ресурсная суточная стоимость технических средств приема, обработки информации и расчета ожидаемых метеорологических характеристик).

Все статьи затрат включают оплату труда.

Аналогичным образом можно выделить статьи затрат на производство исходной (текущей) и климатологической информации. Представляется возможным определить себестоимость на специализированные виды метеорологического обеспечения.

Таким образом, в рамках экономической метеорологии вводится понятие **метеорологическая себестоимость**. Метеорологическая себестоимость (в дальнейшем просто себестоимость) не может и не должна быть консервативной

экономической величиной. Затраты на отдельные статьи расхода меняются во времени по причине изменения экономических показателей развития страны. Кроме того, Гидрометслужба как поставщик гидрометеорологической продукции заинтересована в снижении себестоимости на отдельные виды метеорологической информации, на специализированное метеорологическое обеспечение, включая ее отдельные виды.

Возвращаясь теперь к понятию *цена на метеорологическую информацию*, рассмотрим, какие же составляющие образуют превышение себестоимости.

Выше отмечалось, что цена превышает себестоимость. Это означает, что поставщик имеет право включать в цену кроме себестоимости ряд таких статей, которые формируют и поддерживают его жизнеобеспечение.

Цена - это косвенное выражение стоимости продукции (овеществленного труда), а в условиях разработки и сбыта метеорологической информации – перевода интеллектуального труда в экономическую полезность потребителя.

При определении цены на ту или иную специализированную метеорологическую информацию ее себестоимость, а значит и себестоимость организации специализированного метеорологического обеспечения, имеет более расширенное толкование. Обеспечение жизнедеятельности гидрометеорологической службы достигается при условии, если в себестоимость при определении цены на гидрометеорологическую информацию включаются *общеотраслевые и функциональные затраты* поставщика.

Общеотраслевые затраты включают капитальные расходы (строительство, прирост основных фондов и другие), а также приобретение оборудования и предметов длительного пользования. Как правило, это затраты, охватывающие Гидрометслужбу как отрасль.

Функциональные затраты охватывают те статьи расходов, которые связаны непосредственно с деятельностью региональных метеорологических служб. Это прежде всего, расходы в рамках фонда заработной платы (должностные оклады, дополнительные оплаты, премии, оплата товаров и услуг, социальное и медицинское страхование), а также материальные затраты, которые представляют собой расходы на приобретение материалов и техники для текущей работы и хозяйственных целей, расходы на командировки, на оплату транспортных и коммунальных услуг и т. п.), т. е. в основном эксплуатационные расходы.

Метеорологическая себестоимость тем самым получает более полное определение.

Несмотря на включение в себестоимость (информации, обеспечения) всех возможных издержек, она еще не образует цену, а лишь отражает ее. Метеорологическая информация и прогнозы погоды в особенности – уникальная информационная продукция. Ее главное качество – высокая **производственная и социальная экономическая полезность**, что отличает данный вид продукции в обществе от всех других. Потребитель приобретает не саму продукцию (информацию), а ее качество - способность продукции (информации) обеспечить ему достижение цели. Потребитель получает, в сущности, не текст прогноза, а возможность получить выгоду с помощью его содержания.

Однако при этом обнаруживается одно очень важное обстоятельство. Увлечение собственно коммерциализацией сопряжено с опасностью утраты понимания целевой задачи национальных метеорологических служб. Потребитель не должен выступать только в качестве субъекта денежного расчета, не должен ограничиваться только операцией оплаты.

Специализированное метеорологическое обеспечение достигает цели не тогда, когда удовлетворяется договорная сделка на метеорологическом рынке, а только в том случае, когда это обеспечение материализуется в экономическую выгоду потребителя. Все потребители образуют единую экономическую область в виде **метеорологического потребителя** в стране, созидательные функции которого известны. Гидрометеорологическая служба как объективное порождение потребностей экономики обеспечивает выполнение заказов последней и тем самым способствует экономическому развитию общества.

В сложившихся рыночных условиях потребитель приобретает метеорологическую информацию в целях достижения выгоды от ее использования. *При этом он оплачивает не себестоимость, какой бы она ни была, а пользу для своей хозяйственной практики. Следовательно, цена метеорологической информации должна содержать определенную долю от экономической выгоды, получаемой за счет этой информации.*

Цена не может ограничиваться детализированным набором затрат на разработку метеорологической информации. Это лишь часть цены, образуемая в сфере поставщика. Другая - находится в области реализации этой информации - у потребителя. Договорная *себестоимостная* цена – это лишь базовое условие в расчетах с потребителем. Полная цена требует прироста договорной на величину, пропорциональную экономическому эффекту от использования метеорологической информации. Величина прироста решается совместно с потребителем на научной основе и оценках полезности, выполненных в хозяйственной практике.

Таким образом, цена на метеорологическую информацию есть сверхэквивалентное достоинство, отражающее ее создание и выраженное в деньгах.

Коммерческая деятельность в системе Гидромета не является предпринимательской, т. е. не направлена на получение прибыли, что отвечает ее уставной деятельности. Вся сумма доходов идет на частичное возмещение затрат на подготовку, обработку и передачу информации, на содержание сети наблюдений, на разработку прогностической информации и организацию специализированного метеорологического обеспечения. В решении задач экономической метеорологии проблема ценообразования стала международной. В разных странах она решалась в различных социально-экономических условиях и при различном бюджетном обеспечении. В последнее десятилетие XXI в. эта проблема стала в центре внимания ВМО.

В ряде стран ближнего и дальнего зарубежья коммерциализация специализированного метеорологического обеспечения не ограничивается концепцией «возмещения затрат». Так, в Республике Узбекистан предусматривается учет величины предотвращенного ущерба при определении

договорной цены. Коммерциализация в Великобритании, начатая в 1984 г. и приносящая в последние годы годовой доход около 10 млн. фунтов стерлингов, переходит в новую фазу развития. Метеорологическая служба Великобритании численностью в 2300 человек, обретая статус Торгового фонда, решает задачу максимизации прибыли, что возможно при учете в договорных ценах экономической полезности использования метеорологической информации.

Приведенные положения позволяют представить некоторые методы расчета цены в формализованном виде.

1. Цена P устанавливается на основании учета ограниченного круга издержек и средней нормы прибыли

$$P = a + b + p(a + b),$$

где a – затраты, необходимые на разработку данного вида метеорологической информации, b – административные расходы, p – норма прибыли.

Норма прибыли p устанавливается совместно с потребителем при инициативной роли поставщика. По некоторым видам специализированного метеорологического обеспечения величина p колеблется в пределах 0,1-0,3. Нормативный уровень рентабельности p в Узбекистане, например, составляет 0,35 (прогнозы селевых потоков, схода снежных лавин и др.).

2. Цена устанавливается на основании расчета полных затрат на производство данного вида метеорологической информации

$$p = A + pA,$$

где A – система в виде полных затрат (общепромышленные и функциональные), p – нормативная надбавка к себестоимости.

Нормативная надбавка, или наценка, к себестоимости позволяет обеспечить частичное возмещение расходов на развитие гидрометеорологической службы.

Странами-членами Европейского сообщества создана Комиссия по коммерциализации гидрометеобеспечения национальными гидрометеорологическими службами (ECOMET). Эта комиссия в Европейской экономической зоне (ЕЭЗ) контролирует финансовые компенсации за использование метеорологической информации между национальными гидрометслужбами и странами, не входящими в ЕЭЗ. При расчете предельной себестоимости разрешается наценка в размере 15 % ($p = 0,15$), что в ЕЭЗ обеспечивает возмещение затрат в гидрометслужбе за счет коммерческой деятельности до 3 %. Остальная доля затрат приходится на бюджет.

В будущем потребитель будет заинтересован приобрести не просто метеорологическую информацию, а **информационный комплекс**, включающий как информацию, так и практические рекомендации по принятию погодно-хозяйственных решений. Реализация такой комплексной услуги позволит потребителю получить значительно большую выгоду.

Например, при Метеоагентстве Росгидромета организован отдел цен и тарифов (ОЦТ), выполняющий стоимостную оценку специализированной гидрометеорологической продукции, информации, гидрометеорологических услуг и работ. В функции ОЦТ входит разработка методических рекомендаций и указаний по ценообразованию в системе Росгидромета.

1.6.7. Требования, предъявляемые к специализированному гидрометеорологическому обеспечению

К специализированному метеорологическому обеспечению потребители предъявляют следующие требования.

1. По *форме и содержанию* запрашиваемой метеорологической информации. Форма - это текстовое, табличное, графическое, картографическое или иное отображение метеорологической информации. Содержание - информация как таковая в числовом выражении и пространственно-временном отображении. Потребителю необходимы та форма и то содержание метеорологической информации, которые наиболее полно отвечают конкретной специфике производственной или иной деятельности потребителя. Форма и содержание информации и другой метеорологической продукции могут изменяться, соответствовать динамике развития или иным требованиям потребителя.

Содержание метеорологической информации должно быть доступным пониманию специалиста в области ее реализации.

2. По *полноте и достоверности* климатической информации

3. По *точности и успешности* метеорологических прогнозов (условий погоды, опасных и стихийных гидрометеорологических явлений). Достижение необходимой точности прогноза и его адекватности фактической погоде - задача достаточно сложная применительно к конкретному потребителю. Возможности прогнозирования могут не отвечать чрезмерным, неоправданным требованиям. Чтобы исключить это несоответствие, требования потребителей должны быть теоретически обоснованы на базе метеоролого-экономического моделирования конкретной производственной или иной деятельности.

4. По *оперативности* экстренных сообщений, предупреждений об особо опасных метеорологических явлениях.

5. По необходимости разработки новых технологий специализированного метеорологического обеспечения. Это может быть более полное освещение метеорологической информации в компьютерных системах, алгоритмическое включение ее в программы автоматических систем управления, выдача потребителю погодо-хозяйственных решений на базе метеорологических прогнозов и другие технологии.

6. По контролю качества специализированного метеорологического обеспечения и достижения его экономической полезности

7. По ответственности поставщика метеорологической информации (и продукции) за возможный экономический ущерб понесенный потребителем при допущенных ошибках в специализированном метеорологическом обеспечении.

Важным условием достижения результатов предъявляемых требований является необходимость того, чтобы потребитель знал, что он требует, а поставщик метеорологической информации был хорошо осведомлен в специфике деятельности потребителя. Отсюда очевидно, что специализированное метеообеспечение должно быть отраслевым, профильным.

Потери, или убытки, по метеорологическим причинам - это материальные или иного вида потери в отдельной отрасли или на отдельном производственном объекте, вызванные неблагоприятными условиями погоды при известных отношениях потребителя к защитным мерам.

При оценке влияния метеорологических условий используется следующая *классификация потерь (убытков)*.

Возможные потери L - если потребитель не располагает необходимой метеорологической информацией или ее не использует. Это максимальные потери (убытки), вызванные опасным явлением или неблагоприятным условием погоды. При использовании прогнозов это будут потери, связанные с пропуском явления.

Предотвращенные потери L_{Π} - часть возможных потерь, которые удастся предотвратить благодаря успешным прогнозам и заблаговременно принятым мерам защиты.

Непредотвращенные (реальные) потери L_H - та часть максимально возможных потерь, которую не удастся предотвратить, несмотря на принимаемые меры защиты. Потери (убытки), которые несет потребитель, чаще всего полностью предотвратить невозможно. Это характерно для любой области производства, в той или иной мере зависимой от погоды и климата. Идеальные меры защиты носят крайне ограниченное применение для небольшой части хозяйственных или иных работ. Для таких потребителей, как морской флот (морские порты, транспортные операции и др.), строительство, сельское хозяйство, энергетика, меры защиты носят частичный характер, т. е. не являются кардинальными. Тем не менее непредотвращенные потери *потенциально предотвратимы*.

Непредотвратимые потери $L_{\Pi\Pi}$ - убытки, которые невозможно предотвратить. Такого рода потери неизбежны даже при заблаговременном и успешном прогнозе. Они отмечаются в сельском и лесном хозяйстве, в авиации, в строительстве и в других отраслях. Так, в сельском хозяйстве сильные ветры с ливневыми дождями и градом могут принести значительные потери злаковым и другим сельскохозяйственным культурам. Длительные дожди, сильные морозы могут приостановить строительные работы. Сильные и продолжительные туманы в аэропортах вызывают непредотвратимые потери в работе авиации.

В каждой области производства потребитель *должен знать*, какие он несет потери (средние и максимальные) в различные сезоны в зависимости от разных явлений и условий погоды.

Реальные потери могут быть *прямыми* (разрушение, затопление, обрыв линий электропередачи и т. п.) и *косвенными* (простой производственных объектов вследствие повреждения ЛЭП по метеоусловиям).

Величина реальных, непредотвращенных убытков определяется

следующими факторами:

- степень воздействия (интенсивностью и продолжительностью) опасного явления на объект;
- масштабностью объекта воздействия;
- эффективностью мер защиты;
- заблаговременностью и успешностью прогнозов погоды и предупреждений об ОЯ и НГЯ.

Экономическая информация потребителя - это не только потери (убытки, расходы, издержки и т. п.), но и доходы, если этому благоприятствуют условия погоды. *Доходы, получаемые потребителем по метеорологическим условиям*, - это та польза, которую он извлекает из прогностических сведений, если изучен погодо - хозяйственный механизм, при котором доходы возможны. Доходы, обусловленные погодой и климатом, наиболее типичны в сельскохозяйственном производстве. Благоприятные погодные условия могут приносить доходы в работе рыбопромыслового флота, в строительстве и во многих других областях производства.

Экономическая информация, относящаяся к конкретному потребителю, позволяет выполнить ряд экономико-метеорологических операций как в области принятия решений, так и для оценки экономической полезности прогнозов.

1.7. СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОЕ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОТДЕЛЬНЫХ ВИДОВ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Одним из важных видов метеорологического обслуживания является **метеорологическая информация**, т.е. оповещение организаций о текущей или наблюдавшейся за непродолжительный период времени погоде над определенной территорией.

Все метеорологические величины, явления погоды и климатические характеристики составляют сложный набор положительных и отрицательных метеорологических факторов. В различных областях человеческой деятельности они проявляются в виде физических процессов воздействия на ту или иную область производства и вызывают как благоприятные, так и неблагоприятные последствия.

Вся информация о состоянии метеорологической среды, поступающая к потребителям, составляет основу метеорологического обеспечения как постоянного и обязательного процесса функционирования экономики и социальной сферы.

Уже отмечено, что наибольшую ценность, судя по спросу и масштабности использования, имеют метеорологические прогнозы. Все прогностические подразделения, разрабатывающие прогнозы различной продолжительности, осуществляют метеорологическое обеспечение по общей схеме типа «кому, что, сколько, куда и зачем».

Содержание гидрометеорологического обеспечения различных видов экономической деятельности оформляется в виде перечня задач, выполняемых

оперативным прогностическим подразделением (исполнителем) по запросу потребителя (заказчика) и согласованию с ним.

Они включаются в договор по оказанию информационных (консультационных) услуг. При этом достигается согласие между желанием потребителя и возможностью поставщика в разработке той или иной специализированной продукции.

Гидрометеорологическое обеспечение включает метеорологическое, гидрологическое и агрометеорологическое обеспечение.

Общая схема метеорологического обеспечения, включаемая в договор, содержит:

- вид информации, передаваемой потребителю,
- район обеспечения (обслуживания),
- сроки действия прогнозов (прогностический период),
- срок представления прогнозов (время передачи),
- ответственных за составление и доведение прогностической информации до потребителя, а также другие вопросы информационного обеспечения, представляющие интерес для потребителя.

В схему включается требование потребителя к «штормовой» информации - разработке предупреждений об ОЯ и НГЯ.

Далее будет рассмотрено специализированное метеорологическое обеспечение отдельных видов экономической деятельности по следующему плану:

- 1) специфика и краткая характеристика вида экономической деятельности;
- 2) гидрометеорологические явления, оказывающие влияние на функционирование данного вида деятельности;
- 3) специализированная гидрометеорологическая информация, необходимая для оптимальной работы данного вида деятельности.

1.7.1. Метеорологическое обеспечение энергетики

Энергетика – важнейшая отрасль экономики страны. Согласно действующему Общегосударственному классификатору Республики Беларусь "Виды экономической деятельности" (ОКРБ 005-2011) она включает деятельность по производству и передаче электроэнергии и газа, обеспечению тепловой энергией (паром, горячей водой) и кондиционированным воздухом. В данную секцию включено распределение электроэнергии, природного газа, пара, горячей воды по постоянным сетям (кабелям, воздушным линиям электропередач, газопроводам, водопроводам). Также включена деятельность по распределению электроэнергии, газа, пара, горячей воды к промышленным объектам, жилым массивам (рисунок 32).

Многообразие видов работ, осуществляемых на открытом воздухе, требует *избирательного и обширного гидрометеорологического обеспечения*. Это касается проектирования новых энергетических объектов, их строительства и

ежедневного функционирования, обеспечивающего энергоснабжение всех отраслей экономики.

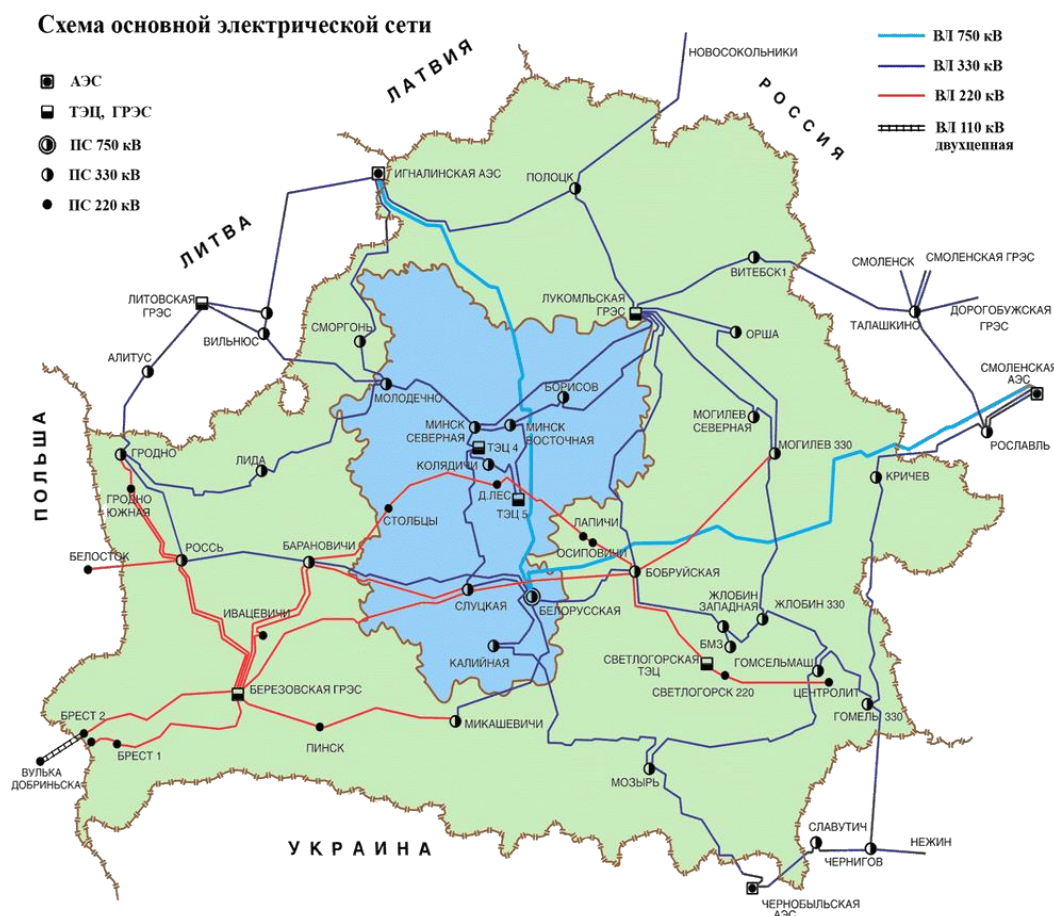


Рисунок 32. - Белорусская энергосистема (<http://www.minskenergo.by/>)

Электроэнергетическая система состоит из электростанций, линий электропередач (ЛЭП), подстанций и тепловых сетей, связанных общим режимом и непрерывностью процесса. Основной ее задачей является качественное и надежное электроснабжение всех видов экономической деятельности и населения. В Беларуси электроэнергетика состоит практически из электростанций одного типа - тепловых. Это ГРЭС (государственные районные электростанции) и ТЭЦ (теплоэлектроцентрали). Также в стране есть ГЭС и ВЭУ (Гродненская, Минская и Могилевская области). Особенностью электроэнергетики является комбинированное производство электроэнергии и тепла на теплоэлектроцентралях (ТЭЦ). Теплосеть, как самостоятельная организация энергосистемы, осуществляет снабжение теплом, вырабатываемым на ТЭЦ, промышленные предприятия и население. Высоковольтная сеть обеспечивает передачу и распределение электроэнергии по ЛЭП через распределительные устройства подстанций (трансформаторные и преобразующие электростанции - ЭПС). Общая длина ЛЭП в Беларуси около 270 тыс. км. Нормальное, безаварийное функционирование электроэнергетической системы осуществляется при обязательном и оперативном учете *фактических* и *прогнозируемых* условий погоды и состояния водоемов, а также *обобщенных* многолетних данных.

На стадии проектирования и строительства широко используются *климатические материалы*. Они выбираются или определяются потребителем (по конкретным предприятиям ТЭК) на основании сведений, предоставляемых Белгидрометом. Так, для проектирования и строительства источников электроэнергии (ГЭС, ТЭЦ и др.) необходимы данные многолетнего метеорологического и гидрологического режимов в пункте строительства, регионе (водозапасы, расходы воды, экстремальные и расчетные температуры воздуха). Строительство ЛЭП требует сведений, содержащих данные о максимальных размерах гололедно-изморозевых отложений (вид, масса и продолжительность), а также о максимальной скорости ветра и минимальной температуре воздуха на протяжении маршрута строительства. Метеорологические сведения позволяют рассчитать гололедно-ветровую нагрузку и эквивалентную скорость ветра в заданном пункте, смоделировать распределение механических напряжений и экстремальные условия несущих опор.

Также широко используются нормативные климатические параметры, представленные в СНиПах (строительных нормах и правилах). Во второй части СНиПа содержатся нормативные правила и требования, связанные со строительной климатологией, геофизикой, нагрузками и воздействиями применительно к конкретному объекту проектирования и строительства. Однако энергетическое и гидротехническое строительство требует ряда дополнительных климатических параметров или уточнения данных СНиПа, что относится уже к области специализированного метеорологического обеспечения.

Выделяют две группы гидрометеорологических параметров во всей совокупности *специализированного обеспечения электроэнергетики*.

Первая группа параметров, влияющих на выработку электроэнергии. В нее входят: водозапасы, расходы воды, информация о средних месячных и экстремальных суммах осадков, о количестве и продолжительности ливневых осадков в суточном режиме гидрологических данных. Выработка электроэнергии на тепловых станциях является относительно стационарной и обусловлена энергетической потребностью города, региона.

Вторая группа параметров, влияющих на потребление электроэнергии. Режим потребителя электроэнергии в значительной мере зависит от температуры воздуха и естественной освещенности, учитываемой по конкретному региону страны, а также от потребностей в этом виде энергоресурсов развивающегося производства.

Так, изменение средней суточной температуры на 1 °С приводит к изменению генерирующей мощности на сотни тысяч кВт и соответственно к изменению расходов условного топлива. Степень освещенности в том или ином городе, регионе определяют облачность и суммарная радиация. Например, в декабре при изменении облачности от небольшой до сплошной (или наоборот) увеличивается (или уменьшается) потребление электроэнергии примерно на 5 %, что эквивалентно 1 млн кВт. Освещенность зависит и от явлений погоды, снижающих видимость. Это осадки, метели, пыльные бури и другие. Прогноз

ясной погоды позволяет уменьшить нагрузку и выработку электроэнергии на электростанциях, а пасмурной – предусмотреть повышенную нагрузку.

Особое внимание уделяется оперативному метеорологическому обеспечению высоковольтной сети данного региона.

В холодный период года необходим прогноз гололедно-ветровых нагрузок, а в летний – грозовых условий погоды.

Отложение на проводах *гололеда* и *изморози*, сопровождаемое *сильным ветром*, может привести к обрыву проводов и поломке опор. Это необходимо учитывать и в случаях выпадения мокрого снега с последующим резким понижением температуры, что может быть связано с прохождением холодного фронта (рисунок 33).



Рисунок 33. - Отложение на проводах гололеда и изморози

«Пляска проводов» (раскачивание) - одна из причин серьезных аварий на ЛЭП. Она происходит в осенне-зимний период, когда на проводах наблюдается односторонний гололед малых и средних размеров при ветре 15-20 м/с и температуре воздуха 0 - -5 °С. "Пляска проводов" может продолжаться от нескольких часов до суток и более и прекращается при опадании гололеда. Для ускорения плавления гололеда увеличивают ток больше номинального или применяют механическое воздействие.

Большое значение имеет заблаговременное предупреждение о *грозах*, которое позволяет своевременно перейти на грозовой режим работы, ввести в действие предусмотренные им меры защиты и таким образом заметно снизить потери.

Грозы оказывают самое неблагоприятное воздействие на оборудование ЛЭП и работу подстанций. Возникающее в момент грозовых разрядов электрическое перенапряжение распространяется по проводам ЛЭП и распределительным устройствам. Большая часть повреждений связана с ударами молний. Грозы могут вызывать аварии генераторов, подстанций и трансформаторов (рисунок 34).

Сильное увлажнение, туманы снижают разрядные характеристики изоляции, а налипание мокрого снега и эти же явления могут повредить ее. Кроме того, высокая влажность и гололедно-изморозевые отложения на проводах вызывают потери электрической энергии на «корону». «Корона» (коронный разряд) создается вокруг проводов ЛЭП при критическом напряжении на проводе. При этом возрастают потери, и, как следствие, увеличивается суммарное потребление активной мощности и электроэнергии.



Рисунок 34. – Воздействие гроз на ЛЭП

Прогноз хода температуры воздуха позволяет диспетчерской службе регулировать рабочую мощность энергосистемы, увеличить надежность энерго- и теплоснабжения потребителей. С получением прогноза об ожидаемых опасных и неблагоприятных гидрометеорологических явлениях или соответствующего штормового предупреждения усиливаются аварийные бригады, повышается готовность техники и транспортных средств, проводятся дополнительные осмотры ЛЭП, высоковольтных линий и подстанций. Эти меры позволяют значительно сократить время перебоев в электроснабжении. Месячные прогнозы аномалий температуры воздуха могут использоваться для уточнения планов топливоснабжения ТЭЦ, установки и ремонта линий электропередач.

При эксплуатации ГЭС большое значение имеют прогнозы объемов притока воды в водохранилище, уровней воды, ледовых явлений и др. К гидрологическим явлениям, затрудняющим работу энергетики, относятся заторы, зажоры льда и мощный ледоход на реках.

Графики работы энергосистемы составляются на год, месяц, декаду и на каждый день.

К опасным для электроэнергетики явлениям погоды относятся:

- 1) гроза любой интенсивности;
- 2) скорость ветра 30 м/с и более;
- 3) отложения гололеда на ЛЭП толщиной 20 мм и более, мокрого снега или сложного отложения льда толщиной 35 мм и более;
- 4) дожди интенсивностью 50 мм/12 ч и более, ливни интенсивностью 30 мм/ч;
- 5) резкие изменения температуры воздуха (10 °С в сутки и более);
- 6) продолжительные морозы (-30 °С и ниже) и продолжительная жара (30 °С и выше).

Для оптимального режима работы предприятий электроэнергетической системы необходима следующая специализированная гидрометеорологическая информация:

- 1) прогнозы погоды на сутки и последующие 2-е суток;
- 2) штормовые предупреждения об ОЯ и НГЯ (грозы, гололед и изморозь, отложения мокрого снега и сложные отложения, сильные ветры и шквалы, метели, температура воздуха ниже - 30 °С, сильные дожди и интенсивный мокрый снег, температура воздуха +30 °С и выше, переход температуры воздуха через 0 °С, туманы, резкие изменения погоды);
- 3) специализированные прогнозы среднесуточной температуры воздуха и облачности по районам расположения энергообъектов;
- 4) оперативная гидрологическая информация;
- 5) гидрологические прогнозы притока воды в водохранилища, уровней воды, сроков вскрытия рек и появления ледовых явлений;
- 6) предупреждения об опасных гидрологических явлениях на реках в местах, пересекаемых ЛЭП и трубопроводами;
- 7) обобщенные климатические и гидрологические материалы (ежемесячники, ежегодники, справочники и др.).

Сейчас в Беларуси активно ведется работа, направленная на использование нетрадиционных источников электроэнергии. Первый из них - энергия ветра. В стране уже определены 1840 пунктов, где можно поставить ветроэнергетические установки, хотя скорость ветра в среднем не более 3.5-5 м/с, а для экономической выгоды ВЭУ она должна достигать 7-12 м/с. Сейчас действуют установки более чем в 10 пунктах трех областей республики. Второй источник нетрадиционной энергии - солнечная энергия. Однако в Беларуси она будет обходиться значительно дороже, чем гидравлическая и даже ветровая, по причине малого количества солнечных дней в году (по метеорологическим данным, в Беларуси в среднем за год: 150 – пасмурных дней, 185 дней – с переменной облачностью и только 30 дней - солнечных).

1.7.2. Метеорологическое обеспечение горнодобывающей промышленности

Горнодобывающая промышленность - это комплекс видов экономической деятельности, которые занимаются добычей и обогащением полезных

ископаемых. В структуре горнодобывающей промышленности важное место принадлежит добыче *топливно-энергетических полезных ископаемых*.

Добыча полезных ископаемых может вестись открытым (карьерным) способом, подземным (шахтным) способом, путем эксплуатации скважин, разработки морского дна и т.д. Каждый из перечисленных способов добычи требует постоянного учета гидрометеорологического фактора.

Согласно действующему Общегосударственному классификатору Республики Беларусь «Виды экономической деятельности» (ОКРБ 005-2011) транспортирование грузов по трубопроводам относится к группе «транспорт и связь» в структуре «сферы услуг». В нашем случае рассмотрение влияния гидрометеорологического фактора целесообразно на весь комплекс, начиная от добычи до транспортировки полезных ископаемых.

Добыча и транспортировка нефти. Месторождения с промышленными запасами нефти в Беларуси сосредоточены на территории Припятского нефтеносного бассейна. В регионе открыто 65 месторождений и пробурено более 2 тыс. глубоких нефтяных скважин. Нефть добывают на нефтяном промысле, который представляет из себя комплекс скважин, трубопроводов и установок для извлечения нефти, подводящие нефтепроводы, замерную установку, подключающую 10-30 скважин, газонефтяной сепаратор и специальные резервуары для накопления товарной нефти, откуда она поступает в магистральный нефтепровод или в цистерны. Дальнейшая транспортировка нефти осуществляется по магистральным нефтепроводам с помощью головных и промежуточных нефтеперекачивающих станций.

Существенное влияние на работы по разведке нефти и на разведочное бурение оказывают *гололед, метели, сильные ливни, туманы и сильный ветер*, которые затрудняют и даже прекращают ведение работ. *Снегопады, метели, дожди, ливни* оказывают влияние на состояние подъездных путей на промыслах и на работу транспорта.

Важное место в специализированном метеорологическом обеспечении занимает информация о *грозах*. Вести работу на газопроводе и нефтепроводе при грозах строго запрещено. Поэтому предупреждения должны поступать минимум за 2–3 часа до начала и прекращения работ.

Ветер более 15 м/с раскачивает буровые вышки и мешает производить цементные работы на скважинах, затрудняет аварийные работы. В холодную погоду такой ветер вызывает перерасход пара и газа, необходимых для обогрева объектов и нефтепроводов. При скорости ветра 15 м/с прекращается монтаж буровых вышек и их подвозка, а при скорости 22 м/с и более - прекращаются верховые работы на буровых вышках и другие работы на открытом воздухе.

Одним из ответственных периодов в работе предприятий по добыче нефти является подготовка наземного и подземного хозяйства нефтяных промыслов к зиме. Подготовка заключается в проведении работ по утеплению нефтепроводов, так как *температура воздуха ниже -25 °С* повышает вязкость нефти и затрудняет ее перекачку. При *температуре ниже -35 °С без ветра или -30 °С с ветром* работа на буровых запрещена. Колебания температуры грунта на глубине залегания трубопроводов могут привести к гидрообразованию в нефтетрубах,

гофрированию труб и образованию свищей на трубах, что может привести к аварии на нефтепроводе.

Для обеспечения безопасной эксплуатации проходящих по территории республики нефтепроводов *важна информация о состоянии рек* в местах пересечения их нефтепроводом, особенно в период половодья.

Для оптимального режима работы предприятий по добыче нефти необходима следующая специализированная гидрометеорологическая информация:

1) прогнозы погоды на сутки (с разделением на полусутки), последующие 2-е суток, неделю, месяц;

2) штормовые предупреждения об ОЯ и НГЯ (ветер 15 м/с и более, гололед, снегопады, метели, сильные дожди, грозы, туманы, понижение температуры воздуха до -25°C и ниже, переход температуры воздуха осенью через 0°C);

3) долгосрочные гидрологические прогнозы сроков вскрытия рек и максимальных уровней весеннего половодья, сроков появления ледяных образований;

4) предупреждения об опасных гидрологических явлениях на реках в местах, пересекаемых нефтепроводами;

5) расчет уровней и расходов заданной вероятности превышения по водотокам для обеспечения прокладки трубопроводов, морфометрические характеристики русел водотоков.

Для специализированного гидрометеорологического обеспечения нефтепромысла на море составляются прогнозы ветра и волнения, температуры воздуха и воды, прогнозы гроз и явлений, понижающих видимость. Это позволяет своевременно принимать меры, обеспечивающие безопасность работ на морских нефтепромыслах, с наименьшими затратами производить завоз производственных материалов и топлива и транспортировку нефти на берег.

Добыча и транспортировка газа на месторождении осуществляется с помощью специального бурового оборудования и газокompрессорных станций, обеспечивающих повышение давления газа при его добыче, транспортировке и хранении. Для транспортировки природного газа на большие расстояния используется магистральный газопровод. Газораспределительные станции служат для понижения давления газа при подаче его потребителю. Наиболее крупными потребителями газа являются ТЭЦ и предприятия различных отраслей промышленности.

Регулировка подачи газа по системам газопроводов для обеспечения отраслей экономики и населения в значительной мере зависит от *изменений погоды*, особенно в холодный период года. Так, при прогнозе длительных морозов газ должен заблаговременно накапливаться в резервных хранилищах, так как понижение температуры наружного воздуха и сильный ветер приводят к резкому увеличению отбора газа коммунально-бытовыми службами. Зимой при понижении температуры воздуха на 1°C потребление газа возрастает на 1 %. Возможность прогнозировать газопотребление и своевременно перестраивать потоки природного газа по газотранспортным системам дают *прогнозы температуры воздуха*.

Зимой в газопроводах могут образовываться гидратные соединения углеводорода с водой, которые замерзают и образуют пробки, что снижает или полностью прекращает транспортировку газа по газопроводу и его подачу потребителям. При низких температурах зимой может произойти разрыв газопровода. Неравномерность распределения температуры воздуха по трассе газопровода вызывает термическую напряженность труб, что приводит к их гофрированию и образованию свищей. Важное значение для работы на газопроводах занимают *грозы*. Вести работы на газопроводах при грозах строго запрещено. Предупреждения о них необходимы за 2-3 часа для своевременного прекращения работ.

Ветер, осадки, метели, гололед влияют не столько на процесс добычи газа и эксплуатацию газопроводов, сколько на хозяйство, входящее в их систему.

Гидрологическая информация о состоянии рек в период развития весеннего половодья необходима для обеспечения безопасной эксплуатации газопроводов в местах пересечения их с рекой.

Таким образом, к опасным гидрометеорологическим явлениям в этой системе относятся:

- 1) метели (в прогнозе указывают скорость ветра);
- 2) гололед любой интенсивности;
- 3) грозы любой интенсивности;
- 4) понижение температуры воздуха до -25°C ;
- 5) длительные дожди с количеством осадков 7 мм и более за 12 ч и менее;
- 6) скорость ветра 15 м/с и более;
- 7) глубокое промерзание почвы.

Для оптимального режима работы газотранспортной системы необходима следующая специализированная гидрометеорологическая информация:

- 1) прогнозы погоды на сутки, последующие 2-е суток, неделю, месяц;
- 2) штормовые предупреждения об ОЯ и НГЯ (метели, гололедно-изморозевые явления, грозы, температура воздуха -25°C и ниже, продолжительные дожди, ветер 15 м/с и более);
- 3) сведения о глубине промерзания почвы;
- 4) оперативная гидрологическая информация;
- 5) гидрологические прогнозы сроков вскрытия рек и появления ледяных образований, максимальных уровней весеннего половодья;
- 6) предупреждения об опасных гидрологических явлениях на реках;
- 7) расчет уровней и расходов заданной вероятности превышения по водотокам для обеспечения прокладки трубопроводов, морфометрические характеристики русел водотоков.

Добыча торфа. Торф используется в энергетике, для производства торфяного газа, как коммунально-бытовое топливо и в сельском хозяйстве.

Все операции по подготовке поверхности торфяного месторождения, добыче торфа и его транспортировка механизированы. Современная добыча торфа характеризуется высоким уровнем технологии производства.

Зависимость торфоразработок от погодных условий очевидна. К наиболее неблагоприятным явлениям погоды в этой системе относятся *дожди*, особенно летом, в период интенсивной обработки торфяных полей, а также *сильный ветер в засушливую погоду* (таблица 11). Поэтому особое значение придается прогнозу длительных периодов ясной безветренной погоды, когда рабочие и техника могут быть переведены на форсированный режим работы. Успешный прогноз ясной погоды или малооблачной погоды на 2 - 4 дня благоприятствует выполнению плановых работ. Знание предстоящей погоды позволяет регулировать технологию производства (изменить вид работ, провести профилактический ремонт и др.) с наименьшими производственными потерями.

В соответствии с договорными условиями по районам торфоразработок дается следующая специализированная метеорологическая информация:

- 1) прогноз на сутки, на последующие двое суток, на 5 и 10 суток, на месяц, на весенние и летние сезоны с указанием значений метеорологических величин и явлений, оказывающих существенное влияние на добычу торфа;
- 2) регулярная информация о фактическом состоянии погоды;
- 3) штормовые предупреждения об ОЯ и НГЯ погоды;
- 4) данные метеорологических наблюдений болотных станций на осушенных и неосушенных торфяных залежах;
- 5) прогнозы опасности лесных пожаров на сутки и последующие двое суток.

Таблица 11. - Неблагоприятные и опасные явления погоды для торфоразработок

Явление	НГЯ	ОЯ
Пожароопасность лесов	III класс	IV и V классы
Дождь	Количество осадков 5 мм и более за 12 ч и менее	Количество осадков 50 мм и более за 12 ч и менее. Ливни 20 мм за 1 ч и менее
Ветер	10 м/с и более при устойчивой засушливой погоде; 15 м/с и более	30 м/с и более или порывы 40 м/с и более
Метель всех видов	При скорости ветра 10 м/с и более	При скорости ветра 15 м/с и более продолжительностью 12 ч и более
Гололед и отложения мокрого снега	Диаметр отложения до 20 мм	Диаметр отложения 20 мм и более; мокрого снега или сложного отложения льда 30 мм и более
Туман, дождь, метель, пыльная буря, снегопад, ухудшающие видимость	Видимость менее 500 м	Видимость менее 50 м в течение более 3 ч
Снегопад	-	20 мм и более за 12 ч и менее
Гололед	Любой интенсивности	
Гроза	То же	

1.7.3. Метеорологическое обеспечение сельского хозяйства

В любой стране мира сельскохозяйственному производству уделяется первостепенное внимание. Это *ведущая отрасль экономики*, обеспечивающая население продуктами питания, а значит, и жизнедеятельность государства в целом.

В силу различных причин уровень развития сельского хозяйства в разных странах существенно различается. И это, прежде всего, объясняется таким фактором, как *климатические условия*, т. е. наличием необходимых для сельскохозяйственного производства *климатических ресурсов*. Немаловажное значение имеют и региональные особенности местности (гористость, заболоченность, лесистость и др.).

Однако в настоящий постиндустриальный период развития общества острота сельскохозяйственной проблемы – обеспечение населения продуктами питания – заметно снизилась. Это объясняется высоким уровнем агротехнологии в развитых и развивающихся странах при условии достаточного климатического обеспечения сельскохозяйственного производства.

Специфика сельскохозяйственного производства. Сельское хозяйство – это важнейшая отрасль экономики Республики Беларусь. Удельный вес продукции сельского хозяйства в ВВП страны по итогам последних лет составляет 8-9 %, а для экспорта сельскохозяйственной продукции и продуктов питания в общем объеме экспорта страны превышает 15 %. Беларусь практически полностью обеспечивает себя продовольствием, импорт составляет менее 10 % всего объема потребления. Доля сельскохозяйственных земель в структуре земельного фонда страны – около 43 %.

Сельскохозяйственное производство является многоотраслевым (оно включает в себя земледелие и животноводство) и требует самой разнообразной метеорологической и агрометеорологической информации. Основными сельскохозяйственными культурами в нашей стране являются: зерновые (в том числе кукуруза, рис), зернобобовые, подсолнечник, картофель, сахарная свекла, овощи, фрукты, ягоды.

Производство сельскохозяйственной продукции в достаточно больших масштабах осуществляется в *особых специфических условиях*, характерных только для данной отрасли.

1. Сельскохозяйственные культуры на всех фазах производства постоянно находятся под влиянием погоды и климата. Учет погоды и климата требуется во все сезоны года. Это относится и к посеву озимых и оценке их состояния, и ко всем видам весенних посевных и посадочных работ, и к агрономической технологии обеспечения развития сельскохозяйственных культур и их успешного сбора.

2. Сельскохозяйственные работы носят сезонный характер и существенно обусловлены климатической зоной. При этом особое внимание уделяется нормам и технологиям посева и посадки сельскохозяйственных культур, видам и агротехнике подкормок, защите сельскохозяйственных культур от вредителей, болезней и сорняков. Сезонная особенность сельскохозяйственных работ

представляет собой избирательные агрометеорологические условия возделывания многочисленных сельскохозяйственных культур: ранних яровых зерновых (пшеница, ячмень, овес), зернобобовых (горох зерновой), крупяных (греча, просо), озимых (пшеница, рожь), технических (лен, свекла, картофель), кормовых (многолетние и однолетние травы, силосовые культуры), овощных (огурцы, томаты, капуста) и садовых (плодово-ягодные культуры).

3. Сельскохозяйственные культуры занимают обширные площади, и это затрудняет практическое применение эффективных мер защиты от неблагоприятных условий погоды. Поэтому в сельском хозяйстве непредотвратимые убытки по метеорологическим причинам больше, чем в какой-либо другой отрасли экономики.

Зависимость сельскохозяйственного производства от метеорологических условий. Наибольшая зависимость сельскохозяйственных культур от погоды проявляется в вегетационный период. Однако урожай, например, озимых существенно зависит от термовлагоустойчивости осенью и условий их перезимовки (условий закалки). В зимне-весенний период возможны такие опасные агрометеорологические условия, как *вымерзание, выпревание, образование ледяной корки, вымокание*.

Различные сельскохозяйственные культуры имеют разную вегетационную продолжительность, избирательную потребность в тепле и освещении, а также разную степень влаголюбивости и морозоустойчивости. Особым агроклиматическим показателем является величина биологического нуля, которая принимает значение от 3-5 до 12-15 °С

Особенно страдают растения от недостатка влаги и избыточного увлажнения почвы. Влагозапасы распределяются крайне неравномерно. Южные районы страны, как правило, испытывают недостаток влаги.

Сельскохозяйственные культуры предъявляют различные требования к теплу, что может быть выражено суммой среднесуточных температур воздуха за период вегетации данной культуры. В качестве порогового условия рассматривается сумма активных температур выше 10 °С.

Весной и осенью пагубное влияние оказывают заморозки. Более существенные потери от заморозков испытывают яровые зерновые во время цветения и налива зерна уже при температуре -2, -4 °С.

Тяжелые условия могут складываться и летом. Нередко засухи охватывают значительную территорию, что приводит к максимальным убыткам в сельском хозяйстве. Продолжительные сильные ветры с обложными осадками и ливнями вызывают полегание сельскохозяйственных культур.

Ниже дается краткая характеристика влияния наиболее неблагоприятных условий погоды на возделывание и уборку сельскохозяйственных культур в отдельные сезоны.

Зима

1. Длительные морозы без выпадения снега, особенно в предзимье (ноябрь) и первую половину зимы. *Следствие:* вымерзание озимых (обезвоживание и разрушение клеток кристаллами льда).

2. Обильные снегопады на незамерзшую почву и последующие низкие

температуры воздуха. *Следствие:* озимые выпревают (углеводное истощение).

3. Образование ледяной корки. *Следствие:* выпревание, вымерзание.

Вымерзание озимых обусловлено вторжением арктических антициклонов, а длительные оттепели и резкие затем понижения температуры воздуха могут быть вызваны юго-западными и южными циклоническими процессами.

Весна

1. Сохранение морозной, малоснежной погоды. *Следствие:* вымерзание озимых. Принимается решение об их пересеве на части площади.

2. Резкое и значительное потепление - быстрое снеготаяние. *Следствие:* затопление посевов на 5-10 суток сопровождается вымоканием растений, а на 25 суток и более - их полной гибелью.

3. Длительная теплая сухая погода. *Следствие:* иссушение почвы, слабое развитие растений. При сильном ветре оголяется корневая система. В южных районах наиболее опасны пыльные и черные бури.

4. Заморозки - понижение температуры до 0 °С и ниже - в воздухе или только на почве при устойчивом среднесуточном положительном значении ее. *Следствие:* в зависимости от интенсивности заморозка частичная или полная гибель растений. Особенно чувствительна к заморозкам рассада овощных культур, высаженная в открытый грунт.

Лето

1. Заморозки в начале лета. *Следствие:* значительные повреждения садовых и овощных культур.

2. Сильные ветры с ливнями. *Следствие:* полегание растений.

3. Град. *Следствие:* обладая огромной разрушительной силой, уничтожает посевы.

4. Суховеи, пыльные и черные бури. *Следствие:* выдувание и снос деятельного слоя почвы. Полное уничтожение растений.

5. Засуха. *Следствие:* гибель растений на огромных территориях. Резкое снижение продуктивности в животноводстве.

6. Заморозки в конце лета. *Следствие:* снижение урожайности ряда культур.

Осень

1. Заморозки. *Следствие:* в зависимости от интенсивности заморозка может быть частичная или массовая порча сельскохозяйственной продукции (на корню, во время полевых работ и т. п.).

2. Похолодания с дождями. *Следствие:* задержка и срывы сбора урожая, порча сельскохозяйственной продукции.

3. Значительное понижение температуры (до 0 °С и ниже) во время уборки урожая. Возможно выпадение мокрого снега и снега. *Следствие:* значительные потери при уборке урожая.

Метеорологические условия оказывают влияние на состояние сельскохозяйственных животных. Температура и влажность воздуха, ветер и солнечная радиация сказываются в наибольшей мере. Особенно тяжело переносят животные переохлаждение и перегрев. Изменения температуры воздуха сказываются на удое молока. При понижении температуры воздуха до -10 °С удой молока у отдельных пород коров падает на 15 %. Наибольший привес

скота наблюдается при температуре воздуха 16-21 °С, а при температуре выше 35 °С привес совсем прекращается.

В высокогорных районах благоприятная погода является одним из основных условий успешного перегона скота с весенних пастбищ на летние.

В оленеводческих районах Дальнего Востока и Крайнего Севера метели и оледенение верхнего слоя снега (ледяная корка) оказывают крайне неблагоприятное влияние на выпас скота. Так, в тундре оледенение больших территорий представляет собой стихийное бедствие. Олени стада оказываются под угрозой бескормицы, а перегоны их сопровождаются массовым травмированием животных.

К *особо опасным агрометеорологическим* явлениям относятся такие, которые вызывают повреждение и гибель растений на одной трети посевной площади области и более. Это:

1) засуха и суховеи, сохраняющиеся в течение 10 дней и более при относительной влажности воздуха днем 30 % и менее и запасах влаги в пахотном слое почвы 10 мм и менее;

2) почвенная корка, переувлажнение почвы, низкая температура воздуха, вызывающие загнивание и гибель семян хлопчатника;

3) заморозки в воздухе или на поверхности почвы в вегетационный период, вызывающие повреждение зерновых (в период молочно-восковой спелости), технических, овощных, плодовых и других культур;

4) понижение температуры воздуха в субтропических районах до -7 °С и ниже, вызывающее повреждение и гибель цитрусовых растений;

5) температура почвы ниже критической на глубине узла кущения озимых культур и многолетних трав в Нечерноземной зоне;

6) наст, ледяная корка, высокий снежный покров, снегопады, метели, наблюдающиеся на пастбищах отгонного животноводства;

7) переувлажнение и иссушение почвы, частые дожди, наблюдающиеся в течение 10 дней и более.

В целях эффективного метеорологического и агрометеорологического обеспечения ведутся наблюдения, относящиеся к агрометеорологии, проводятся многочисленные научные исследования, разрабатываются методы прогнозирования.

Наблюдения. Гидрометеорологические станции и посты ведут метеорологические и агрометеорологические наблюдения и обеспечивают необходимыми сведениями районные организации, СПК и другие коллективные сельскохозяйственные организации. Ведутся постоянные метеорологические наблюдения за температурой и влажностью воздуха и почвы, а также за другими условиями погоды, которые в общей сложности обеспечивают произрастание растений. По единой методике проводятся фенологические наблюдения, определяются густота и высота растений, повреждения растений неблагоприятными явлениями и условиями погоды, сельскохозяйственными вредителями и болезнями.

Ведутся наблюдения за состоянием посевов, формированием продуктивности и урожая, за проведением полевых работ и их качеством. В

районах орошаемого земледелия проводятся наблюдения за влажностью почвы и глубиной стояния грунтовых вод, за ростом и развитием растений на орошаемых землях, за сроками, нормами и качеством полива. Для этих районов составляются гидрологические прогнозы запасов воды в реках и водохранилищах, необходимой для орошения полей.

Данные наблюдений передаются руководству СПК и других коллективных хозяйств для корректировки конкретных видов сельскохозяйственных работ и проведения необходимых агротехнических мероприятий.

Прогностическая информация. Поступающие в оперативно-прогностические подразделения данные метеорологических и агрометеорологических наблюдений необходимы для составления:

1) предупреждений об ОЯ и НГЯ, об опасных агрометеорологических условиях;

2) прогнозов погоды и агрометеоусловий различной заблаговременности;

3) агрометеорологической информации (сводки за день, пятидневку, декаду и др.) о сложившихся погодных условиях и их влиянии на развитие сельскохозяйственных культур, проведение полевых работ, формирование урожая, выпас скота и др.;

4) агрометеорологических обзоров за вегетационный период, а также за периоды полевых работ, уборки урожая, проведения сева;

5) агрометеорологических прогнозов различного вида, продолжительности и назначения.

Данные метеорологических и агрометеорологических наблюдений широко используются при агрометеорологическом *обосновании размещения* сельскохозяйственных культур, новых способов их *возделывания* и *уборки*. Для решения вопросов перспективного планирования сельскохозяйственного производства и выполнения *сезонных* сельскохозяйственных работ требуются знания климата и агроклимата по территории. В этих целях разрабатывается научное агроклиматическое районирование для многих сельскохозяйственных культур.

Особое значение придается изучению агроклиматических ресурсов света, тепла и влаги. Не менее важно изучение и знание синоптических процессов, вызывающих особо опасные для сельского хозяйства условия погоды.

Специфика агрометеорологического обеспечения. Для повышения качества метеорологического и агрометеорологического обеспечения сельского хозяйства необходимо знать специфику сельскохозяйственного производства, агрометеорологические и агроклиматические условия района. Требуется детальное изучение района обеспечения, таких факторов, как морозоопасность отдельных участков, водная и ветровая эрозия пахотного слоя и т. п. Для этой цели должна быть тщательно изучена микроорография района. Текущая и прогностическая метеорологическая и агрометеорологическая информация позволяет более рационально использовать предстоящие благоприятные метеорологические и агрометеорологические условия для успешного выполнения данного вида работ или принять предупредительные меры к предотвращению или уменьшению возможных потерь.

Оперативное специализированное метеорологическое и агрометеорологическое обеспечение осуществляют прогностические подразделения в рамках установленных процедур взаимодействия между поставщиком и потребителем.

Для оптимального планирования и ведения сельскохозяйственных работ необходима следующая специализированная гидрометеорологическая информация:

1. прогнозы погоды на сутки, последующие двое суток, неделю, месяц;
2. штормовые предупреждения об ОЯ и НГЯ (заморозки в воздухе и на поверхности почвы в вегетационный период; засуха, когда длительное время относительная влажность воздуха днем 30 % и менее, а запасы влаги в пахотном слое почвы не превышают 10 мм; частые дожди, сильные ливни; интенсивные градобития; шквалы; ледяная корка);
3. агрометеорологические прогнозы и специализированные доклады;
4. агрометеорологические бюллетени (в вегетационный период - декадные, в зимний период - месячные);
5. обобщенные климатические и агрометеорологические материалы (ежегодники, справочники и др.).

Наиболее важными обязательными задачами в области исследования агрометеорологических проблем в сельском хозяйстве являются следующие:

- 1) изучение метеорологических и агрометеорологических особенностей вновь осваиваемых земельных угодий;
- 2) разработка, испытание и внедрение более эффективных методов оценки и прогноза агрометеорологических условий, методов агрометеорологических прогнозов (влагообеспеченности, пересева озимых, сроков сева, доз внесения минеральных удобрений, норм полива и т. д.);
- 3) проведение дальнейшей разработки методов прогнозов урожайности сельскохозяйственных культур.

1.7.4. Метеорологическое обеспечение лесного хозяйства

Лесное хозяйство в Республике Беларусь представлено лесоводством и лесозаготовками. В среднем по республике процент лесистости составляет 37,7 %. Наибольшими запасами леса обладают Гомельская и Витебская области (44,6 % и 38,1 % соответственно). Из 118 административных районов лесистость более 50 % имеют 15 районов (Россонский – 66,8 %, Лельчицкий – 66,5 % и др.). Лесистость менее 20 % отмечена на территории 8 районов (Несвижский – 9,6 %, Берестовицкий – 14,6 %, Зельвенский – 14,8 % и др.).

Известна тесная связь биосферы, и прежде всего одной из ее составляющих - леса, со всей климатической системой и с погодными условиями. В свою очередь изменение лесного покрова отражается на климате. Лес ответственен за газовый обмен, в частности, за углеродный и кислородный циклы.

Сильные морозы создают угрозу вымерзания деревьев и посадок в лесах, питомниках и в районах полезащитного лесоразведения, затрудняют хранение посадочного материала и его перевозку в зимнее время. *Заморозки* губительно

отражаются на всходах и на лесном подросте до 2-3-х лет. Они также могут повредить лесные деревья в период цветения и образования семян, в связи с чем сильно усложняются лесовосстановительные работы. Предупреждения о заморозках позволяют заблаговременно принять меры защиты семенных плантаций и лесных питомников или приостановить посев и посадку леса.

Обильные дожди, снегопады, метели затрудняют работы по уходу за лесом, а иногда вызывают их прекращение.

Серьезную опасность для незащищенного от ветра леса представляют *сильные ветры и шквалы*, которые наносят повреждения лесному массиву, создают буреломы. Опасность повреждения от ветра увеличивается по мере роста и старения деревьев.

Распространение насекомых и болезней леса прямо связано с метеорологическими условиями. Грибковым заболеваниям способствует холодная затяжная весна, холодная и сырая погода в мае-июне, теплое влажное лето. Рост температуры воздуха, отсутствие заморозков в апреле и мае может привести к более интенсивному размножению насекомых - вредителей леса.

Наибольший ущерб лесам причиняют *пожары*. Возникновение лесного пожара в значительной мере зависит от метеорологических условий. Пожар распространяется тем быстрее, чем суше лесная подстилка, чем выше температура воздуха и ниже относительная влажность и чем больше скорость ветра. В летние месяцы, когда длительное время наблюдаются антициклонические условия, лесная растительность достигает определенной критической сухости.

Оценку возможности возникновения пожара в лесу в зависимости от метеорологических условий устанавливают посредством расчета показателя *горимости леса*, предложенного В. Г. Нестеровым:

$$\Gamma = \sum t (t - t_d),$$

где t – температура воздуха в 13 ч (°C); $t - t_d$ – дефицит точки росы; n – число сухих дней от начала отсчета горимости, при этом дни с осадками менее 2,5 мм считаются как дни без осадков.

Для практического удобства используется шкала горимости, приведенная в таблице 12.

Таблица 12. – Шкала горимости леса

Класс горимости	Горимость	Показатель горимости
I	Отсутствует или малая	0–300
II	Средняя	301–1000
III	Высокая	1001–4000
IV	Особо опасная	4001–10 000
V	Чрезвычайная	> 10 001

Горимость IV и V классов считается как особо опасное условие погоды, которое может вызвать стихийное бедствие.

Для оптимального режима работы предприятий лесного хозяйства необходима следующая специализированная гидрометеорологическая информация:

- прогнозы погоды на ближайшие сутки и на последующие 2-е суток;
- штормовые предупреждения об ОЯ и НЯ (грозы, ветер 15 м/с и более, шквалы, сильные дожди, снегопады, поздние весенние и ранние осенние заморозки в воздухе от -3°C и ниже, сильные морозы до -25°C и ниже);
- специализированные прогнозы опасности лесных пожаров на сутки и последующие 2-е суток;
- фактические значения показателей горимости.

1.7.5. Метеорологическое обеспечение транспорта и связи

Транспорт и связь - это один из ключевых сегментов сферы услуг. В настоящее время доля транспорта и связи в ВВП и численности занятых составляет более 7 %, а в стоимости основных средств - более 21 %.

Транспорт – это деятельность по оказанию услуг, связанных с перевозкой грузов и пассажиров, обработкой грузов и их хранением, а также туристической деятельностью. Его образно называют кровеносной системой страны. Осуществляя перевозки, транспорт связывает в единое целое различные отрасли экономики. Его основная функция и главная особенность состоит в том, что он *продолжает производственный процесс* в пределах процесса обращения, товарооборота. Транспорт связан со всеми предприятиями и является поставщиком сырья, топлива, промышленной и пищевой продукции.

Вторая производственная особенность транспорта заключается в том, что *стоимость полезного эффекта* переносится на перевозимый груз, *увеличивая его стоимость*. В этом и состоит материализация грузоперевозок, которые сами по себе не обладают материальной субстанцией.

Все виды транспорта образуют единую транспортную систему независимо от формы собственности и отраслевой принадлежности. Это естественный процесс в любых производственных условиях. По экономической значимости виды транспорта выстраиваются следующим образом: железнодорожный, морской, автомобильный, речной, воздушный, нефтепроводный и газопроводный.

Транспортная система Беларуси включает в себя все виды современного транспорта за исключением морского.

Работа всех видов транспорта существенно зависит от природных факторов: географической и гидрометеорологической среды.

Географическая среда обуславливает географию транспорта: пункты базирования и систему маршрутов. Состояние гидрометеорологической среды оказывает существенное влияние на пропускную и провозную способность наземного, водного и воздушного транспорта.

1.7.5.1. Железнодорожный транспорт

Железнодорожный транспорт – это чрезвычайно *разветвленная сложная отрасль* экономики, которая *постоянно зависит* от условий погоды, несмотря на введение в практику электронных автоматов и других современных механизмов. Наоборот, он стал *еще более зависим от метеорологических условий*. Основная специализация железнодорожного транспорта – доставка массовых видов грузов (уголь, стройматериалы, руда, лес, зерно, металлы, нефтепродукты) на средние и дальние расстояния, а также перевозка пассажиров в пригородном сообщении и на средние и дальние расстояния.

Протяженность железнодорожных путей в Беларуси в настоящее время составляет 5,5 тыс. км. Часть железнодорожной сети Беларуси электрифицирована.

В связи с относительно большими скоростями движения составы поездов в течение суток могут подвергаться резким изменениям погоды. Такого рода транспорт не имеет необходимой «погодной» маневренности, он *«привязан» к железнодорожным путям* и крупным железнодорожным станциям.

Влияние метеорологических условий на работу железнодорожного транспорта постоянно учитывается, что позволяет более полно оценить возможность применения защитных мер.

Учет текущих и ожидаемых метеорологических условий осуществляется рядом служб железнодорожного транспорта. Ведущей из них является служба движения. Информация об опасных условиях и явлениях погоды должна незамедлительно поступать в оперативный отдел службы. Служба движения совместно со службой пути и другими службами осуществляет комплекс защитных мероприятий, снижающих прямые потери (ущерб) на железнодорожном транспорте.

Наиболее сложные условия работы наблюдаются *зимой*. *Снегопады и метели* на железнодорожных путях вынуждают снижать скорость движения, а на крупных узловых станциях препятствуют нормальному ритму формирования составов. Рыхлый снег высотой до 30 см на путях следования не столь опасен. Однако возможны более опасные ситуации. Снег в сугробах может оказаться спрессованным и закрывать путь на значительном протяжении. Возникает необходимость применения мощной снегоочистительной техники, на что тратятся значительные денежные средства.

Общая метель (метель с выпадением снега) приводит к сбоям в работе станций и узлов. Ожидаемая по прогнозу общая метель той или иной продолжительности требует соответствующих защитных мероприятий. К неблагоприятным, а нередко и опасным условиям погоды относятся *гололедные и изморозевые отложения*, вызывающие вместе с тем и гололедно-ветровые нагрузки; туманы, а также осадки, ухудшающие видимость и вынуждающие снижать скорость поездов.

Продолжительные *дожди и ливни* образуют оползни на откосах земляного полотна, создают опасность его размыва

Сильный ветер (15 м/с и более) также существенно влияет на работу железнодорожного транспорта и, в частности на состояние контактной сети: приводит к ее деформации, вызывает боковые смещения проводов, повышает риск схода и поломки пантографа. Встречный ветер заметно снижает скорость движения поездов.

Большое влияние на работу железнодорожного транспорта имеет *температура воздуха*, которая оказывает непосредственное воздействие на рельсы. При температуре - 25 °C и ниже происходит укорачивание рельсов, увеличение зазоров и разрыв стыка. При сильных морозах увеличивается вязкость колесной смазки и уменьшается скорость состава, что ведет к перерасходу топлива и электроэнергии при выдерживании графика движения. При низких температурах (с учетом скорости ветра) уменьшается возможность текущего ремонта подвижного состава и других работ на открытом воздухе.

Под влиянием *высокой температуры* (+25 °C и выше) рельсы удлиняются, что приводит к сгону стыков, образованию «слепых зазоров» и выбросу рельсов.

Температура воздуха оказывает влияние на состояние проводов. Высокая и низкая (-30 °C и ниже) температуры приводят соответственно к провисанию или сокращению длины проводов, что, в свою очередь, приводит к их касанию или разрыву.

На работу объектов службы сигнализации и связи влияют *температура воздуха, ветер, осадки, гололед, грозы и туман*. Эти же метеорологические величины и явления при определенных пороговых значениях осложняют работу объектов электрификации и энергетики.

Длительные периоды низкой температуры могут привести к выходу из строя отопительных систем пассажирских вагонов. Встречный сильный ветер увеличивает сопротивление движению поездов. Ливни могут привести к выплескам и даже к размыву земляного полотна.

К опасным *гидрологическим явлениям*, влияющим на работу железнодорожного транспорта, относятся *паводки, высокие уровни воды в период весеннего половодья, заторы и зажоры* на реках, которые приводят к значительным подъемам уровня воды.

Очень осложняется работа железнодорожного транспорта в горных районах, где более опасны снегозаносы, обледенение дорог, дождевые оползни и обвалы, сходы снежных лавин и сели. Все это требует специального гидрометеорологического обеспечения.

Для оптимального режима работы железнодорожного транспорта необходима следующая специализированная гидрометеорологическая информация:

- полусуточный и суточный прогнозы погоды по территории, по отдельным районам (участкам) и пунктам дороги с указанием количественных характеристик метеорологических величин (такие прогнозы являются составной частью оперативных производственных работ);

- штормовые предупреждения для линейных подразделений и руководства дороги с заблаговременностью не менее 4-6 ч; в штормовом предупреждении обязательно указывается район ожидаемого явления, время его начала и

интенсивность (гололед, сильные морозы - 25 °С и ниже, метели, снежные заносы, сильные снегопады, сильные дожди, грозы, туманы, жара +30 °С и выше, высокие уровни воды в реках, приводящие к повреждениям и разрушениям различных железнодорожных сооружений);

- прогноз погоды на 3 и 7 суток, месяц, сезон (такие прогнозы позволяют руководству служб дороги и предприятиям дороги планировать характер своей будущей работы, с большей заблаговременностью готовить хозяйство к ожидаемым условиям погоды);

- долгосрочные гидрологические прогнозы сроков вскрытия и максимальных уровней весеннего половодья на реках, максимальных уровней весеннего половодья по постам Белорусской железной дороги, весеннего притока воды в водохранилища, появления ледяных образований на реках;

- ежедневная гидрологическая информация по рекам;

- еженедельные доклады о гидрологической обстановке на реках в период весеннего половодья.

Детализация прогнозов по отдельным участкам железной дороги позволяет рационально использовать рабочую силу, механизмы и транспортные средства для борьбы с опасными явлениями, особенно со снежными заносами.

Большое значение для железнодорожного транспорта имеет метеорологическая информация, которая используется для проектирования и планирования, при решении технологических и хозяйственных задач. Климатическая информация широко используется для общей характеристики климата дороги (или отдельных ее районов), при составлении прогнозов погоды на длительные сроки, в целях планирования работ и расходования материальных ресурсов, для проектных работ, в частности при проектировании сортировочных горок, а также при проектировании мостов и мостовых переходов. Климатическая информация играет важную роль и при решении проблемы борьбы со снежными заносами на железных дорогах, и при определении пунктов размещения снегоочистительной техники.

1.7.5.2. Морской транспорт

К морским организациям относятся: морской транспорт, морские порты, рыбопромысловый флот, морские промыслы и гидротехническое строительство.

Морской транспорт играет исключительную роль в международных экономических связях. Достаточно сказать, что более 60 % экспортно-импортных операций мировой экономики обслуживается морским транспортом. Имея «открытую» экономику и сильную зависимость от экспорта и импорта товаров, Беларусь интенсивно использует в международных торговых связях морской транспорт. В настоящее время Беларусь имеет ежегодно более 20 млн т грузов, подлежащих морским перевозкам (наибольшие объемы приходятся на нефтепродукты и калийные удобрения). В 2010 году была учреждена компания «Белморфлот» - частная компания со 100 % импортным капиталом, которая взяла на себя процесс фрахтования морских судов.

Преимущества *морского транспорта* перед другими видами транспорта: затрачивается меньше материальных, трудовых и топливных ресурсов на транспортировку груза, обеспечивается высокая провозная способность. К морскому транспорту относятся пассажирские, сухогрузные, наливные и служебно-вспомогательные суда. Они широко применяются для международных и внутренних (каботажных) перевозок.

Одной из составляющих морского транспорта являются *морские порты*, которые различаются по их назначению: торговые; пассажирские; специальные, выполняющие перевозку таких грузов, как нефть, уголь, лес и др., а также порты – базы рыбопромыслового флота. Выделяют еще порты-убежища, хотя безопасное укрытие судов от неблагоприятной погоды может обеспечить любой из перечисленных портов.

В зоне шельфа и на акватории ряда морей организованы *морские промыслы* – ведется добыча нефти и других природных материалов (янтаря, песка и т. п.).

Постоянно осуществляется строительство новых портов, защитных сооружений, каналов и т. д.

Рыбопромысловый флот ведет добычу рыбы и морепродуктов, значительная часть которых перерабатывается непосредственно на судах. Рыбопромысловые суда подразделяются на три группы: промысловые (рыбопромысловые базы, траулеры, сейнеры и др.), приемно-транспортные (рефрижераторные, сухогрузные и др.) и вспомогательные (суда промысловой разведки, буксиры-спасатели и др.).

Существуют два вида рыбного промысла: *прибрежный* – вдоль береговой зоны и *океанический* – в открытых частях морей и океанов.

Суда располагают крупными дорогостоящими орудиями лова, потеря которых во время шторма сопряжена со значительными убытками.

В морском промышленном рыболовстве ведущая роль отводится экспедиционной форме лова – большое количество судов выполняет одновременно экспедиционный лов в течение длительного времени. В районе лова могут быть сосредоточены десятки судов, включая крупнотоннажные рыбопромысловые базы водоизмещением 42,5 тыс. т.

Спецификой работы морских организаций является их постоянная зависимость от гидрометеорологических условий. Относительно *низкие путевые скорости* не обеспечивают судам достаточной маневренности при ухудшении погоды. Ветер и волнение определяют поведение судов в море на протяжении всего маршрута следования. Разработан свод морских правил, согласно которым для каждого вида судна устанавливается штормовое значение скорости ветра, своего рода «погодный минимум», по достижении которого работа в море (выход из порта, пребывание в штормовой зоне) запрещается. Особые специфические условия складываются в работе рыбопромыслового флота. Промысловые суда оказываются «закрепленными» в заданной акватории моря (океана) и нередко подвергаются самым опасным гидрометеорологическим условиям, которые не всегда удается избежать десяткам судов, входящих в экспедицию.

К опасным явлениям погоды и состояния моря относятся *штормовой ветер, сильное волнение, туман, снежные заряды, ухудшающие видимость, обледенение судов*. Уже при скорости ветра, достигающей 20 м/с, малотоннажные суда теряют управление. Ветер, скорость которого превышает 28 м/с, опасен для судов любого водоизмещения.

От гидрометеорологических условий зависят все стационарные и подвижные объекты в море и шельфовой зоне. Наиболее чувствительны к этим условиям крупные тихоходные морские объекты (платформы, вышки, специальные конструкции, караваны судов в ледовых условиях и т. п.). При определенных синоптических условиях в портах возникает опасное явление – *тягун*. Тягун отмечается в портах Прибалтики и Черного моря.

Особую опасность в прибрежной зоне представляют цунами. Опережающая цунами регистрация океанских землетрясений береговыми сейсмографами позволяет с достаточной заблаговременностью принимать защитные меры.

Гидрометеорологическое обеспечение морских организаций предусматривает специфику их хозяйственной деятельности и передачу потребителям необходимой гидрометеорологической информации. Суда, находящиеся в море, получают гидрометеорологическую информацию из гидрометеоцентров через радиостанции парокходства. В частности, метеорологическая информация передается в следующем порядке, рекомендованном ВМО:

- штормовые предупреждения;
- обзор синоптической обстановки по приземной карте погоды;
- прогноз на текущий день, сутки и последующие двое суток.

Для разработки прогноза погоды и прогноза состояния моря синоптик использует самую разнообразную исходную гидрометеорологическую информацию (данные наблюдений судов погоды, автоматических станций, спутниковую информацию и др.). По акватории порта прогнозируются те же метеорологические величины и явления погоды, что и для других пунктов на суше. Особое значение придается прогнозам ОЯ и НГЯ. Минимальная заблаговременность предупреждения устанавливается потребителем. Прогностическая информация необходима для предотвращения аварий и связанных с ними крупных убытков в портах, для планирования производственных операций в пределах портов, которые составляют около половины всей стоимости перевозок.

Маршрутные прогнозы для морского транспорта, в частности для перегона судов, плавучих кранов, составляются на срок не более трех суток и имеют свои особенности. Прогноз составляется по отдельным участкам маршрута перегона, носит более детальную пространственную и временную характеристику. Перегон должен осуществляться с участием синоптика и специалиста по гидрологии моря.

Гидрометеорологическое обеспечение портов включает предоставление потребителю режимной (нормативной), текущей и прогностической гидрометеорологической информации.

Режимная информация используется для проектирования и строительства портов, портовых и защитных сооружений, гидро-, тепло- и электрокоммуникаций и морских каналов. Рациональное переоборудование портов с учетом гидрометеорологических условий района позволяет сократить время на погрузо-разгрузочные работы на 15–20 %.

Метеорологическое обеспечение рыбопромыслового флота осуществляется непосредственно в районе лова оперативными синоптическими группами. Преимущество такой формы гидрометобеспечения в том, что прогнозист находится в условиях работы судов экспедиции, имеет непосредственный контакт с ее руководством, располагает дополнительными сведениями с береговых центров обеспечения, включая зарубежные.

Оперативная синоптическая группа дает информацию о текущем состоянии погоды и моря; составляет прогнозы погоды на сутки по акватории промысла; дает предупреждения об ОЯ и НГЯ, а также консультации и обзоры гидрометеорологических условий. Руководитель синоптической группы ежемесячно сообщает в отдел службы погоды сведения о наблюдавшихся опасных гидрометеорологических явлениях и об успешности прогнозов погоды, данные об убытках (при необходимости) и об экономическом эффекте прогнозов и штормовых предупреждений.

Материалы гидрометеорологических наблюдений, выполненных судами экспедиции, используются для научно-исследовательской работы по изучению гидрометеорологического режима района морского промысла. В прибрежной зоне морей вылов рыбы часто имеет путинный характер, что вызвано массовым подходом рыбы к берегу на относительно короткое время (сельдяная путина на юго-западном побережье Сахалина, путина хамсы в Керченском проливе и др.).

Сроки наступления путины существенно зависят от гидрометеорологических условий. Только при определенном, наиболее благоприятном сочетании значений гидрометеорологических величин (температуры воды и воздуха, ледового состояния, скорости ветра, волнения, уровня воды и др.) может быть обеспечен успех лова рыбы. В период путины требуется точная информация о текущей и ожидаемой температуре воды. Точный прогноз позволяет более эффективно и производительно использовать рыбопромысловые суда.

Синоптик должен хорошо знать специфику района лова, количество и расположение судов, способы лова, чтобы по отдельным участкам моря составлять конкретные прогнозы в зависимости от производственной обстановки.

Гидрометеорологическое обеспечение рыбного промысла в прибрежных районах морей включает:

- 1) регулярную информацию о текущем состоянии моря в прибрежных районах (температура и уровень воды, направление и скорость течения, высота ветровых волн и волн зыби, ледовые явления, толщина берегового припая);

- 2) прогнозы погоды для конкретных промысловых районов и отдельных участков побережья (время наступления ледовых фаз, толщина льда берегового припая, температура и уровень воды, направление и скорость течения, высота

ветровых волн и волн зыби);

3) предупреждения об опасных значениях волнения и ледовых условиях;

4) рекомендации по наиболее целесообразному использованию ожидаемых состояния моря и погоды, особенно «промысловой погоды»;

5) рекомендации о маршрутах выхода из зоны интенсивного обледенения для малотоннажных рыболовецких судов.

Под *промысловой погодой* понимается благоприятная для рыбного промысла погода, когда значения ветра, волнения и ледовых условий меньше значений, опасных для данного типа судов и орудий лова.

1.7.5.3. Речной транспорт

Современная технически оснащенная транспортная речная сеть включает в себя судоходные реки, каналы, водохранилища, озера и заливы. Крупные реки являются основными водными магистралями. По пропускной, способности они эквивалентны мощным железнодорожным магистралям. В целом речная воднотранспортная система в силу близости и доступности достаточно экономична.

В систему речного флота входят *транспортные суда* всех разрядов и видов, *речные порты* и *пристани*, а также объекты, обеспечивающие работу речных судов на маршруте.

Речной флот осуществляет транспортные операции в течение навигации – периода отсутствия ледостава.

Речной транспорт включает *пассажирские, грузовые самоходные и несамоходные суда* (лихтера, баркасы и др.). Грузоподъемность сухогрузных и наливных речных судов достигает 20 тыс. т. Маршрутную безопасность судов обеспечивает *технический флот*, выполняющий разного рода путевые и дноуглубительные работы.

Речным регистром суда делятся на *разряды* по допуску к плаванию на больших озерах, водохранилищах, на больших судоходных реках и в мелководных бассейнах.

На внутренних водных путях осуществляется перевозка разнообразных грузов (полезных ископаемых, нефтепродуктов, строительных материалов и др.), буксировка несамоходных судов, плотов и гидротехнические работы.

С помощью речного транспорта выполняются как внутрибассейновые, так и межбассейновые перевозки.

Речные порты обеспечивают безопасную стоянку судов и перегрузочные операции. Основными характеристиками любого порта являются: *грузооборот* (суммарное количество грузов в обоих направлениях), *пропускная способность, грузооборот*. Речные порты делятся на общие, специальные, аванпорты (в верхних бьефах шлюзов) и порты-убежища.

Речные порты включают в себя причальные сооружения, перегрузочные устройства и механизмы, плавучие и порталные краны и многие другие гидротехнические и энергетические устройства, обеспечивающие работу порта.

Специфика работы речного транспорта состоит в следующем:

1) все виды работ осуществляются на открытом воздухе и сильно зависят от условий погоды и состояния водной поверхности;

2) относительно малые путевые скорости и недостаточная маневренность (на реках, на сложных фарватерах, в узостях между островами и т. п.), особенно при ухудшении погоды;

3) немаловажное значение имеет наличие укрытий, приподнятых берегов, обеспечивающих «ветровую тень», а также гидротехническая оснащенность фарватеров.

Республика Беларусь обладает благоприятными природными предпосылками для развития речного транспорта - судоходными реками и каналами с гарантированными глубинами в 3,2 м, общая протяженность которых составляет около 4 тыс. км. В настоящее время в развитии речного транспорта прослеживаются положительные сдвиги. Осуществляется реконструкция Днепро-Бугского канала, в 2009 году открыт Микашевичский канал (протяженность 6 км, ширина - 30-50 м) и специализированный Микашевичский речной порт, что позволило интенсивно использовать речной транспорт для вывозки строительных материалов РУП «Гранит». Речной флот Беларуси пополнился построенным на Гомельском судостроительном заводе грузовым теплоходом «Надежда» класса «река-море».

Работа речного флота находится в постоянной зависимости от таких условий погоды, как *ветер и волнение; туман* и другие явления, ухудшающие видимость; переход температуры воздуха через 0 °С и начало устойчивых морозов с появлением ледостава.

В зависимости от скорости ветра и состояния водной поверхности решается вопрос о выходе судов в плавание, о проводке или буксировке караванов судов по заданной акватории, а также о необходимости захода в порты-укрытия.

Ветер и волнение оказывают влияние на все виды стационарных работ. Так, при скорости ветра 14–16 м/с прекращаются погрузо-разгрузочные работы в портах, на пристанях и причалах.

Опасным является изменение уровня воды в реках за счет *сгонно-нагонных явлений*, в период весеннего половодья и возможных *заязорных* явлений на реках.

Для оптимального режима работы речного транспорта необходима следующая специализированная гидрометеорологическая информация:

- текущая метеорологическая и оперативная гидрологическая информация;
- прогнозы погоды на текущий день, сутки, содержащие следующую информацию: направление ветра по румбам, скорость ветра, видимость по градациям (менее 1 км, 1-2 км, 2-4 км, более 4 км), температура воздуха менее 5 °С в весенний и осенний периоды;

Маршрутные (рейсовые) прогнозы погоды составляются для транспортных судов, несамоходных плавсредств, буксировки плотов по предварительным заявкам, но не позднее чем за 3-6 ч до выхода судна в рейс.

- штормовые предупреждения об ОЯ и НГЯ (ветер 15 м/с и более, шквалы, ухудшение видимости в осадках, туманах, гололедно-изморозевые явления, понижение температуры воздуха до -10 °С и ниже);

- гидрологические прогнозы сроков вскрытия рек, максимальных уровней весеннего половодья и паводков, сроков выхода воды на пойму, сроков освобождения пойменных земель от воды, сроков появления ледяных образований, минимальных месячных уровней воды в навигационный период (июль-октябрь), сроков замерзания рек;

- предупреждения об опасных гидрологических явлениях на реках, представляющих угрозу для безопасности судоходства и гидротехнических сооружений на внутренних водных путях (сильный ветер, низкие уровни воды на судоходных трассах и акваториях портов, высокие уровни воды при половодьях, дождевых паводках, заторах, зажорах льда, раннее ледообразование (экстремально ранние сроки - октябрь) повторяемостью не чаще, чем 1 раз в 10 лет.

На основании прогностической информации о направлении и скорости ветра разрабатываются прогнозы волнения на реках и водоемах. Прибрежные и морские судовые маршруты отличаются по сложности фарватеров. Особое внимание прогнозиста уделяется участкам трассы, для которых известны опасные направления ветра и «теневые» участки реки и водоемов, обеспечивающие надежное укрытие.

К особой форме деятельности на реках относится *лесосплав*. Осуществляется принудительная проводка древесины в плотах или перевозка в лихтерах на крупных реках, водоемах и озерах. Буксировка плотов зависит от условий погоды и сложности маршрута.

Для различных водоемов установлены критические (штормовые) значения скорости ветра при его определенном направлении. Аналогичные пороговые условия погоды устанавливаются для проводки лихтеров. Дополнительно учитывается возможность снижения видимости, с которой связана опасность столкновения судов и посадки судна на мель.

1.7.5.4. Автомобильный транспорт

В экономике страны автомобильный транспорт занимает важное место. Автомобильный транспорт специализируется на смешанных (в сочетании с другими видами транспорта) и местных перевозках. Сфера применения автомобильного транспорта - внутригородские, пригородные и внутрирайонные грузовые и пассажирские перевозки, а также перевозки на дальние расстояния ценных и скоропортящихся грузов. Основные преимущества автомобильного транспорта - это высокая маневренность, скорость и универсальность.

Автомобильный транспорт включает в себя две основные части - автодорожную сеть и подвижной состав. Основу автодорожной сети составляют дороги с твердым покрытием. Протяженность сети автомобильных дорог общего пользования в Республике Беларусь составляет 87 002 км, в том числе республиканских дорог – 15 926 км, местных – 71 076 км (2024 г.).

Автомобильный транспорт как составной элемент хозяйственной деятельности входит во все отрасли производственной сферы. Автомобили различного назначения широко используются на промышленных предприятиях,

в коммунальном, специальном и гидротехническом строительстве, на открытых горных разработках, заготовках древесины и т. д. От эффективности работы автомобильного транспорта во многом зависит освоение природных ресурсов, значительный удельный вес занимает автомобильный транспорт в сельскохозяйственном производстве.

Специфика работы автомобильного транспорта состоит в том, что в течение всего года непосредственно транспортные операции осуществляются *на открытом воздухе*, кроме того автомобильный транспорт обладает достаточной *маневренностью*, что в определенных ситуациях способствует выбору более благоприятного пути следования.

Успешная работа автомобильного транспорта зависит также от правильной эксплуатации дорог, включая соблюдение правил движения, от технического состояния дорог, отвечающего современным требованиям скоростного оборота грузов, и, конечно, от эффективного специализированного метеорологического обеспечения.

Метеорологические наблюдения на автомобильных дорогах производятся с помощью дорожно-измерительных станций (ДИС). В Республике Беларусь самым распространённым видом ДИС является - система предупреждения о гололеде (ДСПГ), которая базируется на метеорологических данных (рисунок 35).



Рисунок 35. – Система предупреждения о гололеде

На территории Республики Беларусь сеть ДИС распространена относительно равномерно, за исключением Минской области и г. Минска, а также с незначительным сгущением на основных автомагистралях и транспортных коридорах. В настоящий момент времени (2025 г.) сеть ДИС

включает в себя 128 пунктов наблюдения, из них 45 пунктов в Минской области, 24 в Брестской области, 16 в Витебской, Могилевской и Гродненской областях и 13 в Гомельской области (таблица 13, рисунок 36).

Таблица 13. – Список дорожных измерительных с в Республике Беларусь (по областям)

Брестская область	Витебская область	Гомельская область	Гродненская область	Минская область	Могилевская область
Видомля; Высокое; Вычулки; Ганцевичи; Гончары; Дрогичин; Зиновичи; Звездное; Зубр; Илоск; Каменец; Клепачи; Лопатино; Малорита; Микашевичи; ; Мост Брест; Пески; Пинск; Пружаны; Соколово; Сосновый бор; Столин; Телеханы; Яглевичи.	Аэропорт Витебск; Бегомль; Браслав; Глубокое; Гомель-2; Езерище; Каспля; Койтово; Лепель; Лиозно; Новополоцк; ; Полоцк; Редьки; Свечанка; Старинка; Юрцево.	Довск; Житковичи; ; Жлобин; Ивоськ; Мозырь; Мост Припять; Мост Сож; Новая Гута; Омельно; Петриков; Речица; Рогачев; Селище.	Бенякони; Волковыск; Гаспиловцы; Гродно; Дятлово; Ивье; Котловка; Крево; Лида; Луцковляны; ; Мир; Островец; Ошмяны; Привалки; Расолишки; Щучин.	Аэропорт; Березино; Большевик; Валерьяны; Великий Лес; Воложин; Гливин; Гончаровка; Горошки; Гулевичи; Дзержинск; Жодино; Заславль; Колосово; Корма; Крупки; Курган Славы; Лещатка; Молодечно; Мост Березина; Мядель; Новоселье; Обчак; Першаи; Плашево; Плещеницы; Привольный; Птичь; Раков; Раубичи; Самохваловичи; ; Слобода; Слуцк; Смиловичи; Смолевичи; Смольница; Старые Дороги; Стецки; Усяж; Хатежино; Хатынь; Хутор; Шишицы; Шпильки;	Белыничи; Бобруйск; Боровка; Василевщина; ; Горки; Дубровенка; Звенчанка; Костюковичи; ; Красница; Мстиславль; Осиповичи; Присно; Тараново; Титовка; Чечевичи; Ясный Лес.

Дорожно-измерительные станции получают данные о состоянии дорожного покрытия и окружающей атмосферы путем ряда измерений. Системы размещаются на определенных участках дороги при этом под дорожное полотно и на стойку устанавливают электронную измерительную технику, поскольку она позволяет осуществлять длительные автоматические измерения, регистрацию, передачу данных измерения на расстояние, а также анализировать и обрабатывать эти данные. Система содержит произвольное количество дорожных и центральных станций; их сеть может быть расширена по мере возможности и необходимости.

Метеорологические условия оказывают влияние не только на процесс транспортировки грузов, но и на все дорожно-строительные работы и работы по ремонту дорожных одежд. Современная эксплуатация дорог характеризуется большими нагрузками на дорожное покрытие. Изменения температуры, скорости и направления ветра и количества осадков оказывают сильное влияние на состояние дорог. Дорожно-строительные работы, как правило, осуществляются в период года, когда температурный режим отвечает нормативам использования строительного материала и технологии работ, включая применение дорожных машин. Однако в течение теплого сезона года сказываются следующие неблагоприятные условия погоды: *длительные обложные осадки, ливневые дожди и сильные ветры.*

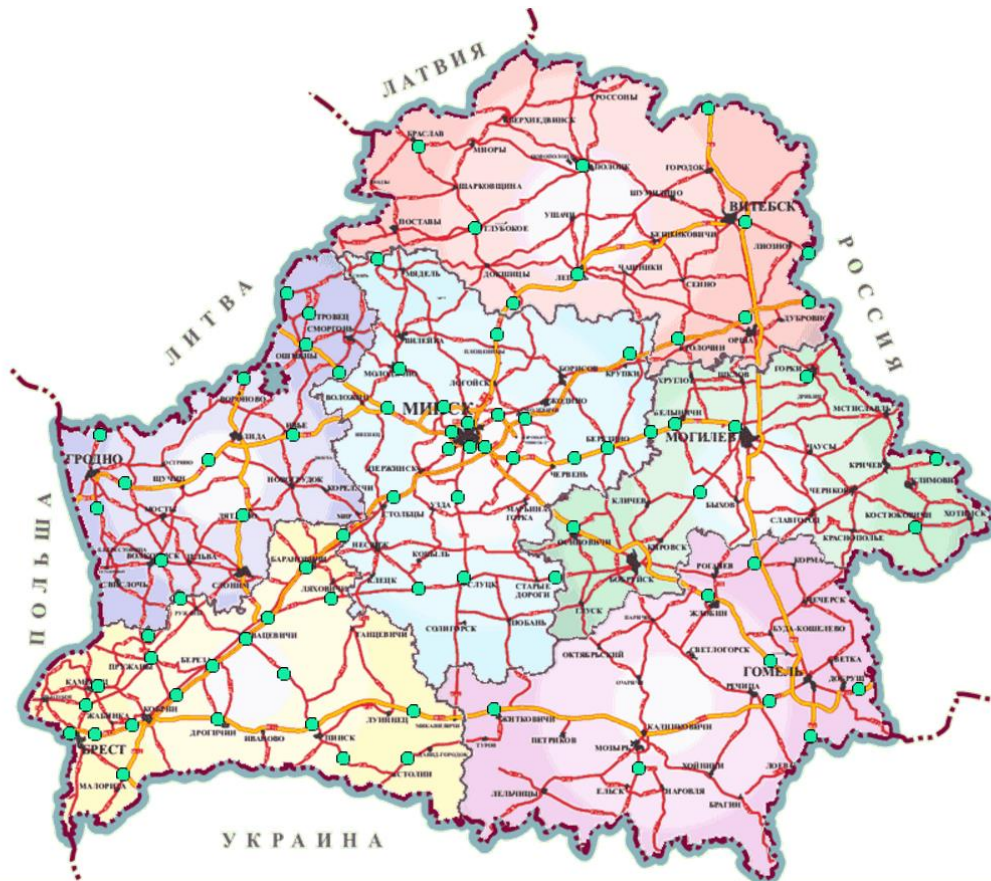


Рисунок 36. – Карта размещения системы предупреждения о гололеде по территории Республики Беларусь

Состояние и проезжаемость дорог сильно меняются в течение года. Зимой опасными являются *метель, снегозаносы, возможное образование снежно-ледяного наката* на протяженных участках дороги. В *переходные сезоны* нередко образование *гололеда* на открытых участках дороги и значительное снижение видимости (*туман, снегопад, снежные заряды*). Весной (весенняя распутица) проезжаемость дорог существенно ухудшается. В этот период с повышением температуры быстро возрастает глубина оттаивания грунта (пучинообразование). Для сохранения покрытия автомобильных дорог вводится ограничение нагрузки на ось.

Прямой угрозой для автотранспорта является *гололедица*, с которой связано более 50 % дорожно-транспортных происшествий. Для любых дорог к неблагоприятным условиям погоды относятся *длительные дожди и ливни*, особенно на дорогах в сельской местности (таблица 13).

Особое влияние на состояние дорожного полотна оказывают *температура и осадки*. При условии если температура выше верхней границы (от $+34 \pm 1$ °C), то из-за расплавления одного из компонентов асфальта – битума, дорожное полотно начинает терять свои качества, понижается плотность асфальтобетонного покрытия. Данное состояние может усугубить влажность дорожного полотна. Пользователи, особенно большегрузные автомобили, наносят физические деформации автомобильным дорогам в виде интенсивного образования колеи. Дорожное хозяйство с помощью ДИС отслеживает участки автомобильных дорог на которых произошло перегревание полотна, и предпринимают меры: ограничение нагрузки на ось при температуре свыше $+25$ °C в дневное время суток.

Противоположные температуры, которые менее нижней границы нормальных условий (менее 0 ± 1 °C), приводят к разрушению автомобильной дороги и угрожают жизни и здоровью автомобилистов. Разрушение происходит из-за особенностей воды, которое заключается в том, что при переходе из жидкого в любое другое агрегатное состояние, не только в пар, но и в лед, происходит расширение, такой процесс разрушения называется морозобойное выветривание. В совокупности с осадками низкие температуры образуют гололедные явления, которые отрицательно сказываются на коэффициент сцепления дорожного покрытия.

Влияние осадков также различается от количества, при очень малом количестве (при продолжительной засухе) возможно растрескивание дорожного покрытия с последующим выветриванием. Очень большое количество осадков напрямую не воздействует на дорожное покрытие, но очень большое влияние оказывает на придорожную зону. Избыточное количество осадков (более 30 мм за 12 часов) приводит к размыву придорожной зоны с дальнейшим подмыванием грунтов под дорогой, следствием этого процесса является проседание и обваливание дорожного покрытия. Для того, чтобы избежать этого следует тщательно разрабатывать план дорожного строительства с учетом погодных факторов.

Таблица 14. – Опасные метеорологические явления для автотранспорта

Явление	Критерии ОЯ	Вид ущерба и защитные меры
Метель	Скорость ветра более 15 м/с, видимость менее 200 м, продолжительность более 3 ч	Простой автотранспорта, закрытие трасс
Туман	Видимость менее 200 м, продолжительность более 3 ч	Простой автотранспорта, Закрытие трасс.
Осадки (снегопады)	Количество осадков более 30 мм, продолжительность более 3 ч	Ухудшение видимости, простой автотранспорта, расчистка трасс
Гололедные явления (гололедица)	Продолжительность более 3 ч	Простой автотранспорта, опасная дорожно-транспортная ситуация, посыпка дорог

Каждый вид транспорта отличается спецификой работы. При определении зависимости вида транспорта от условий погоды выделяют такие особенности транспорта, как скорость, грузоместимость, пассажироместимость, маневренность, автономность и степень обеспеченности укрытием. Скорость транспортного объекта является одним из важных свойств перемещения грузов или пассажиров.

Грузоподъемность транспортного объекта, как и пассажироместимость, определяют провозную способность: грузооборот и пассажироперевозки. Приведенные две характеристики – скорость и грузоподъемность – важнейшие свойства транспорта, определяющие товарооборот.

Мобильность транспортной системы – один из основных показателей эффективности экономики.

Маневренность транспортного объекта – способность двигаться в любом направлении. Коэффициент маневренности равный единице отражает максимальную маневренность (по всем 16 румбам). Такой маневренностью обладают авиация и морской флот. Для автомобильного транспорта допускается коэффициент равный 3/16.

Автономность – способность данного вида транспорта обеспечить себя (техническое и энергетическое обеспечение) без связи с базой.

Степень обеспечения укрытия от опасных гидрометеорологических явлений. Максимальную степень укрытия по пути движения имеет автомобильный транспорт. Приведенные характеристики транспорта отражают его постоянную зависимость от условий погоды.

Основная задача специализированного метеорологического обеспечения транспорта состоит в том, чтобы обеспечить безопасность, регулярность и экономичность.

В повседневных оперативных условиях автомобильному транспорту необходима следующая гидрометеорологическая информация:

- фактические данные о текущей погоде в целях осведомленности о зависимости автотранспортных работ на данный момент;
- суточные и полусуточные прогнозы как по пунктам базирования автомобильного транспорта, так и по автотрассам, по которым устанавливается специализированное обеспечение;
- штормовые предупреждения об ОЯ и НГЯ (метели, туман, гололедица, грозы, ветер 15 м/с и более, шквалы, сильные дождь и снег, сильные морозы -25 °С и ниже, повышение температуры воздуха до +30 °С и выше, переход температуры воздуха через 0 °С;
- гидрологические данные об уровнях воды в реках у мостов и возможности затопления участков дорог;
- обобщенные климатические и гидрологические материалы (ежемесячники, ежегодники, справочники и др.).

Особые трудности испытывает автомобильный транспорт зимой и в переходные сезоны. В это время большое внимание в прогнозах уделяется снеготаносам на дорогах, включая городские условия, и возникновению гололедицы на тех или иных участках дорог. Если ожидается, что гололедицей будет охвачено 10 % и более обслуживаемой территории, потребителю направляется предупреждение об ОЯ.

Заблаговременные предупреждения о снегопадах, метелях и гололедице в городах позволяют своевременно включить в защитные мероприятия специализированную технику города.

В метеорологическом обеспечении автотранспорта особое внимание уделяется перевозкам грузов по международным трассам, транспортировке руды и пород в открытых карьерах и др. В каждом отдельном случае разрабатывается специальная программа метеорологического обеспечения, которая включается в договорные соглашения. При этом устанавливается заблаговременность прогнозируемых явлений погоды и частота прогнозирования выбранных метеорологических величин.

1.7.5.5. Воздушный транспорт

Воздушный транспорт специализируется на пассажирских перевозках на дальние и средние расстояния, а также на доставке ценных и скоропортящихся грузов на дальние расстояния. Основными преимуществами воздушного транспорта являются самая высокая скорость, неограниченный радиус действия, чрезвычайная маневренность (малая авиация и вертолеты), возможность организации необходимого количества маршрутов.

В Беларуси воздушные перевозки осуществляет национальная компания «Белавиа». Базой этой компании является аэропорт «Минск-2», который был введен в строй в 1984 году (проектная мощность - 5,8 млн пассажиров в год, в 2013 году пассажирооборот превысил 2 млн чел.). Регулярные рейсы из областных центров в Минск организует 2-я международная авиакомпания – «Авиакомпания Гродно», на грузовых перевозках специализируется авиакомпания «Трансавиаэкспорт».

Специфика работы этого потребителя метеорологической информации состоит в том, что воздушный транспорт осуществляет свою функциональную деятельность в условиях наиболее высокого риска метеорологической опасности.

Влияние метеорологических условий на авиацию рассматривается раздельно в зависимости от фазы полета: взлета, посадки и полета на высотах.

Сложные условия на взлете и посадке характеризуются *ограниченной видимостью* и *высотой* нижней границы низких облаков и такими опасными явлениями погоды, как грозы, шквалы, сильные ливневые дожди и вертикальный сдвиг ветра.

Для обеспечения безопасности взлета и посадки устанавливается *минимум погоды* – минимально допустимое значение нижней границы облаков и видимости, при которых посадка для данного типа самолета разрешается. Минимум погоды при посадке устанавливается не только для данного типа самолета, но и для каждого командира воздушного судна.

На взлетно-посадочные характеристики самолетов оказывает влияние ветер. При сильном боковом ветре при посадке парирование сноса может оказаться предельным. В неустойчивой воздушной массе опасность во время посадки создают сильные порывы ветра, вызывающие "подъемы" и "проваливание" самолета. В холодную часть года снежные заносы, обледенение и туманы могут на многие часы и сутки парализовать работу аэропортов.

При полете на высотах наибольшую опасность создают грозы по маршруту, турбулентность, вызывающая болтанку самолета, и его обледенение. Метеорологические и синоптические условия развития этих явлений достаточно хорошо изучены и приведены в известных учебниках и монографиях таких ученых как: П. Д. Астапенко, С. В. Солонина, А. М. Баранова, О. Г. Богаткина, Г. И. Мазурова и других.

Специализированное метеорологическое обеспечение гражданской авиации предусматривает обеспечение безопасности, экономической эффективности и регулярности ее работы. Метеорологическое обеспечение авиации осуществляется как при взлете и посадке, так и при полете на высотах. Особое значение приобретают сведения о фактической погоде на аэродроме. Они являются официальной метеорологической информацией, на основании которой диспетчером аэропорта принимаются решения на взлет и посадку самолетов. Выделяются стандартные, специальные и особые (штормовые) наблюдения за состоянием погоды на аэродроме.

Стандартные представляют собой наблюдения через 1 ч или 30 мин. Это наземные метеорологические, шаропилотные и радиолокационные наблюдения.

Специальные наблюдения передаются на борт самолета перед взлетом и посадкой.

Штормовые – при изменении погодных условий до опасных.

Широко используется спутниковая информация, как более полное дополнение сведений о характере облачности, особенно над океаном, над горными районами, над сложной ледовой поверхностью в полярных районах.

Разработка прогностической информации осуществляется в зависимости от разряда АМСГ и типов воздушных судов (ВС). Виды авиационных прогнозов и их детализация устанавливаются в условиях договорных обязательств между Гидрометом и Гражданской авиацией. В разных региональных условиях применительно к различным типам самолетов и вертолетов объем прогностической информации, заблаговременность и продолжительность прогнозов, как и их содержание, могут заметно меняться.

Осуществление метеорологического обеспечения на этапах взлета и посадки остается наиболее сложным и ответственным. Фактическая погода на момент взлета и посадки является основной информацией, на основании которой принимаются соответствующие решения. При этом прогноз текущего состояния погоды (на 1 ч и менее) обеспечивает более надежную оценку метеорологических условий и снижение риска метеорологической опасности (по высоте нижней границы облаков, видимости, вертикальному сдвигу ветра и опасным явлениям погоды).

Предполетная метеорологическая подготовка экипажа – необходимое условие успешного осуществления полета. Перед полетом экипажу выдается метеорологическая документация, включающая прогностическую карту особых явлений, карту АТ изобарической поверхности, ближайшей к эшелону полета, прогнозы погоды по пункту посадки и запасным аэродромам и другие материалы.

При продолжительности полета менее 2 ч командир ВС получает у синоптиков только предполетную консультацию. Возможны иные способы обеспечения экипажа метеорологической документацией.

Метеорологическое обеспечение авиакомпаний осуществляется в рамках единых требований Международной организации гражданской авиации (ИКАО). Поскольку объем воздушных перевозок возрастает, увеличивается и потребность в оперативной метеорологической информации, поступающей по каналам связи со всего мира. В дополнение к традиционным системам связи создана новая система SADIS – спутниковая система распространения метеорологических данных, как часть существующей наземной системы ИКАО. Синоптик может получить оперативную (METAR, TAF, SIGMET) и специальную (AIRET) информацию; данные о ветре и температуре для стандартных уровней полета, карты особых явлений и другие сведения, включая карты распространения вулканического пепла. Выброс тефры – вулканического вещества – достигает 80 км.

Метеорологическое обеспечение сверхзвуковой авиации имеет свою специфику. Особенности полета в сверхзвуковом режиме определяются следующими факторами: 1) значительным лобовым сопротивлением воздуха, вызывающим нагрев поверхности самолета, достигающий в некоторых точках 120 °С и более; 2) резким уплотнением воздушной среды вокруг самолета, проявляющимся в виде ударной волны; 3) большой вертикальной скоростью подъема, достигающей 30 м/с; 4) осуществлением полета на значительных высотах, где самолет подвержен влиянию озона и космической радиации.

Метеорологическое обеспечение сверхзвуковой авиации носит особый характер.

1.7.5.6. Связь и телекоммуникации

Сектор связи и телекоммуникаций включает в себя почтовую связь, услуги передачи данных (услуги электросвязи), услуги сотовой подвижной связи, услуги телефонной связи.

На современном этапе развития главным производительным ресурсом становится информация. Обеспечение необходимой информацией в требуемое время, в нужном месте и надлежащего качества - основная функция связи. Основными организациями, оказывающими услуги связи и телекоммуникаций в Беларуси, являются РУП «Белпочта» и РУП «Белтелеком».

Особенности создания, распространения и функционирования различных видов связи во многом определяются географическим положением и местными особенностями. Бесперебойная работа средств связи, особенно сохранность проводных воздушных линий, в значительной степени зависит от условий погоды. Линии связи подвергаются постоянному воздействию метеорологических элементов. *Гололедные и изморозевые отложения* нарушают нормальную работу линий связи и электросети, приводят к затуханию токов высокой частоты. При отложениях более 5 мм они чаще не проходят и слышимость прекращается. Явления, сопровождающие гололед, изморозь - *дождь, морось, густой туман* - вызывают утечку тока в землю и тем самым снижают слышимость, временами до полного прекращения. Отложения твердых осадков на проводах связи также понижают слышимость, и, кроме того, создают условия перегрузки на провода, что может сопровождаться обрывом проводов и поломкой опор. При *низких температурах воздуха* (- 30 °С и ниже) провода укорачиваются и обрываются, а при *сильном ветре* может произойти касание проводов и их пережог.

Грозовые разряды создают помехи и искажения на линиях связи и могут вывести из строя приемную и передающую аппаратуру и антенное хозяйство.

Для оптимального режима работы предприятий связи необходима следующая специализированная гидрометеорологическая информация:

- прогнозы погоды на сутки (с разделением на полусутки);
- штормовые предупреждения об ОЯ и НГЯ (гололед, изморозь, отложения мокрого снега, туман, грозы, ветер 15 м/с и более, шквалы, температура воздуха - 30 °С и ниже.

1.7.6. Метеорологическое обеспечение строительства

Строительство – это один из наиболее важных секторов национальной экономики, основная цель функционирования которого заключается в воспроизводстве основных фондов: возведение зданий и сооружений, их капитальный и текущий ремонт, реконструкция и реставрация.

Согласно действующему Общегосударственному классификатору Республики Беларусь «Виды экономической деятельности» (ОКРБ 005-2011)

«Строительство» включает все работы по строительству зданий, гражданскому строительству, а также специальные работы по строительству, требующие специальной квалификации и оборудования.

Специфика строительных работ заключается в следующем:

1) строительство объекта основано на использовании большого разнообразия таких строительных элементов, как блоки, конструкции, балки различного назначения, требующие необходимой точности их укладки в процессе возведения объекта;

2) используются строительные материалы, связующие и химические растворы;

3) успешное выполнение всех этапов строительства (нулевой цикл, возведение, отделка или наладка), как и проведение отдельных видов работ, находится в сильной зависимости от *условий погоды*.

Влияние неблагоприятных условий погоды выражается в потере или неэффективном использовании рабочего времени, в простое строительной техники и транспорта, в порче строительного материала и оборудования.

Важную роль здесь играет обобщенная многолетняя климатическая и гидрологическая информация, которая широко применяется для решения практических задач, разработки перспективных планов и позволяет экономить затраты на проектно-изыскательские работы и оптимизацию параметров возводимых объектов. Климатические характеристики в строительстве позволяют выбрать размеры ограждающих конструкций проектируемых зданий и рассчитать их теплопотери, определить гололедно-изморозевые нагрузки на проектируемые высотные сооружения и ЛЭП и выполнить многие другие инженерные расчеты (см. раздел 7). При проектировании тщательно учитывается влияние ветра, как регулятора температурно-влажностного режима и фактора внешних нагрузок на строящийся объект, в первую очередь, на высотные сооружения. Большие скорости ветра представляют опасность для маячных опор, высоких дымовых труб, стенок сооружений, если данные скоростного напора не учтены при проектировании. В результате занижения расчетных ветровых, снеговых и гололедно-изморозевых нагрузок, по сравнению с фактическими, возникают аварии, а иногда происходит и полное разрушение строений. Многочисленные климатические параметры включены в СНиП при проектировании различных сооружений и зданий.

Кроме того, как в процессе строительства объекта, так и в последующем, при его эксплуатации, требуется постоянный учет погодных условий – фактических и прогнозируемых. *Температура воздуха, осадки и ветер* оказывают влияние на весь ход строительных работ: подвоз стройматериалов и конструкций, работу кранов, монтажные и другие работы. Так, при сильном ветре и морозе работа на открытом воздухе крайне затруднена и может быть приостановлена. Для определенных климатических поясов и видов работ установлены лимитирующие, предельные температурно-ветровые условия, при которых выполнение работ ограничивается или прекращается. При скорости ветра 12-15 м/с отдельные подъемные краны вне «теневого» зоны стройплощадки

выполняют работы со значительным риском аварии, что требует остановки этих работ.

Наиболее неблагоприятные условия для выполнения строительных работ складываются в *холодную часть года*. Ветер, низкие температуры, снегопады, гололеды ограничивают монтажные работы, вынуждают вести корректировку намеченных планов работ. Нередко в таких условиях работы оправданно приостанавливаются.

Строительными организациями разрабатываются перечни неблагоприятных условий погоды и их возможных последствий, что позволяет потребителям принимать более эффективные меры защиты.

Специализированное метеорологическое обеспечение осуществляется по широкому набору требований к содержанию метеорологической информации (текущей, прогностической, климатической), к необходимому объему и формам ее представления. При выполнении строительных работ постоянно используются *прогнозы погоды*. Они позволяют уточнить очередность работ, расстановку рабочей силы и техники, прекращение отдельных видов работ и замену одних видов работ другими.

От ожидаемых условий погоды зависит работа строительных кранов, а также заблаговременная приостановка их работы и отвод на безопасную стоянку. Штормовые (пороговые) значения скорости ветра должны быть доведены до сведения руководителя работ на стройплощадке, который принимает необходимые решения прежде всего по обеспечению безопасности работ, т. е. по снижению метеорологического риска. На строительные объекты поступают не только прогнозы погоды заданной продолжительности, но и предупреждения об опасных и неблагоприятных гидрометеорологических явлениях с максимально возможной заблаговременностью.

Условия погоды оказывают влияние не только на процесс строительства, но и на возможное разрушение строений. Повышенная влажность воздуха и длительные морозящие дожди приводят к разрушению стен, если не предусмотрена гидроизоляция. Сильные дожди могут вызвать не только намокание, но и сквозное промокание стен строений. При сильных дождях увеличивается влажность грунта. Такой грунт пучится, что влияет на устойчивость зданий и может привести к их разрушению. Сильные дожди повышают уровень грунтовых вод, что оказывает вредное влияние на подземную часть зданий.

При решении строительных задач также учитываются *солнечная радиация, температура почвы* и такие атмосферные явления, как *грозы, туманы и гололед*.

При правильном учете *микrokлиматических особенностей* в городском строительстве можно правильно спланировать размещение промышленных объектов, особенно химических, чтобы ограничить или не допустить их влияния на окружающую среду и население.

Существенную роль в строительстве играют гидрологические прогнозы и характеристики: объемы половодья, максимальные и минимальные уровни воды в реках и водохранилищах, расходы воды и т.д. Они учитываются при

строительстве плотин и других гидротехнических сооружений, организации работ.

Погодо-климатический фактор, как метеорологический ресурс, играет большую роль в деле оптимизации строительства на всех его этапах: планировании, проектировании, конструировании и строительно-монтажных операциях. Это вызвано тем, что метеорологические факторы оказывают влияние на прочность, долговечность и комфортность строящихся объектов и в значительной мере определяют их стоимость. Учет климатического режима при строительном проектировании промышленных зданий и жилых домов является необходимым условием оптимального удешевления объекта. При проектировании - выборе типа здания, его теплоизоляционных качеств, системы отопления и т. п. - учитываются климатические особенности температуры и ветра, температурно-влажностных показателей, ветровых и гололедно-ветровых нагрузок на высотные сооружения и ряд других режимных характеристик. Это один из важных резервов повышения качества, снижения себестоимости строительства и обеспечения комфортных условий на базе использования современных технологий.

Для оптимального планирования и ведения строительных работ и максимального учета гидрометеорологических факторов при проектировании объектов строительным и проектным организациям необходима следующая специализированная гидрометеорологическая информация:

- прогнозы погоды на сутки, на последующие 2-е суток, неделю, месяц;
- штормовые предупреждения об ОЯ и НЯ (ветер 12 м/с, шквалы, сильные дожди, снегопады, метели, гололед, туманы, гололедица, понижение температуры воздуха до -25°C и ниже);
- сведения о скорости ветра на высоте 25 м (при высотном строительстве);
- гидрологические прогнозы и предупреждения об опасных гидрологических явлениях;
- данные о глубине промерзания почвы;
- текущие гидрометеорологические данные;
- расчет уровней и расходов заданной вероятности превышения по водотокам при проектировании сооружений, находящихся в вероятных зонах подтопления от водотоков, морфометрические характеристики русел водотоков;
- обобщенные климатические и гидрологические материалы (ежемесячники, ежегодники, справочники и др.).

1.7.7. Метеорологическое обеспечение других видов экономической деятельности

1.7.7.1. Жилищно-коммунальное хозяйство

В структуре сферы услуг Беларуси особая роль принадлежит жилищно-коммунальному хозяйству. Жилищно-коммунальное хозяйство (ЖКХ) представляет собой отрасль сферы услуг и важнейшую часть территориальной инфраструктуры, определяющую условия жизнедеятельности человека, прежде всего комфортности жилища, его инженерное благоустройство, качество и

надежность услуг транспорта, связи, бытовых и других услуг, от которых зависит состояние здоровья, качество жизни и социальный климат в населенных пунктах.

Немаловажное значение для нормального функционирования всей системы ЖКХ имеют *погодные и климатические условия*.

В повседневной работе коммунального хозяйства используется *текущая метеорологическая информация и прогнозы погоды*, что позволяет более точно выбрать оптимальный режим работы городских тепловых станций и газового хозяйства.

Одной из главных задач ЖКХ является обеспечение комфортных условий в жилых и производственных помещениях. Потребление энергии меняется вместе с изменениями погоды, так как потребности в отоплении или охлаждении зависят от холодных или теплых погодных условий. Прогнозы погоды и правильный учет текущих гидрометеорологических данных позволят коммунальным службам регулировать отпуск тепловой энергии.

Выбор режима тепло- и газоснабжения зависит от ожидаемой температуры воздуха. Потребление газа коммунально-бытовыми предприятиями резко увеличивается при понижении температуры до -20°C и ниже. Информация о *резких изменениях температуры воздуха* позволяет предприятиям регулировать подачу тепла, в результате чего они получают значительную экономию топлива, а потребители – комфортную температуру помещений. От ожидаемых метеорологических параметров наружного воздуха зависит выбор режима вентиляции метрополитена.

Учет температуры воздуха и условий погоды позволяет ремонтно-строительным организациям, организациям по озеленению городов выбрать время, благоприятное для проведения работ предотвратить убыточные мероприятия. В зависимости от погодных условий меняется продолжительность сезона строительства и ремонта дорог. Благоприятным для дорожного строительства и ремонта дорог является теплый период года, когда температура воздуха не опускается ниже 0°C .

Сильные или продолжительные снегопады и метели, гололедица в осенне-зимний период осложняют движение транспорта, что приводит к значительным потерям рабочего времени, расходованию ресурсов, и, в конечном итоге, к убыткам в работе автотранспортных предприятий.

В теплый период года улицы городов моют из поливочных машин, специальные уборочные агрегаты производят их очистку от мусора и грязи. *При переходе температуры через 0°C в сторону отрицательных значений* должны быть исключены поливочные работы, так как создается угроза замерзания воды на проезжих частях улиц и ухудшаются условия движения транспорта, а при оттепелях необходимо очищать (открывать) приемные люки канализации, чтобы талая вода не нарушила движение. Сильный дождь на территории городов может привести к переполнению дренажных систем и затоплению улиц и строений на какой-то период.

Туман, ухудшение видимости на дорогах из-за интенсивного снега или дождя, гололедица на дорогах создают особо опасные условия для городского

транспорта и приводят к снижению скорости, буксованию, нарушению движения транспорта, увеличению несчастных случаев на дорогах. Гололедица на тротуарах создает угрозу здоровью людей.

К явлениям, затрудняющим работу служб ЖКХ, также относится *повышение температуры воздуха до + 30 °C и более*. При такой температуре асфальтовые покрытия сильно нагреваются и размягчаются.

Заблаговременное предупреждение об угрозе возникновения опасного явления погоды с указанием его интенсивности и продолжительности позволяет коммунальным службам своевременно принять предупредительные меры: ввести в действие необходимое количество техники, в том числе и снегоочистительной, перераспределить людей и технику по сменам и тем самым обеспечить бесперебойное движение транспорта, обработать дороги и тротуары химикатами или песком, уменьшив число аварий. *Климатические данные* необходимы предприятиям для обоснования оснащения снегоочистительной техникой, для разработки производственных планов и др.

Важное значение в жилищно-коммунальном хозяйстве имеют *гидрологические данные*. Почти все города и большинство населенных пунктов расположены по берегам рек и озер, поэтому паводки и резкие колебания уровня воды в них могут привести к нарушению нормального функционирования предприятий ЖКХ. При высоких уровнях весеннего половодья и паводков вода выходит из берегов и затапливает местности, разрушая постройки, дороги, мосты и т.п. Предприятия водоснабжения, которые производят водозабор из поверхностных водных объектов, находятся в прямой зависимости от гидрологических и гидрохимических параметров водного объекта. Малая водность рек, при которой нередко оголяются приемные устройства водозаборных сооружений, нарушает водоснабжение.

Служба эксплуатации дорог нуждается в *гидрологических прогнозах*, своевременном предупреждении о выходе воды на пойму и об опасно высоких уровнях воды для принятия защитных мер по уменьшению ущерба от возможного подтопления низких участков дорог или их размыва. Высокое половодье также отрицательно сказывается на сохранности мостов и водоотводных труб.

Для оптимального режима работы служб коммунального хозяйства необходима следующая специализированная гидрометеорологическая информация:

- прогнозы погоды на сутки, последующие 2-е суток, неделю, месяц;
- фактические сведения о метеорологических параметрах (среднесуточная температура воздуха, минимальная и максимальная температура воздуха, направление и скорость ветра, неблагоприятные явления погоды);
- штормовые предупреждения об ОЯ (снегопады, метели, гололед, изморозь, гололедица, сильные дожди, ливни, туманы, сильные ветры и шквалы, понижение температуры воздуха до -30 °C и ниже, повышение температуры воздуха до + 30 °C и выше, переходе температуры через 0 °C, резкие изменения температуры воздуха);
- специализированные прогнозы среднесуточной температуры воздуха;

- оперативная гидрологическая информация;
- гидрологические прогнозы и предупреждения об опасных гидрологических явлениях;
- расчет уровней и расходов заданной вероятности превышения для обеспечения работы водозаборов и сбросов на водотоках, морфометрия русел водотоков.

1.7.7.2. Туризм, спорт, отдых, население

Специализированное гидрометеорологическое обеспечение населения направлено на обеспечение безопасности жизни людей, сохранение их собственности при возникновении экстремальных погодных условий, на удовлетворение потребностей конкретного человека в информации о погоде. Система информирования населения Республики Беларусь о гидрометеорологических условиях постоянно развивается и совершенствуется в соответствии с изменяющимися запросами граждан и развитием информационных технологий. Население играет все более заметную роль в определении стандартов и в оценке качества гидрометеорологической продукции.

Индустрия отдыха и туризма в Республике Беларусь, как и во всем мире, быстро развивается и приобретает все более важное значение, внося значительный вклад в национальную экономику. Наряду с традиционными видами туризма и отдыха в республике получают развитие и новые его направления - эко- и агротуризм. В Беларуси наиболее благоприятными для рекреационного использования ресурсами являются лесные ландшафты в сочетании с реками и озерами, пересеченным рельефом. Метеорологическое обслуживание населения *прогнозами, штормовыми предупреждениями об опасных явлениях погоды, сведениями о фактической погоде* обеспечивает прямую поддержку многочисленным видам туризма. Оно обеспечивает безопасность приехавших на отдых и помогает организаторам отдыха приобрести или сохранить привлекательность мест отдыха. **Знания пространственно-временных климатических характеристик регионов (температура воздуха, продолжительность солнечного сияния, облачность, количество осадков, высота снежного покрова и т. д.)** поможет определиться в конкретном выборе места, вида и времени отдыха.

Особенно необходимы *сведения о фактической погоде и прогнозы погоды* руководителям школ и отделов народного образования при организации туристических поездок и походов в дни школьных каникул и для оздоровления детей как в республике, так и за ее пределами.

Большой интерес для водного туризма представляют *гидрологические данные* о глубине, ширине рек, скорости течения, описание долин и русел рек. Важной является информация о температурном режиме озер и водохранилищ в летний сезон, который определяет продолжительность купального сезона. Характеристики ледового режима (толщина льда) и ледовых явлений (даты начала и окончания ледохода и ледостава) помогут любителям рыбной ловли

обезопасить свои увлечения.

Гидрометеорологическое обеспечение туристической деятельности следует проводить, учитывая *погодные условия маршрутов*. При угрозе возникновения ОЯ и НЯ следует информировать об этом туристические группы, а также давать рекомендации о возможности дальнейшей эксплуатации туристических маршрутов.

Для многих видов спортивных занятий, и в первую очередь для проводимых на открытом воздухе, условия погоды – важнейший фактор, иногда даже решающий. *Сильный мороз или чрезмерная жара, сильный дождь или снег, густой туман, метель* способны повлиять на ход соревнований и спортивные показатели участников. От состояния погоды зависит выбор спортивной одежды, которая должна быть комфортной для занятий спортом. Дискомфорт могут вызывать колебания температуры и влажности воздуха, скорости ветра, а также выпадение атмосферных осадков и воздействие некоторых атмосферных явлений (гроза, гололед). В соответствии с ожидаемыми и наблюдаемыми условиями и выбирают одежду и обувь, которые ослабят или предотвратят негативное влияние внешней среды.

Таким образом, для *оптимального планирования отдыха и режима работы туристических и спортивных организаций необходима следующая специализированная гидрометеорологическая информация:*

- прогнозы погоды на сутки, на последующие 2-е суток, неделю, месяц;
- штормовые предупреждения об ОЯ и НЯ (ветер 25 м/с и более, шквалы, очень сильный дождь, очень сильный снегопад, метели, снежные заносы, туман, гроза, гололед, гололедица, резкие изменения погоды);
- консультации об ожидаемых погодных условиях;
- гидрологические прогнозы и предупреждения об опасных гидрологических явлениях;
- гидрологические характеристики водных объектов;
- обобщенные климатические и гидрологические материалы (ежемесячники, ежегодники, справочники и др.), в том числе климатические и гидрологические описания регионов.

Маркетинговые исследования, проведенные совместно с Метеоагентством Росгидромета, позволили оценить потребительский спрос на специализированную гидрометинформацию среди населения, выявить наиболее востребованные виды информации. В исследовании приняли участие 423 респондента во всех регионах Беларуси (рисунок 29).

Основными источниками сведений о погоде являются телевидение (37 % опрошенных), радио (26%), Интернет (15%). Информация о погоде весьма актуальна для населения: 63 % респондентов прогноз погоды необходим ежедневно и только 0,2 % опрошенного населения погода вообще не интересует.

В соответствии с законодательными актами предоставление гидрометеорологической информации производится как на безвозмездной основе, так и на платной – по договорам. Все ведущие телеканалы, радиостанции и многие печатные СМИ страны на регулярной основе сотрудничают с подразделениями Белгидромета.

Прогнозы погоды различной заблаговременности предоставляются для телеканалов «Беларусь-1», «Беларусь-2», «НТВ-Беларусь», «ОНТ», «РТР-Беларусь», «СТВ». Подготавливается гидрометеорологическая информация в текстовом или в табличном виде, в дальнейшем визуализируется или произносится ведущими. Особой популярностью пользуется среди населения передача «Телебарометр», в которой часто принимают участие ведущие специалисты Белгидромета.

Прогнозы погоды, составленные синоптиками Государственного Учреждения «Республиканский центр по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды» (Белгидромета), предоставляются крупнейшему информагентству БЕЛТА, ежедневно звучат на Первом национальном канале Белорусского радио, FM-радиостанциях «Альфа Радио», «Мир». Синоптики регулярно участвуют в утренних передачах на телеканале Беларусь 1.

Договорные отношения установлены со СМИ республиканского масштаба. Среди них газеты «СБ. Беларусь сегодня», «Сельская газета», сетевое издание «Sb.by».

Кроме того, специалистами Белгидромета даются многочисленные интервью для СМИ. Руководство Белгидромета и ведущие специалисты участвуют в пресс-конференциях, посвященных гидрометеорологической тематике, особенностям развития весеннего половодья на реках Беларуси, а также приуроченных к Всемирному метеорологическому дню 23 марта. Эти пресс-конференции организуются в Национальном пресс-центре.

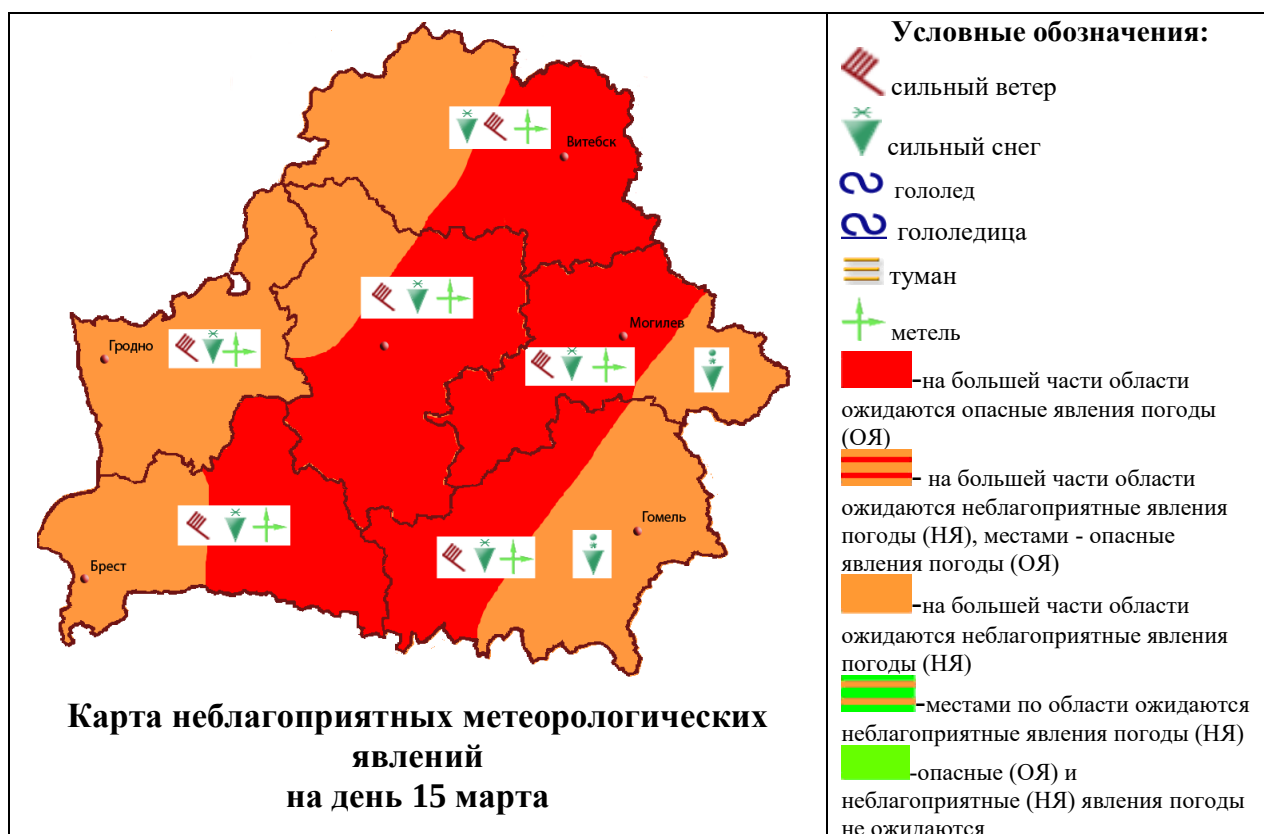
На Интернет-сайтах Белгидромета rogoda.by и belgidromet.by кроме обзоров погодных условий, стандартных прогнозов погоды и предупреждений размещается большой объем гидрометеорологической информации. Через посредство сайтов также реализуются современные информационные технологии: подписка на прогнозы погоды в XML-формате, установка информеров погоды, погода в телефоне и т.д. По данным маркетингового исследования сайт rogoda.by оказался наиболее популярным среди населения нашей страны.

Для оперативного предупреждения населения об опасных гидрометеорологических явлениях налажено тесное взаимодействие с МЧС. Информация об угрозе возникновения ОЯ доводится потребителям, в том числе и СМИ, в каждом районе республики, не только организациями гидрометеорологической службы, но и подразделениями МЧС.

В Белгидромете был проведен анализ установленных процедур подготовки и выпуска экстренной информации, принятых в национальных гидрометеорологических службах и для лучшего восприятия прогнозов погоды введен специальный четырехцветный код, включающий зеленый, желтый, оранжевый и красный цвета. Цветовой код применяется к прогнозной метеорологической информации на предстоящие сутки по территории республики, областям и областным центрам (таблица 15).

	Опасных и неблагоприятных явлений погоды не ожидается.
	Погодные условия потенциально опасны - возможны осадки, грозы, возрастание порывов ветра, высокие или низкие температуры и др. Эти явления погоды обычны для территории страны, но временами могут представлять опасность для отдельных видов социально-экономической деятельности.
	Погодные условия представляют реальную опасность - шквалы, ливни, грозы, град, жара, морозы, снегопады, метели и др. Явления могут негативно повлиять на социально-экономическую деятельность и привести к значительному материальному ущербу, а также возможны человеческие жертвы.
	Погодные условия очень опасны - ураган, проливные дожди, очень сильные снегопады, крупный град, чрезвычайная пожарная опасность и др. которые могут вызвать серьезный материальный ущерб, человеческие жертвы.

Прогнозная метеорологическая информация на предстоящие сутки с применением цветового кода доводится до потребителей только в случаях, когда ожидаются неблагоприятные гидрометеорологические явления (оранжевый уровень опасности) и опасные метеорологические явления (красный уровень опасности). Прогнозная метеорологическая информация в цветовом коде предназначена в основном для населения и доводится через средства массовой информации. Также цветовой код используется при оформлении прогнозов погоды для органов государственного управления (рисунок 37).



15 марта (пятница) погодные условия на территории Беларуси будет определять активный циклон, смещающийся с Балканского полуострова на юго-восточные районы нашей страны.

Прогноз погоды на 15 марта

По Беларуси сложные погодные условия. Ночью по юго-восточной половине продолжительный сильный снег, утром и днем во многих районах республики очень сильные снегопады, метели, снежные заносы. По юго-востоку страны сильный мокрый снег и дождь, местами гололед, налипание мокрого снега. Ветер северный порывами 15-20 м/с, в дневные часы местами до 21-24 м/с. Температура воздуха в течение суток -2 -8°C, ночью по северо-западу -9 -15°C; по юго-восточным районам Гомельской и Могилевской областей ночью около 0°C, днем +2 +8°C.

По Минской области сложные погодные условия. Ночью по юго-восточной половине, днем во многих районах области сильный снег, в дневные часы по центральным и юго-восточным районам очень сильные снегопады. Метели, снежные заносы. Ветер северный порывами 15-20 м/с, днем местами до 21-24 м/с. Температура воздуха в течение суток -2 -7°C, минимальная ночью по северо-западу до -9 -13°C.

По г. Минску сложные погодные условия. Ночью продолжительный снег, днем очень сильный снег. Метель, снежные заносы. Ветер северный порывами 15-20 м/с, в дневные часы до 22 м/с. Температура воздуха в течение суток -4 -6°C.

Использование данного кода позволило повысить степень осведомленности лиц, ответственных за принятие решений в стране, а также населения об опасности возникновения опасных явлений, путем предоставления соответствующей информации об интенсивности и степени потенциальной опасности ожидаемых явлений. Содержание данных кодов доступно для их использования, как средствами массовой информации, так и населением, тем самым, способствуя определению степени риска в различных ситуациях.

Также разработаны и реализуются планы «Посейдон» и «ПОГОДА», о взаимодействии Белгидромета с МЧС, ГАИ в случае сильных снегопадов, ливневых осадков, которые могут привести к подтоплениям в г. Минске, а также при возникновении ОЯ в стране.

Одно из направлений гидрометеорологического обеспечения населения страны – подготовка и выдача справок о наблюдавшихся гидрометеорологических условиях на территории Беларуси. Граждане за справками обращаются в основном при решении спорных вопросов со страховыми компаниями, жилищно-коммунальными службами, ГАИ.

После вступления в силу Закона «Об обращениях граждан и юридических лиц», в практику Белгидромета вошли нового вида обращения – электронные. Размещаются электронные обращения в специальной рубрике на официальном сайте в Интернете, а ответы на них, как правило, направляются на адрес электронной почты заявителя.

В Белгидромете, а также в областных филиалах внедрена такая услуга, как изготовление Паспортов погоды по заявкам граждан. Паспорт погоды представляет собой художественно оформленный информационный продукт, в котором указываются погодные условия на любой, знаменательный для

конкретного человека, день в определенном пункте.

С целью популяризации гидрометеорологической науки среди населения, в Белгидромете выпускаются брошюры по гидрометеорологической тематике, в том числе серия брошюр «Погода – народу». Названия брошюр говорят сами за себя: «Капризы погоды», «Прочитаем прогноз вместе...», «Берегите себя» и т.д. (рисунок 38).



Рисунок 38. – Брошюры по гидрометеорологической тематике

Дальнейшее развитие обеспечения гидрометеорологической информацией населения предполагает кроме повышения точности прогнозов, предупреждений и современных способов доведения гидрометеоинформации, развитие методов прогнозирования, позволяющих получать детализированные по территории и времени прогнозы погоды, спрос на которые растет со стороны населения и, соответственно, со стороны СМИ. Особого внимания требует развитие адресного гидрометеорологического обеспечения отдельных категорий населения, в частности, метеозависимых людей (по данным опроса метеозависимыми считает себя 87 % населения). Развитие этих направлений обеспечения населения необходимо учесть при подготовке новой программы совместных работ Росгидромета и Белгидромета.

1.7.8. Использование гидрометеорологической информации при защите атмосферного воздуха от загрязнения

1.7.8.1. Мониторинг атмосферного воздуха

Наблюдение и контроль за состоянием атмосферного воздуха страны осуществляется в рамках *Национальной системы мониторинга окружающей среды Республики Беларусь*. Наблюдение за состоянием атмосферного воздуха по химическим, физическим, биологическим и другим показателям проводятся Министерством природных ресурсов и охраны окружающей среды и организациями находящимися в ведении этого министерства (Белгидромет, ННИЦ МО БГУ и др.)

Мониторинг атмосферного воздуха – это государственная система регулярных наблюдений за состоянием атмосферного воздуха, источниками его загрязнения, основными тенденциями изменения качества воздуха. Основными задачами мониторинга атмосферного воздуха являются:

- наблюдение за состоянием атмосферного воздуха и источниками его загрязнения;
- оценка и прогноз основных тенденций изменения качества атмосферного воздуха;
- выработка рекомендаций для принятия решений в области управления качеством атмосферного воздуха.

Наблюдение за состоянием атмосферного воздуха осуществляется на 61 станции мониторинга постах в 18 промышленных городах, включая областные центры, а также гг. Полоцк, Новополоцк, Орша, Бобруйск, Мозырь, Речица, Светлогорск, Пинск, Новогрудок, Жлобин, Лида и Солигорск, в районе Мозырского промузла функционирует 14 автоматических станций, позволяющих получать информацию о содержании в воздухе приоритетных загрязняющих веществ в режиме реального времени. Регулярными наблюдениями охвачены территории, на которых проживает чуть более 80% населения крупных и средних городов республики. Государственная сеть мониторинга включает в себя также стационарные наблюдения, проводимые Министерством здравоохранения РБ в г. Могилев (один стационарный пост).

Обязательный список включает 4 ингредиента, которые составляют основной (63%) объем наблюдений:

- твердые частицы (недифференцированная по составу пыль/аэрозоль);
- диоксид серы;
- оксид углерода;
- диоксид азота.

Специфические вещества зависят от источников выбросов. Приоритетные списки этого вида загрязняющих веществ составляются и регулярно корректируются для каждого промышленного города республики (включает 24 ингредиента, среди которых: хлористый водород, сероводород, аммиак, хром, фенол, формальдегид и др.).

При выборе приоритетного перечня специфических веществ учитываются, прежде всего, выбросы каждого вещества (данные Национального статистического комитета Республики Беларусь), размеры города, предельно допустимые концентрации, коэффициенты рассеивания. Во всех контролируемых городах определяется содержание в воздухе свинца и кадмия, в 16 городах – бенз/а/пирена, в 9 городах – летучих органических соединений. На всех автоматических станциях измеряются концентрации твердых частиц фракции РМ-10 и приземного озона.

Анализ загрязнения, принесенного в результате атмосферного переноса загрязняющих веществ (по программе ЕМЕП) проводится по результатам, полученных на специализированной трансграничной станции Высокое (западная граница республики). Дополнительно, с 2011 г. в рамках данной программы, начаты наблюдения за суточными выпадениями атмосферных осадков на станциях Мстиславль (восточная граница республики) и Браслав (северо-западная граница республики). На станции фонового мониторинга (СФМ) «Березинский заповедник» состояние воздуха и атмосферных осадков анализируется по программе Глобальной Службы Атмосферы.

Для целей мониторинга атмосферного воздуха на стационарных и передвижных пунктах наблюдений за состоянием атмосферного воздуха определяется состояние погоды, а также измеряются метеорологические параметры: направление и скорость ветра, атмосферное давление, температура и относительная влажность.

В районах размещения объектов, которые оказывает наиболее вредное воздействие на окружающую среду, организована система локального мониторинга. Перечень объектов и порядок проведения наблюдений установлены Постановлением Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь от 1 февраля, 2007 г. № 9 (с поправками, внесенными постановлением Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь от 29.04.2008 № 42 и от 27.07.2011 №26) «Об утверждении Инструкции о порядке проведения локального мониторинга окружающей среды юридическими лицами, осуществляющими хозяйственную и иную деятельность, которая оказывает вредное воздействие на окружающую среду, в том числе экологически опасную»

В системе мониторинга осуществляются наблюдения за региональными и глобальными потоками загрязняющих веществ в атмосферном воздухе, атмосферных осадках и снежном покрове на вышеуказанных станциях. Программа мониторинга в городах предусматривает ежесуточный 3-4 разовый отбор проб воздуха в ручном или автономном режиме в течение 20-30 минут с определением содержания основных и специфических загрязняющих веществ.

1.7.8.2. Метеорологические характеристики, определяющие условия рассеивания загрязняющих веществ

В крупных городах, охватывающих большие территории, изменение содержания вредных веществ в атмосфере происходит под воздействием мезо- и

макромасштабных атмосферных процессов. Вредные выбросы, попав в атмосферу, распространяются в зависимости от метеорологических условий и характеристик выбросов.

Ветер. Ветровой режим является важным фактором, влияющим на распространение примесей в атмосфере.

Направление ветра - один из элементов общего комплекса метеорологических характеристик, которые обуславливают уровень загрязнения воздуха. Известно, что максимальная концентрация примесей отдельных источников достигается в случае нагретых выбросов по направлению господствующего ветра на расстоянии, равном примерно 20 высотам труб, в случае холодных выбросов на расстоянии, равном 5-10 высотам труб. Зоны более высоких концентраций примесей создаются в подветренных районах по отношению к источникам выбросов.

В Минске промышленные предприятия рассредоточены по всей территории города. Под влиянием ветра различных направлений загрязненный воздух от предприятий с окраины может переноситься в центральную часть города. Город, особенно его центральная часть, попеременно может находиться под воздействием факелов предприятий, размещенных во всех частях города. Очевидно, что область наибольшего среднего уровня загрязнения может быть смещена от центра в направлении преобладающего ветра.

В целом за год в Минске преобладают ветры западных направлений, повторяемость их около 46%; наименьшая повторяемость у ветров северо-восточной четверти горизонта. Розы ветров и преобладающее направление ветра следует учитывать при размещении промышленных объектов и планировании новых жилых районов.

Скорость ветра – основной показатель горизонтального распространения примеси, который оказывает влияние на рассеивание вещества, поступающего в атмосферу от различных типов источников выбросов. При выбросах от промышленных предприятий с высотными трубами значительные концентрации примесей у земли наблюдаются при так называемой опасной скорости ветра. Для высоких горячих выбросов эта скорость равна 4-6 м/с. Для низких и неорганизованных источников выбросов формирование повышенного уровня загрязнения воздуха происходит при слабых ветрах (0-1 м/с) за счет скопления примесей в приземном слое. При штиле повышается содержание оксида углерода и оксидов азота, характерных для автотранспорта.

В среднем за год *скорость ветра* в республике составляет 3,5 – 4,5 м/с на равнинах и возвышенностях и 2,0-2,5 м/с на низменностях и по долинам рек (рисунок 39). С высотой скорость ветра значительно возрастает.

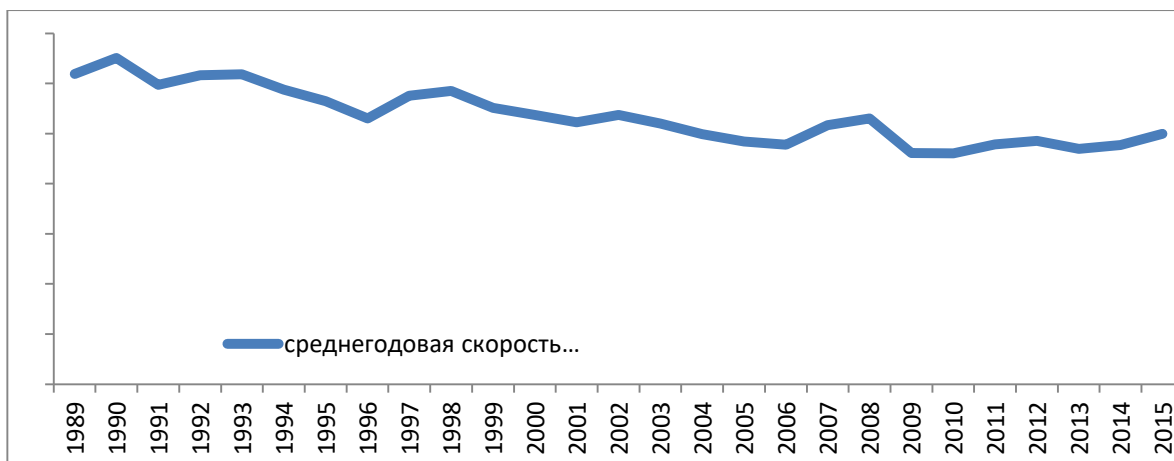


Рисунок 39. – Изменение среднегодовой скорости ветра за период 1989-2015 гг. (по данным Гидромета)

В Минске повторяемость скорости ветра 0-1 м/с увеличивается от 10-16% в зимние месяцы до 25-32% в летние. Чаше они наблюдаются в ночное время. В летние месяцы увеличивается повторяемость малых скоростей и резко уменьшается число случаев с большой скоростью. В июне, например, скорости ветра больше 10 м/с вообще не отмечается, а в августе они составляют менее 0,1%. В теплое полугодие наибольшая повторяемость приходится на скорости 2-3 м/с (таблица 16).

Таблица 16. - Средняя месячная и годовая скорость ветра (м/с)

Месяц	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	год
скорость	4,0	4,1	3,9	3,7	3,4	3,1	3,0	2,9	3,1	3,6	4,1	4,1	3,6

Наибольшие скорости, достигающие 20 м/с бывают в зимние месяцы, а повторяемость малых скоростей зимой уменьшается. Максимальные скорости характерны для осенне-зимнего сезона (до 20 м/с), когда усиливается циклоническая деятельность.

Город сильно трансформирует ветер, уменьшая его скорость и увеличивая порывистость. Наибольшее влияние в Минске происходит на ветер западного направления. Здесь средняя скорость западного ветра примерно на 1 м/с меньше, чем на окружающих станциях.

Стратификация атмосферы. Термическая устойчивость стратификации атмосферы, определяющая вертикальное перемешивание воздушных масс, как и скорость ветра, различным образом влияет на формирование уровня загрязнения в зависимости от характера выбросов. Концентрация примесей в приземном слое от высотных выбросов увеличивается при условии турбулентного обмена.

В качестве характеристики термической устойчивости атмосферы введено понятие *высоты слоя перемешивания*. В слое перемешивания наблюдаются наиболее интенсивные вертикальные движения, вызванные радиационным нагреванием и динамическими факторами. Предполагается, что слой перемешивания распространяется до высоты, где неустойчивая или равновесная стратификация сменяется устойчивой. Высота слоя перемешивания экспериментально определяется по ежедневным данным аэрологического

зондирования атмосферы и максимальной температуры воздуха за сутки, полученной по метеорологическим наблюдениям.

По данным исследований Белгидромета, повышенное загрязнение наблюдается при высоте слоя перемешивания менее 1,5 км.

При выбросах низких и неорганизованных источников увеличение загрязнения атмосферы связано с усилением термической устойчивости атмосферы.

Инверсии температуры. К числу неблагоприятных погодных условий относятся инверсии температуры, характеризующие особенности стратификации нижнего слоя атмосферы. При инверсии температура воздуха в слое, прилегающем к земле или приподнятом над землей, с высотой не уменьшается, а увеличивается (приземная или приподнятая инверсия).

Инверсии являются задерживающими слоями, препятствующими переносу примесей и очищению нижних слоев атмосферы.

В городских условиях при наличии большого числа низких источников выбросов опасные условия накопления примесей создаются при приземных и приподнятых инверсиях, поскольку и те и другие приводят к ослаблению вертикального рассеивания и переноса примесей и, следовательно, возрастанию концентрации вредных веществ в приземном слое воздуха.

Для Минска эта опасность усугубляется еще и тем, что средняя мощность приземных инверсий большую часть года составляет 250 – 300 м, а в зимние месяцы увеличивается до 600 – 800 м. Тем самым инверсионный слой захватывает не только низкие объекты, но и высокие заводские трубы. Приподнятая инверсия наиболее опасна при скорости ветра 5-6 м/с. В этом случае оставшиеся под инверсионным «потолком» высокие выбросы перемешиваются турбулентным движением и засоряют нижние слои воздуха. Если приподнятая инверсия расположена непосредственно над источником выброса, то создаются опасные условия загрязнения из-за ограничения подъема выбросов и препятствия для проникновения их в верхние слои атмосферы, максимальная концентрация может увеличиться в 1,5-2 раза. Если слой ослабленной турбулентности расположен на большой высоте от источника (200 м и более), то возрастание приземной концентрации примеси будет невелико. При подъеме слоя инверсии на 100-200 м концентрация быстро уменьшается. В то же время слой инверсии температуры, расположенной ниже уровня выбросов, будет препятствовать переносу примеси к земле.

Число дней с приземными и приподнятыми инверсиями (высота нижней границы не более 250 м) составляет около 20 дней в месяц. В зимние месяцы преобладают дни с приподнятой инверсией, а в остальную часть года с приземной.

Наблюдаются инверсии большей частью в ночное время (радиационные инверсии, обусловленные выхолаживанием приземных слоев воздуха). Повторяемость их в дневное время невелика. Ночные инверсии менее опасны, т.к. основное накопление загрязняющих веществ происходит во второй половине дня.

Туманы – одно из опасных явлений погоды для многих видов

экономической деятельности, особенно автотранспорта.

Туманы в сочетании с малыми скоростями ветра создают неблагоприятную обстановку при загрязнении воздуха. При наличии приземной инверсии и большого количества выбросов образуется смог. Однако такие сочетания в Минске крайне редки. В тумане наблюдается эффект аккумуляции примесей из выше- и нижележащих слоев, вследствие чего возрастает концентрация их в тумане. При поглощении примесей влагой образуется более токсичные вещества, вызывающие заболевания населения.

В зависимости от причин образования различают адвективные и радиационные туманы. Адвективные туманы наиболее часто образуются в холодное полугодие, когда теплые и влажные воздушные массы Атлантики и Средиземного моря поступают на холодную деятельную поверхность, охлаждаются и конденсируются. Радиационные туманы возникают зимой в местных воздушных массах в результате ночного охлаждения при ясной и тихой погоде. В среднем в Минске за год отмечаются 64 дня с туманами. Из них 75% приходится на холодную половину года. Особенно часты они в ноябре и декабре. В теплое полугодие туманы встречаются реже. С мая по август в среднем бывает 1-3 дня с туманами в месяц (рисунок 44).

Продолжительность туманов связана с числом дней с туманом. Летние туманы кратковременные, продолжаются около 3 часов, возникают перед восходом солнца, рассеиваются спустя несколько часов. Туманы холодного полугодия продолжительнее почти вдвое, появляться могут в любое время суток.

Примерно в 80% случаев туманы наблюдаются при малых скоростях ветра (1-5 м/с), создавая неблагоприятные для рассеивания условия загрязнения воздуха (рисунок 40).

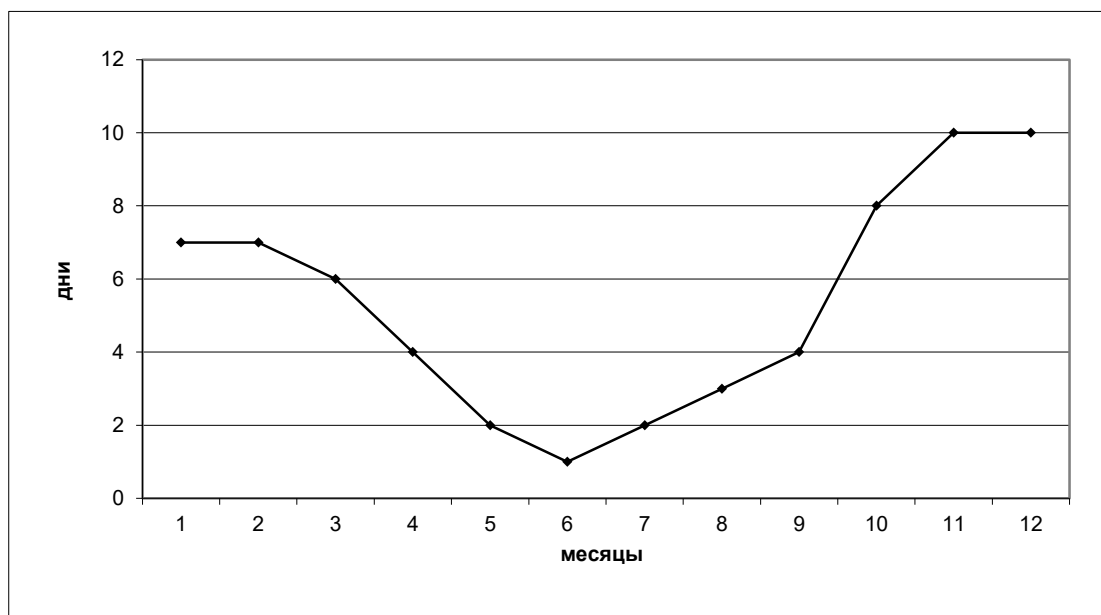


Рисунок 40. – Количество дней с туманами в течение года

Солнечная радиация. Солнечная радиация является одним из климатообразующих факторов и играет важную роль в формировании уровня

загрязнения воздуха. При высокой интенсивности солнечной радиации в атмосфере происходят фотохимические реакции и образуются вторичные продукты загрязнения атмосферы, которые могут быть более токсичными чем вещества, поступающие из источника выбросов. В процессе фотохимических реакций в атмосфере происходит окисление сернистого газа и образование сульфатных аэрозолей. Формирование фотохимического смога происходит в районе, где приток солнечной радиации наибольший, а интенсивность движения автомобилей обуславливает высокие концентрации оксидов азота и углеводородов.

Месячные суммы радиации имеют плавный годовой ход, соответствующий годовому ходу высоты солнца и продолжительности светлого времени с минимумом в декабре и максимумом в июне. Месячная сумма суммарной радиации в июне примерно в 15 раз больше, чем в декабре. Такое резкое изменение месячных сумм в течение полугодия связано с тем, что два основных фактора, влияющих на приход радиации, облачность и высота солнца действуют однозначно. К лету увеличивается высота солнца и уменьшается облачность. На три летних месяца приходится более 45% всей годовой суммы суммарной радиации, на три зимних – около 7%. Средние месячные суточные суммы имеют плавный годовой ход с максимумом в двадцатых числах июня, и минимумом в тех же числах декабря. Это связано с годовым ходом облачности. В ноябре – декабре наблюдается максимум общей и нижней облачности.

Температура воздуха. Наиболее общей характеристикой температурного режима является среднее месячное значение температуры воздуха (рисунок 41).

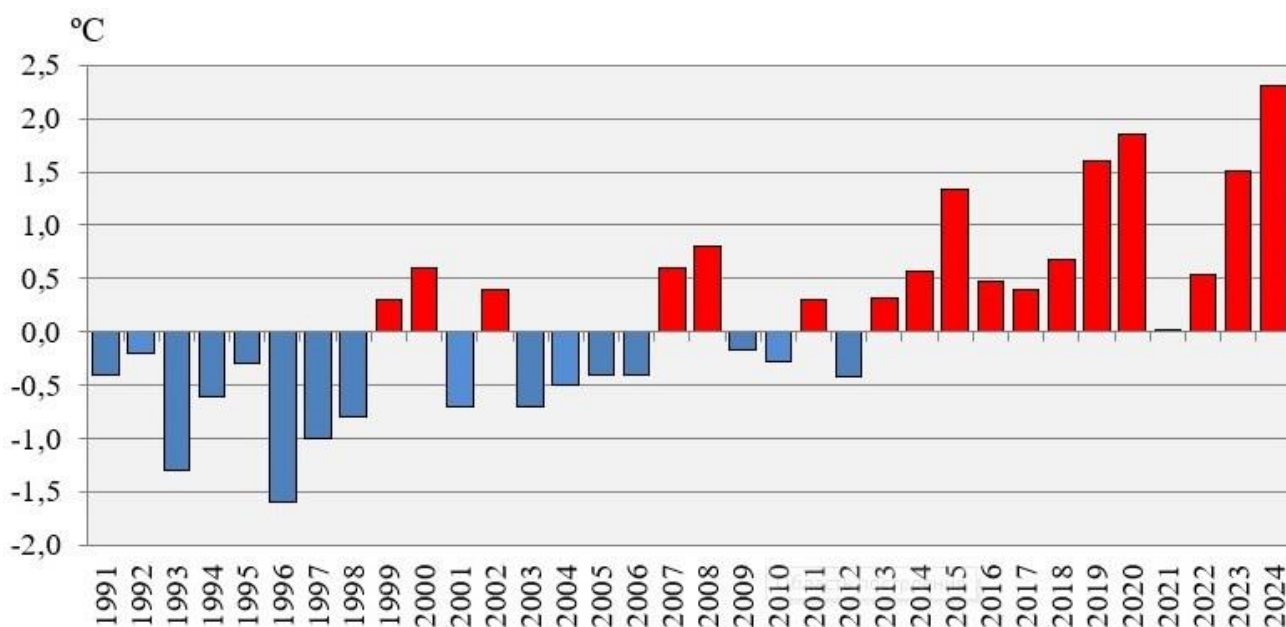


Рисунок 41. – Отклонение средней годовой температуры воздуха от климатической нормы (+7,2°C) по Беларуси за период 1991-2024 годов

Средняя температура воздуха за 2024 год составила +9,5°C, что выше климатической нормы на 2,3°C. Прошедший год стал самым теплым за всю историю наблюдений побив рекорд 2020 года со среднегодовой температурой

+9,1°C. Положительная аномалия температуры воздуха была отмечена на протяжении всех месяцев, кроме января. (рисунок 42).

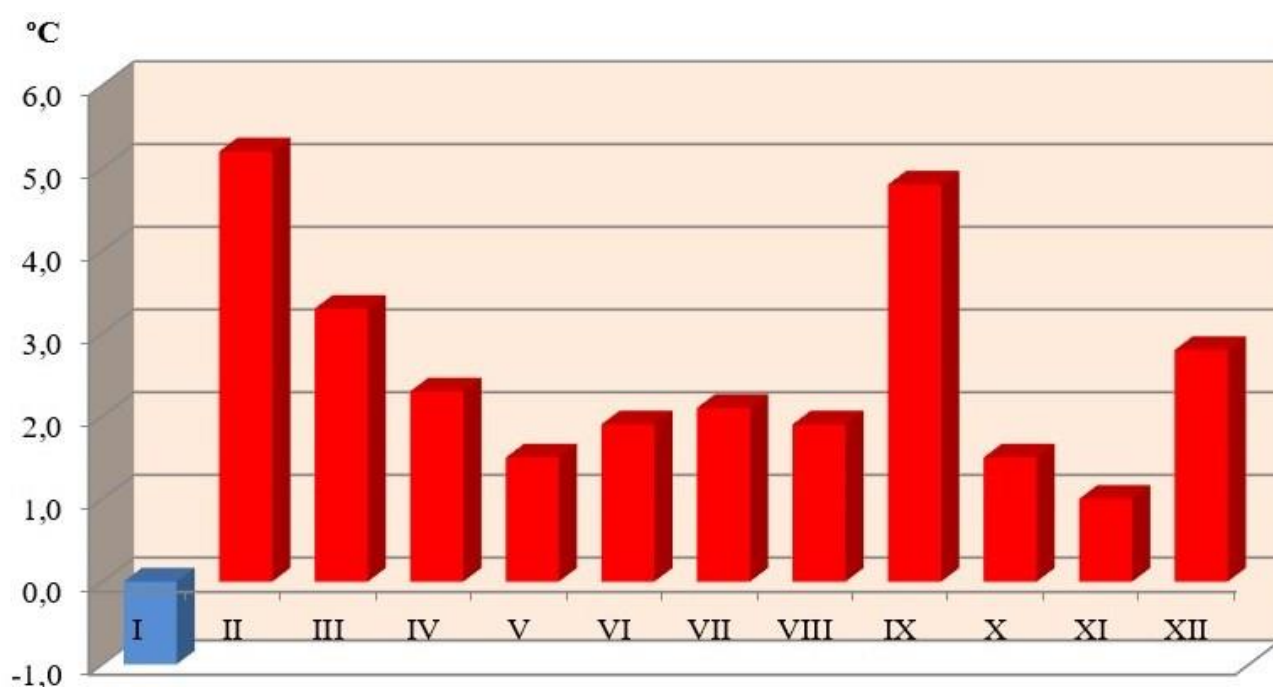


Рисунок 42. - Отклонение средней месячной температуры воздуха от климатической нормы в среднем по Беларуси за 2024 год

Температура воздуха имеет четко выраженный суточный ход. Обусловленная им суточная амплитуда зависит от количества облачности, времени года, местоположения. Облачность уменьшает величину солнечной радиации, уменьшает суточный ход температуры. В холодный период даже при ясном небе суточный ход выражен менее четко, чем летом. Суточная амплитуда температуры воздуха в ясные дни холодного периода составляет 7-10 °C, в весенне-летний сезон – 13-15 °C.

Зимой и летом минимальная температура воздуха наблюдается вблизи восхода солнца; максимальная – через 2-3 часа после полудня. Промышленные предприятия и городской транспорт, выбрасывая в воздух большое количество загрязняющих веществ, уменьшают прозрачность атмосферы, препятствуют проникновению в основном ультрафиолетовых лучей, понижают прямую солнечную радиацию и эффективное излучение. В дневные часы уменьшение прямой радиации частично компенсируется увеличением рассеивания. В ночное время промышленная дымка, задерживая земное излучение, сохраняет в городе более высокую температуру воздуха. Минск, как и любой большой город, представляет собой «остров тепла», температура в котором выше, чем в пригороде. Повышение температуры в центре города вызывает подъем более теплого воздуха. На смену с окраин втягивается более прохладный воздух. Его очищающее и охлаждающее влияние ощущается лишь на небольшом расстоянии от окраин. Если этот воздух достигает центральных районов города, то он вызывает лишь дополнительное загрязнение, так как приносит с собой примеси из промышленных и жилых районов.

Разность температур между центром и окраинами достигает 5-6⁰С. В результате создается местная циркуляция, способствующая поступлению в город чистого воздуха с окраин.

Осадки. Осадки приводят к значительному очищению атмосферы. Вместе с осадками оседает пыль, растворяются некоторые загрязняющие примеси. Уменьшение концентрации загрязняющих веществ зависит от интенсивности и количества выпавших осадков. Дождь интенсивностью 1 мм в час за 15 минут удаляет из воздуха около трети пылевых частиц.

Распределение осадков определяется особенностями циркуляции атмосферы, рельефом местности, характером подстилающей поверхности. Основное их количество связано с циклонической деятельностью. Циклоны, перемещающиеся с Атлантики, приносят 46% годовой суммы осадков, 32% – южные циклоны со Средиземноморья. Осадки конвективного характера даже летом составляет небольшую долю. Поэтому количество осадков в основном определяется повторяемостью циклонов и антициклонов. По количеству выпадающих осадков Минск и его окрестности относятся к зоне достаточного увлажнения. Годовое количество осадков в городе составляет 698 мм. В пригородной зоне осадков выпадает на 30-50 мм меньше. Месячные суммы осадков имеют четко выраженный годовой ход с минимумом в феврале и максимумом в июле (таблица 17). Среднее число дней с осадками более 1мм в Минске 115; более 10 мм - 15.

Годовой ход продолжительности осадков противоположен годовому ходу их количества. Наиболее продолжительны они зимой. Зимой осадки бывают каждый второй день, летом их продолжительность сокращается, но количество увеличивается более чем в 2 раза.

Таблица 17. - Месячная и годовая суммы осадков, мм

Месяц	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	год
Кол-во осадков, мм	43	40	42	46	61	82	90	81	60	50	53	50	698

Снежный покров. Снежный покров определяет суровость климата и степень увлажнения территории. В то же время он является климатообразующим фактором. Обладая большой отражательной способностью, снежный покров уменьшает радиационный баланс, способствует охлаждению нижних прилегающих к нему слоев воздуха и формированию над большими территориями устойчивых антициклонов.

Снег аккумулирует как влажные, так и сухие выпадения, поэтому загрязнение снежного покрова используют для оценки атмосферных выпадений. Отбор проб производят в конце февраля. К этому времени высота снежного покрова достигает максимума. Основная характеристика высоты снежного покрова – максимальная высота за зиму. Среднее многолетнее ее значение для Минска 30 см.

Высота снежного покрова зависит от количества выпавших осадков и

температурных условий периода снегонакопления. В Минске в среднем около 115 дней со снежным покровом. Первый снег обычно выпадает во второй декаде октября. Средняя дата образования устойчивого снежного покрова приходится на середину декабря. С этого момента его высота в течение зимы продолжает нарастать. В отдельные теплые зимы снежный покров может вообще не сохраняться непрерывно. Уменьшение высоты снежного покрова начинается в начале марта. Разрушение и сход протекает интенсивнее, чем образование и к концу месяца устойчивый снежный покров разрушается.

1.7.8.3. Потенциал загрязнения атмосферы

Влияние метеорологических факторов на формирование уровня загрязнения города определяет повышение концентрации примесей в отдельные периоды за счет неблагоприятных для их рассеивания условий. Повышение концентраций примесей в конкретном районе зависит от определенных сочетаний метеорологических параметров.

Сочетание метеорологических параметров, определяющих возможный при заданных выбросах уровень загрязнения атмосферы, называют *потенциалом загрязнения атмосферы* (ПЗА).

ПЗА может включать любые сочетания метеопараметров, характеризующих условия вертикального и горизонтального рассеивания примесей в атмосфере, но они должны соответствовать условиям повышения (или понижения) концентрации примесей от выбросов данного типа источника. ПЗА для случая низкого источника холодных выбросов будет отличаться от ПЗА для случая высотного источника нагретых выбросов.

Анализ целого комплекса метеорологических характеристик показывает, что Минск и его окрестности относятся к районам со сравнительно малой повторяемостью неблагоприятных погодных условий, которые способствовали бы накоплению вредных веществ в воздушном бассейне города. По климатическим условиям, определяющим рассеивающую способность атмосферы, потенциал загрязнения атмосферы (ПЗА) в Минске составляет 2,1. Здесь в среднем за год наблюдаются наиболее благоприятные условия для рассеивания вредных выбросов от низких источников. Повторяемость ветра скоростью 0-1м/с не превышает 19%. Приземные инверсии чаще всего наблюдаются в ночное время, повторяемость их в послеполуденное время невелика и только в декабре и январе достигает 7-12%. Наименее опасны ночные инверсии, так как в большинстве случаев высокие уровни загрязнения возникают при инверсиях во второй половине дня. Следовательно то, что инверсии чаще всего отмечаются в один-два срока наблюдения и, что эти сроки приходятся на ночное и утреннее время, в определенной степени облегчает неблагоприятную в связи с возможным увеличением загрязнения обстановку в дни с инверсиями. Мощность и интенсивность приземных инверсий также невелики, примерно 0,4 км и 3,4° соответственно. В таких условиях редко происходит скопление примесей в приземном слое воздуха.

Большую опасность для города представляет застойные ситуации, когда

приземная инверсия сопровождается слабым ветром. Застои обычно связаны с крупномасштабными атмосферными процессами, чаще с антициклонами. Такая ситуация может сохраниться в течение нескольких дней. *Сочетания приземной инверсии со скоростью ветра 0-1 м/с и туманом наиболее опасны.* Именно в таком сочетании при большом количестве выбросов образуется смог. Однако такие условия в Минске крайне редки. Только в октябре в среднем примерно ежегодно можно ожидать один случай такого сочетания; во многие месяцы они вообще не наблюдаются, а в другие – раз в 3-5 лет. Тем не менее туманы в сочетании с малыми скоростями ветра создают неблагоприятную обстановку при загрязнении воздуха. В Минске относительно большое число дней с туманами, при этом в 30% случаев в холодное полугодие и почти в 50% случаев в теплое туманы сопровождаются малой скоростью ветра. Уменьшает опасность таких ситуаций то, что повторяемость туманов наибольшая ночью и утром и продолжительность его невелика. Повышенная загрязненность может наблюдаться при наличии приземной инверсии и преобладающего направлением ветра. Например, в Минске в 26% случаев приземные инверсии отмечаются при южном и юго-западном ветрах.

Большое влияние на ПЗА оказывают приподнятые инверсии, образование которых над городом часто обусловлено разрушением приземных инверсий. Зимой, особенно утром, приподнятые инверсии с нижней границей на сравнительно небольших высотах, но имеющие большое горизонтальное и вертикальное протяжение могут способствовать накоплению примесей в приземном слое и от высоких источников выбросов. Зимой максимум ПЗА часто усиливается и вследствие увеличения повторяемости туманов.

В силу особенностей метеорологического режима повышенный уровень загрязнения воздуха формируется в переходные сезоны. Наибольшая длительность неблагоприятных условий со значениями ПЗА 2,2-2,4 относится к марту и августу – сентябрю. Повышенные значения ПЗА 3,2-4,5 могут отмечаться также ночью в теплое полугодие, чему способствует увеличение повторяемости приземных инверсий и туманов.

Повышенный уровень загрязнения воздуха может отмечаться как летом так и зимой. Летом он больше вследствие увеличения повторяемости приземных инверсий. Рост в зимний период мощности и интенсивности инверсий и частоты туманов в отдельные годы также может привести к повышенным уровням.

Очищению атмосферы благоприятствуют особенности годового хода продолжительности осадков, которые вымывают примеси. Максимум осадков отмечаются в летний период при увеличенной повторяемости инверсии в ночные и утренние часы и понижает их неблагоприятные действия.

Анализ многолетнего ряда наблюдений за состоянием атмосферы в Минске показал, что здесь нет условий для формирования длительных периодов загрязнения воздуха. Это объясняется физико-географическими особенностями района, частой сменой синоптических процессов и малой повторяемостью застойных ситуаций.

1.7.8.4. Прогноз загрязнения атмосферного воздуха

В целях обеспечения чистоты атмосферного воздуха и для регулирования выбросов вредных веществ в атмосферу в Гидромете ежедневно составляются прогнозы уровня загрязнения воздуха. Они основаны на использовании ожидаемых метеорологических условий загрязнения и фактическом состоянии уровня загрязнения атмосферного воздуха города.

Оценка синоптической ситуации. В зависимости от уровня развития промышленности города, его физико-географического положения и особенностей рельефа метеорологические условия оказывают неодинаковое воздействие на загрязнение воздуха. Выделяют наиболее общие и важные метеорологические факторы, характеризующие условия, способствующие накоплению или рассеиванию вредных примесей в атмосфере:

а) общее развитие синоптических процессов как меру способности проветривания и преобразования выбрасываемых в атмосферу веществ в различных погодных условиях (циркуляционный фактор);

б) толщину слоя перемешивания воздуха, характеризующую термическую и динамическую турбулентность (вертикальное перемешивание);

в) среднюю скорость ветра в слое перемешивания, а при отсутствии этого слоя - скорость ветра у поверхности земли как фактор интенсивности смены воздушных масс.

Если при оценке метеорологической ситуации ожидаются неблагоприятные для рассеивания метеоусловия (НМУ), то составляются предупреждения о повышенном уровне загрязнения воздуха.

Информация о загрязнении атмосферы по степени срочности делится на три категории.

Экстренная информация – содержит сведения о резких изменениях уровня загрязнения. Она немедленно сообщается местным органам и в Гидромет.

Оперативная информация – охватывает месячный период наблюдений. Результаты предварительного анализа, выполненные на станциях, передаются в соответствующие НИИ, а затем после дополнительной обработки в Гидромет. В свою очередь Гидромет извещает соответствующие органы о текущей обстановке и тенденциях загрязнения в тех или иных районах (городах) страны.

Режимная информация – охватывает годовой период наблюдений. Она отражает общее состояние загрязнения природных сред и используется для планирования мероприятий по охране окружающей среды и оптимальному использованию природных ресурсов.

Для оценки опасности загрязнения производится сопоставление фактических концентраций примесей с предельно допустимыми концентрациями (ПДК).

Различают разовую и среднюю суточные предельно допустимые концентрации.

Разовые ПДК являются основной характеристикой опасности загрязнения атмосферы. Максимальная разовая концентрация (ПДК раз) вредных веществ определяется по пробам, отобраным в течение 20 – 30 мин.

Средняя суточная концентрация (ПДК сут) определяется на основании отбора средних суточных проб. ПДК сут указывает допустимую степень загрязнения воздуха в течение длительного периода без строгого фиксирования его продолжительности.

В настоящее время ПДК установлены более чем для 200 веществ и 20 их сочетаний в атмосферном воздухе.

Значение наибольшей концентрации каждого вредного вещества в приземном слое не должно превышать максимальной разовой предельно допустимой концентрации данного вредного вещества (ПДК), установленной Санитарными нормами. Приземные максимальные концентрации не должны превышать 0,8 ПДК для атмосферного воздуха населенных пунктов, в местах размещения курортов, санаториев и домов отдыха, а также зонах отдыха городов.

Контроль за чистотой атмосферы и проведение мероприятий по защите воздушного бассейна от загрязнения требуют инвентаризации (оценки) вредных выбросов. Инвентаризация включает определение как количества выбрасываемых примесей от предприятий, так и их состав.

В целях соблюдения требуемой чистоты атмосферы устанавливаются предельно допустимые выбросы (ПДВ). Определение ПДВ основано на требовании, чтобы воздействие выбросов на окружающую среду не превышало допустимых норм. В качестве последних используются главным образом ПДК для населенных мест.

Рас рассеяние примесей в атмосфере, перенос и распределение концентраций связаны с механизмом турбулентной диффузии. Интенсивность турбулентного перемешивания растет при конвективных условиях и уменьшается при безразличном состоянии и инверсии.

В зависимости от начального подъема примеси над источником, вызванного перегревом ее относительно окружающего воздуха, распространение примеси и значение концентрации будут зависеть как *от высоты источника, так и от изменения с высотой ветра и температуры*. При слабо развитой турбулентности и инверсии (застойные зоны) и малой высоте источника примеси заметно накапливаются вблизи источника.

Для высоких источников наибольшая концентрация достигается при развитой турбулентности.

Максимальная концентрация примесей наблюдается при так называемой опасной скорости ветра. Опасная скорость ветра равна 5-7 м/с для мощных тепловых электростанций, 2-4 м/с – для металлургических предприятий, 1-2 м/с – для химических.

Загрязнение приземного слоя воздуха в городах и промышленных центрах существенно зависит от метеорологических факторов.

При неблагоприятных для рассеяния метеорологических условиях скопление примесей в приземном слое может возрасти до опасного уровня. В эти периоды должны быть исключены «залповые» выбросы или снижены текущие.

Это подтверждает необходимость заблаговременной передачи на промышленные предприятия, тепловые электростанции и другие объекты информации об ожидаемом загрязнении – *прогнозов и предупреждений о*

загрязнении.

Предупреждения о повышенном загрязнении воздуха для отдельных источников выбросов составляются, когда ожидаются НМУ, при которых максимальные концентрации вредных веществ в воздухе, создаваемые источником или группой источников, могут превышать ПДК. Предупреждения составляются независимо от того, расположен ли источник изолировано, или в окружении других источников.

На основе выполненного анализа проведено объединение источников загрязнения воздуха в несколько групп, каждой из которых соответствуют определенные НМУ:

- а) высокие с горячими выбросами;
- б) высокие с холодными выбросами;
- в) низкие.

Предупреждения передаются по трем степеням опасности, которые соответствуют трем режимам работы предприятий в условиях НМУ.

Предупреждения первой степени опасности, соответствующие 1-му режиму работы предприятия, составляются при следующих ожидаемых НМУ (таблица 18).

Таблица 18. - Неблагоприятные комплексы метеопараметров для основных групп источников

Характеристика выбросов	Термическая стратификация нижнего слоя атмосферы	Скорость ветра (м/с) на уровне		Вид инверсии, ее высота над источником
		флюгера	выбросов	
Горячие высокие	Неустойчивая	3-7	5-10	Приподнятая (100-300 м)
		Штиль	5-10	
Холодные высокие	Неустойчивая	1-2	2-4	Приподнятая (100-300 м)
		Штиль	2-4	
Низкие	Устойчивая	Штиль	2-5	Приземная
		южный	4-10	
		2-5		

При этом во многих случаях при оценке неблагоприятных метеоусловий учитываются опасные направления ветра.

Предупреждения второй степени опасности, соответствующие 2-у режиму работы предприятия, составляются в том случае, если ожидаются следующие комплексы неблагоприятных метеоусловий:

- высота слоя перемешивания менее 500 м, но больше высоты источника в сочетании со скоростью ветра, близкой к опасной для данного источника;
- туман и штиль – для холодных выбросов;
- туман и скорость ветра более 2 м/с – для горячих выбросов;
- штиль в сочетании с приземной инверсией – для низких источников.

Предупреждения третьей степени опасности, соответствующие 3-у режиму работы предприятия, составляются в случае, когда после передачи

предупреждения второй степени опасности поступающая информация показывает, что при сохраняющихся неблагоприятных метеорологических условиях принятые меры не обеспечивают необходимую чистоту атмосферы, при этом обнаруживаются концентрации в воздухе одного или нескольких вредных веществ выше 5 ПДК.

Основанием для передачи предупреждений о высоком уровне загрязнения воздуха по городу в целом является ожидаемое значение обобщенного показателя (Р). Параметр Р является мерой фонового загрязнения воздуха и меняется под влиянием метеоусловий.

При расчете параметра Р используются данные фактических наблюдений на 10-и стационарных станциях, расположенных в различных частях города. Расчет производится по формуле:

$$P = \frac{m}{n}, \text{ где}$$

n – общее число наблюдений за концентрациями вредных веществ на всех стационарных станциях в течение дня;

m – количество наблюдений в течение этого же дня с концентрациями, превышающими среднесезонные в 1,5 раза.

Параметр Р рассчитывается по следующим вредным веществам: пыль, диоксид серы, оксид углерода, диоксид азота, фенол, формальдегид и аммиак. Принцип отбора перечисленных вредных веществ для расчета параметров Р основан на том, что источники их выбросов рассредоточены по всей территории города.

В общем случае значение Р изменяются от 0 до 1. Выделяют три уровня (группы) загрязнения города: пониженный ($P < 0,20$), повышенный ($0,20 \leq P < 0,35$) и высокий ($P \geq 0,35$). Для разных городов предельные значения Р могут несколько различаться.

Методика предсказания вероятного роста концентраций вредных веществ в атмосферном воздухе города предусматривает использование прогностической схемы загрязнения воздуха, которая разрабатывается для каждого города на основании опыта многолетних наблюдений за состоянием его атмосферы.

Прогностические схемы загрязнения воздуха в городе должны разрабатываться для каждого сезона года и каждой половины дня отдельно. При скользящем графике отбора проб воздуха к первой половине дня относятся сроки отбора проб в 7, 10 и 13 ч. а ко второй - в 15, 18 и 21 ч. При трехразовом отборе проб к первой половине дня относят сроки отбора проб в 7 и 13 ч, а ко второй - в 13 и 19 ч.

Метеорологические предикторы для первой половины дня берутся за срок 6 ч. а данные радиозондирования - за срок 3 ч. Для второй половины дня в качестве предикторов принимаются метеоэлементы за срок 15 ч. Характеристики метеорологических условий и предикторов, а также их порядок использования в прогнозах детально изложены в «Методических указаниях по прогнозу загрязнения воздуха в городах».

Оперативное прогнозирование загрязнения атмосферного воздуха

проводится с целью кратковременного сокращения выбросов вредных веществ в атмосферный воздух в периоды неблагоприятных метеорологических условий.

При прогнозировании загрязнения параметр P принимается за предиктант и значение его определяется в зависимости от предикторов: скорости ветра, показателей устойчивости атмосферы и других факторов. Обязательным условием является учет ожидаемой синоптической ситуации. В районе города с большим сосредоточением источников загрязнения опасным является сочетание *штиля и устойчивой стратификации*.

На основании данных об исходном уровне загрязнения и о метеорологических параметрах получены прогностические правила для высокого и пониженного загрязнения воздуха. Эти правила приведены в «Руководстве по контролю загрязнения атмосферы»; их оправдываемость достигает 70–90 %. Прогнозы на сутки и предупреждения о неблагоприятных условиях передаются прежде всего руководителям тех объектов, которые в большей степени загрязняют приземный слой воздуха.

После передачи прогноза об ожидаемом опасном загрязнении необходимо: 1) установить контроль за метеорологическими параметрами, определяющими опасный уровень загрязнения; 2) при подтверждении прогноза опасных условий в течение всего периода их сохранения проводить учащенные измерения концентрации (на передвижных постах через 2 ч, на стационарных через 3 ч); 3) сообщить о необходимости принятия мер по снижению выбросов.

Составляются два вида прогнозов городского фонового загрязнения: *предварительный и уточненный*. Предварительный прогноз дается на сутки вперед, уточненный – на 6 - 8 ч (утром – на текущий день, днем – на вечер и ночь). Потребителям сообщаются только прогнозы высокого загрязнения воздуха.

Составляются три вида предупреждений об опасном загрязнении воздуха.

Первый вид предупреждения для отдельных объектов передается не раньше чем за сутки до ожидаемого опасного загрязнения, а по городу в том случае, если высокое загрязнение ожидается по предварительному прогнозу.

Второй вид предупреждения передается непосредственно перед наступлением высокого загрязнения, а по городу дается вместе с уточненным прогнозом. Потребителю сообщается о необходимости принятия мер по сокращению выбросов.

Третий вид предупреждения составляется в том случае, если ожидается, что загрязнение воздуха будет превышать чрезвычайно опасный уровень. В этом случае рекомендуется сократить выработку некоторых видов продукции или вовсе приостановить второстепенные производства с большими выбросами вредных веществ. Предусматривается перераспределение нагрузки между объектами производства, смещение во времени технологических процессов и т. п.

Метеорологические условия, способствующие сохранению в течение нескольких дней высокого уровня загрязнения ($P > 0,35$), относятся к *особо опасным*.

В различных промышленных и климатических зонах синоптико-

метеорологические условия, формирующие определенный уровень загрязнения воздуха, существенно различаются. В настоящее время разрабатываются способы прогноза *метеорологического потенциала загрязнения воздуха*, под которым понимается комплекс метеорологических параметров, определяющих тот или иной уровень концентрации примесей. Потенциал загрязнения рассматривается для относительно больших территорий. Так, для города параметр Р можно рассматривать как показатель ежедневного потенциала загрязнений воздуха. Высокий потенциал загрязнения наблюдается при малоградиентном барическом поле, для которого характерна устойчивая воздушная масса, а низкий – при активной циклонической деятельности.

1.8. КЛИМАТИЧЕСКАЯ ИНФОРМАЦИЯ И ЕЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В РАЗЛИЧНЫХ ВИДАХ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Республика Беларусь располагает значительными природными и социально-экономическими ресурсами, что делает возможным ее устойчивое развитие. Вопросы устойчивого развития в последнее время приобретают особую актуальность, так как в экономике, и в социальной сфере становятся все более ощутимыми проблемы, связанные с изменениями климата.

По оценке экспертов Всемирного банка реконструкции и развития Беларусь относится к странам с относительно высокой степенью метеорологической уязвимости экономики. Это второй из пяти существующих уровней (высокая, относительно высокая, средняя, низкая и наиболее низкая степени уязвимости). Полученный экспертами показатель (581 балл) был рассчитан на основе данных об экстремумах за 45-летний период наблюдений (1961-2005).

В Киотской Рамочной программе действий на 2005 – 2015 гг. термин «уязвимость» трактуется как «условия, определяемые физическими, социальными, экономическими и экологическими факторами или процессами, которые усиливают подверженность того или иного сообщества воздействию опасностей».

В российской литературе применяется понятие «гидрометеорологическая уязвимость» страны (ГМУ), ее территорий и производственно-хозяйственных объектов.

Гидрометеорологические воздействия проявляются в виде экономических и социальных потерь. ГМУ является сложной функцией, аргументами которой выступают: характер и частота негативных погодно-климатических явлений; масштаб производственного объекта или процесса; его погодозависимость; степень защищенности; особенности регионального положения, отражающие метеорологический риск, и ряд других характеристик отраслевого производства. Таким образом, ГМУ рассматривается как комплексное понятие, включающее гидрометеорологические характеристики, а также макроэкономические показатели.

Степень гидрометеорологической уязвимости отраслей экономики различается в зависимости от характера производственной деятельности и технологических процессов. Это подтверждается данными о распределении

ущерба, наносимого отраслям опасными метеорологическими явлениями:

сельское хозяйство – 42 %;

топливно-энергетический комплекс – 19 %;

строительство – 12 %;

коммунальное хозяйство – 8 %;

автомобильный и железнодорожный транспорт – 7 %;

прочие – 12 %.

Степень климатозависимости экономики Беларуси определяется как суммарный удельный вес наиболее погодо- и климатозависимых отраслей в производстве ВВП. По оценкам экспертов, перечень таких отраслей включает: сельское и лесное хозяйство (10,4 % ВВП), топливно-энергетический комплекс (6,5 %), строительство (7,5 %), транспорт и связь (11,3 %), жилищное хозяйство и коммунальное хозяйство (по 2,9 % ВВП). Суммарная доля климатозависимых отраслей в экономике Беларуси превышает 41 % от производства ВВП.

1.8.1. Понятие о климатической информации и климатических ресурсах

Известно, что *погода* есть состояние атмосферы в определенный момент или период времени (сутки, декада, сезон) в данном пункте, которое характеризуется совокупностью метеорологических величин и явлениями погоды. Иногда вместо термина «погода» применяют термин *погодные условия*, возможные в эти отрезки времени.

Если рассматривать погодные условия за многие годы, то возникает необходимость *осреднения* ряда метеорологических величин, *оценки вероятности* (или повторяемости) явлений погоды, *определения* других многолетних погодных характеристик. Тем самым формируется представление о *климатических условиях*, или *климате*.

Климат есть усредненное физическое состояние атмосферы, которое чаще всего наблюдается в данном районе за определенный период времени. Это характерные для данного региона условия погоды, выраженные в основном в преобладании определенных значений температуры, количества осадков, скорости и направления ветра.

Метеорологические величины (температура, влажность воздуха и почвы, направление и скорость ветра, количество осадков), а также явления погоды (ливневые дожди, грозы, шквалы, град, туман, обледенение, метель и другие) составляют первичную основу для разработки климатических показателей. Для этого используются данные наблюдений за многие годы – от 30 лет и более. Для приближенной оценки характеристик текущего климата достаточными считаются периоды наблюдений 10 лет и даже 5 лет, хотя для полноценных заключений о климате требуются десятки лет (ВМО рекомендует 30-летний период).

Наиболее распространенными являются такие климатические показатели, как среднее (математическое ожидание), среднее квадратическое (дисперсия),

медиана, мода, характеристики распределения в виде коэффициентов асимметрии, показатели эксцесса и вариации. Средние многолетние значения метеорологических величин, включая повторяемости и вероятности, считаются *климатическими нормами* для данного пункта или района.

В зависимости от требований потребителей разрабатываются более сложные *комплексные климатические показатели*, которые используются как в проектировании, так и для решения текущих хозяйственных задач.

Наиболее широко используются такие показатели-индексы, как гидротермический коэффициент по Г. Т. Селянинову, индекс сухости по М. И. Будыко, коэффициенты увлажнения по Н. Н. Иванову, П. И. Колоскову, индекс засушливости по Д. А. Педю и другие. В сельскохозяйственной практике используется коэффициент продуктивности климата, предложенный В. П. Дмитриенко.

Вместе с тем в качестве показателей климата рассматриваются и такие, которые характеризуют аномальные условия погоды. Это экстремальные значения метеорологических величин, частота и интенсивность опасных явлений погоды и неблагоприятных гидрометеорологических условий и т. п. В целом все приведенные выше климатические показатели и позволяют определить тот или иной климат данного пункта или района.

Климат оказывает постоянное и многостороннее влияние на всю хозяйственную, производственную деятельность и социальные условия жизни человека. Климатическая информация используется как неотъемлемая часть естественных ресурсов. Однако в качестве ресурсов эта информация выступает в том случае, если она действительно используется и определена ее ценность в данной отрасли экономики. Некоторые авторы (Н. В. Кобышева, М. В. Ключева) рассматривают климат как *потенциал* для решения конкретных прикладных задач. Так, ветровые ресурсы являются потенциалом для выработки электроэнергии, количество осадков – потенциалом для орошения и землепользования, солнечная энергия, поступающая на стены зданий, – потенциалом для создания комфортных условий внутри зданий, температура воздуха в отопительный сезон – потенциалом для сбережения топливных ресурсов в теплоэнергетике.

В целях улучшения использования климатических ресурсов необходимы уточнения климатических условий отдельных регионов посредством изучения пространственного и временного распределения как отдельных метеорологических величин и явлений погоды, так и опасных гидрометеорологических процессов.

Разработка необходимых для этого климатических характеристик, показателей, индексов и т. п. требует предварительных расчетов на основе данных ежедневных (и даже ежечасных) метеорологических наблюдений.

По отдельным метеорологическим величинам имеется разнообразная климатическая информация. Применительно к температуре воздуха в справочных материалах приводятся сведения о среднемесячной температуре воздуха, ее аномалии, об экстремальных за месяц значениях температуры воздуха, о разных суточных перепадах температуры воздуха, об оттепелях и

сильных морозах.

Учет климатических показателей позволяет обоснованно выстроить перспективы развития многих отраслей экономики. Особое значение придается долговременным тенденциям климата и, в частности, особо опасным воздействиям погоды.

Наблюдаемое потепление климата сопровождается заметной неустойчивостью атмосферных процессов, проявлением все более сильной аномальности ряда гидрометеорологических условий. Все это говорит о необходимости привлечения таких климатических характеристик, которые могут отвечать ожидаемым состояниям среды. Растут требования к прочности и устойчивости сооружений, к теплозащитным свойствам строительных материалов в связи с увеличивающейся дисперсией температуры воздуха, количества осадков, скорости и направления ветра и других метеорологических величин.

Есть основания полагать, что зависимость основных отраслей экономики от климата не уменьшилась, а возросла.

Различные потребители определяют для себя те климатические характеристики (численные и графические материалы), которые отвечают как решению текущих задач, так и планированию долгосрочных.

Наиболее широко климатическая информация используется в строительной индустрии. Разработка проектной документации при строительстве самых разнообразных объектов – жилых домов (коммунальное строительство), высотных зданий, мостов, дорог, морских и речных портов, магистральных трубопроводов и многих других – требует *обязательного учета соответствующих климатических показателей.*

В настоящее время строительные нормы, согласно которым выполняются проекты, содержатся в следующих организационно-методических документах:

1. СНиП 10-01–94. Система нормативных документов в строительстве. Основные положения.
2. СНиП 10-02–96. Инженерные изыскания для строительства. Основные положения.
3. СП 11-103–97. Инженерно-гидрометеорологические изыскания для строительства.
4. СНиП 1.01.01–82. Строительная климатология и геофизика.
5. СНиП 2.01.07–85. Нагрузки и воздействия.
6. СНиП 2.06.15–85. Инженерная защита территорий от затопления и подтопления.
7. СНиП 22-01–95. Геофизика опасных природных воздействий.

Вместе с тем для создания техники и новых технологий (машин, оборудования, станков, самолетов, судов, технологических линий и многого другого) необходимо учитывать климатическую информацию особого рода по конкретным климатическим зонам, районам, что отвечает специфике технического проектирования и регионального использования разрабатываемой техники.

Особое значение придается климатическим сведениям для промышленных

предприятий, которые являются источниками загрязнения атмосферы. Знание климатических характеристик температурно-ветрового режима позволяет установить такой технологический и производственный режим работы, при котором поддерживается *оптимально здоровая окружающая среда* и минимизируются вредные влияния на население. По отдельным регионам и крупным городам выделяется климатический режим метеорологических условий распространения опасных концентраций загрязняющих веществ.

В хозяйственной практике широко используются климатические карты, содержащие распределение основных климатических характеристик.

Климатическая информация – это особый класс метеорологической информации. Выделяют две особенности этого класса информации (Г. П. Вимберг, Н. В. Кобышева).

Первая особенность заключается в том, что климатическая информация является результатом статистической обработки массового метеорологического материала. Она может быть выражена в частотной, вероятностной или в иной форме.

Вторая особенность – это одноразовость предоставления климатической информации потребителю и одноразовость ее использования в виде отдельных показателей, нормативных характеристик и т.п. Такая информация используется в расчетах один раз до ее обновления.

Можно выделить *третью особенность* климатической информации – это природный ресурс, отражающий воздействие климата на производственные процессы, на социальные и природные условия.

Вся природа, окружающая человека, является ресурсной средой, которая постоянно используется в процессе создания материальных ценностей. Ресурсную нагрузку несут все компоненты среды. На этом основании дано следующее определение (Э. Б. Алаев): «ресурс – энергия, вещество, информация, вырабатываемые вне данной системы и служащие для нее исходным материалом функционирования, развития, существования».

Различают ресурсы экономические (материальные, финансовые, трудовые) и природные. Природные – это естественные ресурсы, как часть природных условий, которые используются в интересах материальных потребностей. Во всем многообразии видов природных ресурсов (водные, земельные, топливно-энергетические, лесные и другие) выделяется особый вид ресурсов, который сосредоточен в атмосфере.

Это *климат* – как характерное для данной местности длительное проявление погоды. Информация о климате, выраженная через температуру и влажность воздуха, скорость и направление ветра, атмосферное давление, количество осадков и явления погоды, образует комплексное понятие – ***климатические ресурсы***.

Наряду с этим в практике используются *погодные ресурсы*, отражающие оперативную информацию о состоянии атмосферы.

Климатические ресурсы представляют собой информацию о таких характеристиках состояния атмосферы, которые выражают ее характерные особенности.

Выделяются климатические, а значит и ресурсные особенности температуры и влажности воздуха, скорости ветра, осадков и других состояний атмосферы. Дается вероятностная оценка градаций метеорологических величин, их средние, экстремальные значения и изменчивость. Это первичная характеристика климатических ресурсов.

Гидрометеорологическая среда – это не только «сырьевая база» информационной продукции. Она вместе с тем представляет собой постоянно возобновляемую, *вечную ресурсную среду* и выступает как обязательное условие, которое учитывается в хозяйственной практике. Климатические ресурсы – это следствие постоянной генерации известных состояний среды.

Климатические ресурсы – тепловые, ветровые, радиационные, влажностные – образуют комплекс постоянно возобновляемых источников жизнеобеспечения. Как уже отмечалось, первостепенное значение имеют тепловые ресурсы. Тепловой комфорт необходимо обеспечить в жилых и рабочих помещениях, при выполнении строительных работ в различных климатических условиях, в климатотерапии. Обеспечение теплом в период вегетации сельскохозяйственных культур – основной климатический фактор эффективного земледелия.

К возобновляемым источникам энергии относится энергия ветра. В настоящее время ветроэнергетика широко используется во многих странах, в том числе и в Беларуси. В мире насчитывается около 130 тысяч ветроустановок общей мощностью свыше 6000 МВт.

В Беларуси действует 59 генерирующих ветроэнергетических установок (2015) суммарной мощностью более 44,3 МВт. Самая крупная ветроэнергетическая установка (1,5 МВт) введена в эксплуатацию в 2011 году в н. п. Грабники Новогрудского района Гродненской области

Все больше внимания в хозяйственной практике уделяется использованию солнечной энергии. Средняя энергия, падающая на поверхность Земли (с учетом ночей и облачности), составляет 2,8 кВтч/(м²/сут), и с 12 %-й эффективностью преобразования можно получать 0,3 кВтч/(м²/сут). В нашей стране функционирует 73 установки (2015) по использованию энергии солнца общей мощностью 66,9 МВт. Сдерживает развитие этого направления энергетики и высокая стоимость импортных солнечных модулей. В 2010 году в Солигорском районе введена в эксплуатацию первая отечественная гелиоводонагревательная установка тепловой мощностью 160 кВт. С учетом климатических особенностей Республики Беларусь основные направления использования солнечной энергии – солнечные водонагреватели и различные устройства для интенсификации воздушной сушки и подогрева воды в сельскохозяйственном производстве и коммунальной сфере. Всего по итогам 2014 года в стране функционировало 170 гелиоводонагревателей (1,5 МВт). Первую в Беларуси мощную (не менее 17 МВт) солнечную электростанцию планируется построить в Сморгони к 2018 году.

Все это требует знания климатических радиационных характеристик местности и прежде всего данных о прямой солнечной радиации – ее интенсивности, энергетической оценке, о продолжительности солнечного сияния, данных о рассеянной и суммарной радиации. Учету подлежит и

характеристика вариации радиации во времени. На основании этих радиационных характеристик выбирается тип гелиоустановки и рассчитываются его теплотехнические параметры. Эффективность работы гелиоустановки зависит от интенсивности и непрерывной продолжительности солнечного сияния и ряда технических показателей.

Различные области исследования климата подтверждают все многообразие использования климатических ресурсов. В настоящее время выделяют:

1. глобальный климат (макроклимат);
2. региональный климат (местный климат);
3. локальный климат (климат данного пункта, города);
4. микроклимат (части города, участка леса и т. п.);
5. климат природных зон (тундры, степей, пустынь и др.);
6. климат прибрежных зон;
7. климат тайги;
8. горный климат (включая мезоклимат долин, склонов и др.);
9. климат приземного слоя воздуха;
10. климат почвы;
11. климат растений (фитоклимат).

Климатические ресурсы обладают известными свойствами: *ограниченностью* (изменчивостью климатических характеристик), *ценой* (денежной оценкой климатической продукции – информации) и *реализацией*, точнее *материализацией* (практическим результативным использованием в конкретной области народного хозяйства).

Климатические ресурсы классифицируются:

- по метеорологическим величинам (температура, ветер, осадки и т. д.)
- по территории или масштабу климатических процессов (макро-, мезо- и микроклиматические);
- по направлению использования, т. е. по функциональному признаку (агроклиматические, биоклиматические и т. д.) (таблица 19).

Таблица 19. – Классификации климатических ресурсов по метеорологическим величинам, направлению использования (в секторах экономики и социальной сфере)

Классификационная единица	Пояснение
По метеорологическим величинам	
1. Общие климатические ресурсы	Запасы энергии, вещества и информации в климатической системе, которые могут использоваться для разных целей
1.1. Энергетические ресурсы атмосферы	
1.1.1. Солнечная радиация	Месячные и годовые суммы суммарной радиации
1.1.2. Теплосодержание	Средняя месячная энтальпия
1.1.3. Ветер	
1.1.4. Атмосферное электричество	В настоящее время не используется
1.2. Тепловые ресурсы	
1.2.1. Температура воздуха	Средняя по площади температура воздуха
1.2.2. Температура почвы	

1.3. Ресурсы влаги в атмосфере и почве(влажностные ресурсы)	
1.3.1. Облачность	Водность облаков
1.3.2. Осадки	Среднее по площади количество осадков
1.3.3. Снежный покров	Средняя по площади наибольшая декадная высота снежного покрова
1.3.4. Почвенная влага	Средняя влажность почвы
1.4. Световые ресурсы	
1.4.1. Освещенность	Средняя по площади сумма суммарной освещенности
1.5. Газовые ресурсы атмосферы	
1.5.1. Озон	В настоящее время не используется
1.5.2. Отдельные газы атмосферы	Особое значение имеют O ₂ и C O ₂
По направлению использования	
2. Специализированные макроэкономические ресурсы для различных секторов экономики и социальной сферы	Запасы энергии, вещества и информации в климатической системе, используемые для конкретных целей
2.1. Агроклиматические ресурсы.	
2.1.1. Общие	
2.1.2. Яровая пшеница	
2.1.3. Озимая пшеница	
2.1.4. Ячмень	
2.1.5. Овес	
2.1.6 Рожь	
2.1.7. Картофель	
2.2. Зооклиматические ресурсы	Мало изучены; сводятся в основном к ресурсам для пастбищного животноводстве
2.3. Лесохозяйственные климатические ресурсы	
2.3.1. Повреждения лесов: пожароопасность ветроломы и буреломы энтомовредители, фитопатология	Температурно-влажностный комплекс и частота сильных ветров
2.3.2.Производительность лесов	Температура и влажность почвы
2.4. Климатические ресурсы водного хозяйства	Спрос на воду зависит от параметров климата
2.4.1. Водоресурсы и водоснабжение	
2.4.2. Управление водными ресурсами	
2.4.3. Канализации (канализационные ресурсы)	Интенсивность осадков
2.5. Климатические ресурсы коммунального хозяйства	
2.5.1. Топливно-климатические ресурсы	Характеристики отопительного периода
2.5.2. Автотранспорта (автотранспортные ресурсы)	
2.5.3. Канализации (канализационные ресурсы)	

2.5.4. Торговли (торговые ресурсы)	Неблагоприятные условия погоды (дождь, ветер и др.)
2.6. Биоклиматические ресурсы	
2.6.1. Физиолого-климатические ресурсы теплового состояния человека	Разделяются для летнего и зимнего сезонов и характеризуют тепловое состояние здорового человека
2.6.2. Рекреационно-климатические ресурсы	Характеристики, используемые для климатотерапии и климатопрофилактики определяются отдельно для летнего и зимнего сезонов, составляют часть полных рекреационных ресурсов
2.6.3. Лечебно-профилактические ресурсы для: органов дыхания сердечно-сосудистых заболеваний простудных заболеваний и ревматизма	
2.6.4. Санитарно-гигиенические ресурсы для градостроительства	Санитарно-гигиенические нормативы
2.7. Нефтегазовые климатические ресурсы	
2.7.1. Прочностные ресурсы трубопроводов и компрессорных станций	Определяют глубину заложения магистральных трубопроводов и их целостность (особенно в районах чередования разных способов укладки)
2.8. Строительно-климатические ресурсы	
2.8.1. Тепловые ресурсы зданий (жилых, общественных и производственных): теплозащитные ресурсы зданий (ограждающих конструкций) энергоклиматические ресурсы зданий (систем вентиляции и кондиционирования)	
2.8.2. Нагрузочно-климатические ресурсы: ветровые гололедные снеговые	Атмосферные нагрузки на здания и сооружения (ЛЭП, ВЛ, высотные здания и др.)
2.8.3. Ресурсы долговечности зданий (прочностные ресурсы)	“Косые дожди”, температурные колебания
2.8.4. Почвенно-климатические ресурсы для проектирования оснований и фундаментов зданий	
2.8.5. Канализации (канализационные ресурсы)	Интенсивность осадков
2.8.6. Производственно-строительные ресурсы	Не препятствуют или способствуют производству строительно-монтажных и
2.9. Энергоклиматические ресурсы	
2.9.1. Ветроэнергетические ресурсы	
2.9.2. Гелиоэнергетические ресурсы	
2.9.3. Атомно-энергоклиматические ресурсы	Благоприятствуют (не препятствуют) работе АЭС

2.9.4. Теплоэнергоклиматические ресурсы	Благоприятствуют (не препятствуют) работе ТЭЦ, ГРЭС, ТЭС
2.9.5. Гидроэнергоклиматические ресурсы	Благоприятствуют (не препятствуют) работе ГЭС
2.10. Транспортно-климатические ресурсы	
2.10.1 Автотранспорта (автотранспортные ресурсы)	
2.10.2. Железнодорожного транспорта (железнодорожные ресурсы)	
2.10.3. Авиации	
2.10.4. Водного транспорта	Представлены в специальных изданиях по морским трассам и рекам
По территории	
3. Территориальные климатические ресурсы	Климатические ресурсы различных территорий
3.1. Макроклиматические ресурсы	Рассматриваются по крупным территориям, государствам, значительным частям большого государства
3.2 Мезоклиматические ресурсы	Рассматриваются по краю, району, области, населенному пункту
3.3 Микроклиматические ресурсы	Рассматриваются по району городской застройки, сельскохозяйственному угодию,

Климатические ресурсы входят в комплексную оценку природных ресурсов страны. Общим показателем климатических ресурсов является климатический потенциал.

Количественное описание климатического потенциала является довольно сложной задачей.

Н. В. Кобышева и О. Б. Ильина определили специализированные показатели для отдельных отраслей производства (таблица 20).

Таблица 20. - Специализированные показатели основных групп климатических ресурсов для технических систем и человека (по Н. В. Кобышевой и О. Б. Ильиной)

Группа	Подгруппа (разновидность)	Специализированные показатели
Энергетический комплекс	Ветроэнергетическая	Средний куб скорости ветра, повторяемость энергетических затиший и ветров разрушительной силы
	Гелиоэнергетическая	Суммы прямой и суммарной солнечной радиации на горизонтальную поверхность
	Гидроэнергетическая (ГЭС)	Месячная сумма осадков, повторяемость периодов без осадков или с осадками менее 5 мм
	Тепловая энергетика (ТЭС)	Квантили температуры воздуха и энтальпии

	Атомная энергетика (АЭС)	Температура воздуха и скорость ветра, возможные раз в 10 000 лет, повторяемость смерчей
	Передача энергии	Среднее число дней с обледенением гололедного станка за год, квантиль максимальной скорости ветра
Строительство	Тепловой режим зданий	Среднее число градусо-дней, температура наиболее холодной пятидневки (обеспеченностью 0,92), скорость ветра (обеспеченностью 0,80), сумма суммарной солнечной радиации за год, приходящей на вертикальную поверхность при средних условиях облачности, или дефицит тепла (восточная стена) при учете всей приходящей радиации
	Нагрузки и воздействия	Расчетные значения скорости ветра, гололедно-изморозевые отложения, вес снежного покрова, возможные раз в 20 лет
	Водоснабжение и канализация	Средняя интенсивность осадков за 20 мин, среднее число дождей за год, средняя интенсивность снеготаяния, сумма осадков за год, глубина промерзания почвы
	Производство строительных работ	Число дней со скоростью ветра > 10 м/с при отрицательной температуре воздуха, число дней со скоростью ветра > 12 и > 15 м/с
Сухопутный транспорт	Автомобильный транспорт	Повторяемость гололедицы на дорогах, опасных явлений погоды
	Железнодорожный транспорт	Повторяемость опасных явлений погоды, средний приrost снежного покрова за сутки
	Магистральный трубопровод	Наибольшая декадная высота снежного покрова за год, максимальная глубина промерзания почвы и протаивания вечной мерзлоты
Коммунальное хозяйство	Отопление	Продолжительность и средняя температура отопительного периода, суммы суммарной солнечной радиации на вертикальную поверхность за год при средних условиях облачности с учетом застройки
	Снего- и водоборьба	Средняя интенсивность снеготаяния осадков за 20 мин, максимальный и средний из максимальных суточных приросты высоты снежного покрова
	Функционирование производства и санитарно-технических предприятий	Среднее значение энтальпии теплого и холодного периода, минимальная и максимальная температура воздуха

1.8.2. Использование климатической информации в различных видах экономической деятельности

Рассмотрим использование климатической информации в различных видах экономической деятельности.

В процессе разработки **строительных проектов** и непосредственно строительных работ решается ряд задач, в которых обязательным условием является *учет климатической информации*.

К числу таких задач относятся: объемы строительных работ, выбор ограждающих конструкций, прочность и устойчивость зданий и сооружений (их воздухопроницаемость и теплоустойчивость), долговечность строительных объектов и материалов. Все они решаются с привлечением климатической информации в целом и нормативных характеристик в частности.

Можно выделить два вида климатических показателей, которые используются при решении тех или иных задач в строительстве. Первый содержит такие статистические характеристики распределения метеорологических величин, как среднее, среднее квадратическое (основное отклонение), коэффициент асимметрии, теоретическое распределение метеорологической величины.

Наиболее важной климатической составляющей является температура воздуха.

Ко второму виду климатических показателей относятся комплексные показатели, такие как эффективная температура t_e , расчетная температура t_p , суровость погоды по Бодману, Арнольди, Осокину.

Климатические показатели первого и второго вида сведены в *климатические нормативы*, которые представляют собой *допустимые* значения показателя для выполнения определенных проектных и технических расчетов строительных операций. Климатические нормативы, используемые в расчетах, называются *климатическими параметрами*. Наряду с техническими они включены в СНиП.

Строительство как научно-индустриальный процесс предусматривает поэтапное решение строительных задач с учетом климатических нормативов, а в более широком прикладном значении – климатической информации. Она в обязательном порядке учитывается при разработке строительных и отделочных материалов, которые выбираются еще до возведения зданий, сооружений. К ним относятся панельные конструкции, бетон, заполнители на основе пластмасс, теплоизоляционные материалы, облицовочные плиты и многое другое.

Климатическая информация используется при решении задач эксплуатации строительных и дорожных машин (экскаваторов, погрузчиков, путевых машин для укладки рельсов, буровых машин, подъемно-транспортных, кранов и др.), что отражено в нормативных правилах их эксплуатации.

В строительном проектировании используется свыше 600 показателей. Около 140 из них содержатся в издаваемых Гидрометом справочниках и 40 – в строительных нормативах.

Рассмотрим некоторые климатические показатели, используемые в строительстве.

1. *Глубина промерзания грунта*

$$h = C \sqrt{\sum |t|} + 2 \quad ()$$

где C – коэффициент, зависящий от вида почвы, $\sum |t|$ – абсолютное значение суммы отрицательных температур.

Так, например, на основании показателя h выполнено районирование промерзания грунта на Европейской территории России, что позволяет *более экономно* выполнить «нулевой» этап строительных работ.

При проектировании и строительстве трубопроводов необходимо знать максимальную глубину промерзания почвы. Особое внимание уделяется северным регионам, где большую часть года почва покрыта снегом.

Наблюдения за температурой почвы на разных глубинах позволяют установить:

1. средние характеристики температурного режима на разных глубинах;
2. вероятностные значения средней месячной температуры почвы на глубинах;
3. среднюю глубину проникновения температуры, равной 0°C , в почву и др.

2. При расчете ограждающих конструкций учитывается *величина теплопотерь (в ккал) в единицу времени через единицу площади ограждения*

$$\theta = \lambda(t_{\text{в}} - t_{\text{н}})$$

где $t_{\text{в}}$ и $t_{\text{н}}$ – соответственно температура воздуха внутри помещения и снаружи, λ – коэффициент теплопроводности.

3. *Ветровая нагрузка* – давление ветра, или скоростной напор, определяется на основании закона кинетической энергии

$$q = \frac{1}{2} \rho v^2 = \frac{\rho v^2}{2g}$$

где ρ – плотность воздуха, кг/м^3 ; g – ускорение свободного падения ($9,8 \text{ м/с}^2$); v – скорость ветра, м/с .

Принимая $\rho = 1,225 \text{ кг/м}^3$ при $t = 15^{\circ}\text{C}$ и давлении 760 мм рт. ст., получим

$$q = \frac{v^2}{16}$$

Как видим, расчет скоростного напора достаточно чувствителен к ошибкам определения скорости ветра.

Статическая ветровая нагрузка Q (кг/м³), нормальная к поверхности сооружения или к его элементу, определяется по формуле

$$Q = C_x q,$$

где C_x – аэродинамический коэффициент (коэффициент лобового сопротивления).

По данному показателю устанавливается *предельная ветровая нагрузка заданной вероятности* на данное сооружение. Расчетная скорость ветра v определяется как максимальная за весь период наблюдений или средняя из годовых максимумов. Однако установлено, что более целесообразно использовать вероятностные показатели ветрового режима. Соответствующая методика была разработана Л. С. Гандиным. Ее содержание приведено в монографии М. В. Завариной «Строительная климатология».

4. *Гололедные и гололедно-ветровые нагрузки.* При проектировании воздушных линий связи и электропередачи (ЛС, ЛЭП) важно правильно оценить гололедную и гололедно-ветровую нагрузку. Учет их завышенных значений ведет к удорожанию линий, а в случае недооценки возможны аварии – обрыв проводов, поломка опор и мачт, что может принести еще большие потери.

Гололедная нагрузка определяется через вес гололеда P (г/м) по формуле

$$P = \pi b_{\Pi} (b_{\Pi} + d) \gamma l$$

где b_{Π} – толщина стенки гололеда, мм; d – диаметр провода, мм; γ – плотность отложения, принимается равной 0,9 г/см³; $l = 100$ см.

5. *Количество переносимого снега.*

6. *Снеговая нагрузка* как вес снежного покрова на единицу площади определяется в практике строительства различных зданий и сооружений.

Величины h , θ , Q , и другие, известные в практике строительства, являются *расчетными показателями*, обеспечивающими резерв снижения издержек строительства.

7. В хозяйственной практике многие виды работ осуществляются на открытом воздухе. В холодную часть года при морозной и ветреной погоде продолжительность работ сокращается или вовсе приостанавливается. Это в основном относится к строительным наружным работам – укладочным, монтажным и т. п. Для оценки суровости погоды, характерной в данной климатической зоне, используются индекс суровости погоды, индекс жесткости погоды и другие.

Индекс суровости погоды по Бодману определяется по формуле

$$B = (1 - 0,04t)(1 + 0,272v), \quad ()$$

где t – температура воздуха, v – скорость ветра.

Для характеристики суровости погоды используется следующая шкала (баллы):

1. $B < 1$ – зима несуровая;
2. $1 < B < 2$ – зима мало суровая;
3. $2 < B < 3$ – умеренно суровая;
4. $3 < B < 4$ – суровая;
5. $4 < B < 5$ – очень суровая;
6. $5 < B < 6$ – жестко суровая;
7. $B > 6$ – крайне суровая.

Климатическая оценка характеристик суровости должна использоваться при разработке нормативов регламента работ на открытом воздухе и социальной защиты работающих, которые направлены на создание нормальных условий работы и введение дополнительной оплаты труда, отвечающей суровости погоды.

Аналогичную оценку сложности климатических условий погоды (в баллах) можно выполнить на основании *индекса жесткости погоды* по И. М. Осокину.

Суровость погоды B_0 (преимущественно зимой) оценивается по шкале (в баллах), во многом совпадающей с выше приведенной шкалой.

Сельское хозяйство является наиболее климатозависимой отраслью экономики. Его уязвимость, обусловленная воздействием опасных метеорологических явлений, в значительной мере определяет величину суммарного ущерба экономики страны.

Климат во все времена был, есть и будет одним из главных факторов, определяющих развитие сельского хозяйства. При этом он выступает как базовый для этого вида деятельности природный ресурс, и как фактор риска для производителей аграрной продукции.

Агроклиматические ресурсы территории в умеренных широтах определяются тремя основными показателями: количеством тепла и влаги в вегетационный период, а также условиями перезимовки сельскохозяйственных культур.

Основными факторами биологической продуктивности являются тепло, свет, влага, почвенное плодородие, интенсивность земледелия и биологические особенности культур.

Природой определена энергетическая основа земледелия – солнечная радиация. Ресурсной базой выступает *суммарная солнечная радиация*.

Для живых организмов наибольшее значение имеет так называемая *физиологическая часть спектра* солнечной радиации. Видимая – собственно физиологическая – часть спектра с $0,39 < \lambda < 0,76$ мкм создает естественную освещенность. Для формирования продуктивной массы растения используют не весь физиологический спектр радиации, а только его часть – *фотосинтетически активную часть радиации* (ФАР) в интервале длин волн $0,38 \div 0,71$ мкм.

В течение вегетационного периода (при температуре воздуха выше 10°C) приход ФАР составляет: в тундре $10 \div 15$ ккал/см², в лесостепи и степи $35 \div 45$, в субтропиках $75 \div 85$ ккал/см².

Возделывание сельскохозяйственной культуры в данной климатической зоне будет *экономически оправдано*, если ее биологическая продуктивность обеспечивается таким важным климатическим показателем, как ФАР.

Кроме того, сведения о ФАР используются при проведении таких агротехнических мероприятий, как:

- выбор оптимальных сроков посева сельскохозяйственных культур;
- повышение эффективности поливов и применения минеральных удобрений;
- расчет дополнительного освещения в теплицах.

Важнейшие процессы жизнедеятельности растений осуществляются при определенном температурном режиме. Одной из основных характеристик температурного режима является *средняя температура за месяц* (по отдельным районам, пунктам) и ее среднее квадратическое отклонение. Выделяют средние даты весеннего и осеннего перехода температуры воздуха через 0, 5, 10 и 15 °С, а также продолжительность периода между этими датами.

Переход среднесуточной температуры через 0 °С отделяет теплую часть года от холодной. Граница в 5 °С указывает на начало и конец вегетации большинства сельскохозяйственных культур. Активная вегетация растений отмечается в период между весенними и осенними переходами температуры через 10 °С. Одним из основных показателей агроклиматических ресурсов является *теплообеспеченность вегетационного периода*, определяемая суммой активных температур (выше 10 °С). На основании активных температур разработана классификация климата по теплообеспеченности растений.

Биологически теплая часть лета приходится на период времени с температурой 15 °С и выше. Для каждой сельскохозяйственной культуры, отдельных фаз ее развития, устанавливается *биологический температурный минимум*. Активная температура всегда выше биологического минимума. Вместе с тем выделяют эффективную температуру, которая определяется как активная температура, уменьшенная на величину биологического минимума.

Термические ресурсы территории ограничиваются периодом времени между поздними весенними и ранними осенними заморозками. Тепловые условия среды охватывают все стороны жизнедеятельности растений.

Температура, при которой фотосинтез достигает 90 % своего максимального значения, является *оптимальной для фотосинтеза*. Однако фотосинтез возможен и при более низкой температуре. Оптимальные условия биологического развития растений находятся между *биологическим минимумом* и *биологическим максимумом*.

Для некоторых видов сельскохозяйственных культур тепловые ресурсы приведены в таблице 21.

Таблица 21. - Тепловые ресурсы, необходимые для выращивания некоторых видов сельскохозяйственных культур в условиях умеренных широт

Сельскохозяйственная культура	Сумма температур воздуха за	Оптимальная температура, °С	Угнетающая или повреждающая растения температура, °С
-------------------------------	-----------------------------	-----------------------------	--

	вегетационный период, °С	почвы для появления всходов	воздуха для роста растений	при всходах	после всходов до созревания
Яровая пшеница	1700-1900	20-25	20-25	0 - -2	35
Рис	2000-4000	20-34	25-30	0 - -1,5	40
Кукуруза	1500-3200	21-23	20-30	-2 - -6	32
Хлопок	2700-4500	20-30	25-30	2 - -1	35
Огурец	1700-2000	26-30	25-28	0 - -1	35
Дыня, арбуз	1800-3600	25-35	25-30	5 - -1	45

Для холодной части года устанавливается *морозостойкость* сельскохозяйственных культур, которая характеризуется критической температурой вымерзания, вызывающей, например, гибель 50 % озимых посевов. Перезимовка озимых протекает нормально при температуре почвы от -5 до -15 °С.

Вторым важным метеорологическим фактором жизни растений является *влага*. Одним из показателей влагообеспеченности принимается коэффициент увлажнения (по Д. И. Шашко)

$$КУ = \frac{\sum_{i=1}^n P_i}{\sum_{i=1}^m d_i}$$

где $\sum_{i=1}^n P_i$ — сумма осадков (мм) за выбранный период; $\sum_{i=1}^m d_i$ — сумма средних суточных значений дефицита влажности.

Предложены и другие показатели атмосферного увлажнения: ГТК (по Г. Т. Селянинову), радиационный индекс сухости (по М. И. Будыко), индекс сухости (по Де-Мартонну), отношение количества осадков к сумме температур за период вегетации ($t \geq 10$ °С) (по С. А. Сапожниковой).

Особое значение имеет влагообеспеченность почвы. В качестве *показателя влагообеспеченности* почвы принимается отношение средних многолетних запасов *продуктивной влаги* (мм) в слое 0 – 100 см за основной период вегетации к оптимальным запасам влаги, соответствующим 85 % наименьшей *влагоемкости почвы*. Максимальное количество влаги, которое способна удержать в себе почва в полевых условиях, называется ее *влагоемкостью* (мм).

Продуктивная влага (мм) — это ее запасы, измеряемые в данное время по 10-сантиметровым слоям. За счет продуктивной влаги осуществляется накопление растительной массы.

Комплексным показателем, учитывающим совместное влияние тепло- и влагообеспеченности, согласно Д. И. Шашко, является *биоклиматический потенциал*

$$БКП = K_p \frac{\sum_{i=1}^n t_{ак,i}}{\sum_{i=1}^n t_{ак,i}^*}$$

где K_p – коэффициент роста по годовому показателю атмосферного увлажнения;

$\sum_{i=1}^n t_{ак,i}$ – сумма средних суточных температур воздуха за период активной вегетации;

$\sum_{i=1}^n t_{ак,i}^*$ – базисная сумма средних суточных температур воздуха за период активной вегетации.

В качестве базисной суммы может быть принято значение 3100 °С для умеренного пояса в условиях оптимального роста.

Таким образом, видно, что агрометеорологические ресурсы – это широкий спектр климатических условий: от отдельных климатических значений метеорологических величин до их комплексных показателей, используемых в сельскохозяйственном производстве.

Наиболее значительными являются суммы активных температур, продолжительность физиологически активной части суток, пороговые условия влагосодержания. На этом основании разрабатываются комплексные климатические карты и выполняется агроклиматическое районирование отдельных сельскохозяйственных культур. Тем самым выделяются характерные для региона черты климата, выраженные через комплексные климатические характеристики.

Агроклиматические условия на территории Беларуси достаточно благоприятны для развития сельского хозяйства. Согласно оценке агроклиматических ресурсов территории Беларуси продолжительность вегетационного периода в пределах страны изменяется от 191 до 214 дней, сумма температур воздуха свыше 10 °С составляет 2200 °С – 2700 °С, годовая сумма осадков колеблется от 380 мм до 730 мм. Такие условия позволяют возделывать на территории Беларуси почти все основные сельскохозяйственные культуры умеренных широт.

Главным недостатком нашего климата является неустойчивость погодных условий – их значительные колебания приводят к возникновению явлений, неблагоприятно отражающихся на развитии растений, вызывающих их повреждение или даже полную гибель.

Экспертные оценки показывают, что погодные и климатические условия обуславливают колебания величины валового продукта сельского хозяйства в Беларуси как минимум на 15-20 %. Так, средний валовой сбор зерна в последние 25 лет составляет около 7 млн. т, но в неблагоприятные по погодным условиям годы он снижается до 5,5 млн. т или даже до 3,5 млн. т, как было в 1999 году, а в благоприятные возрастает до 9,5 млн. т, как в 2014 году.

Последствия изменения климата в сельском хозяйстве уже сейчас весьма ощутимы. Теплообеспеченность сельскохозяйственных культур выросла настолько, что произошло изменение границ агроклиматических областей.

Северная агроклиматическая область распалась, а на юге Полесья образовалась новая, более теплая агроклиматическая область (рисунок 43).

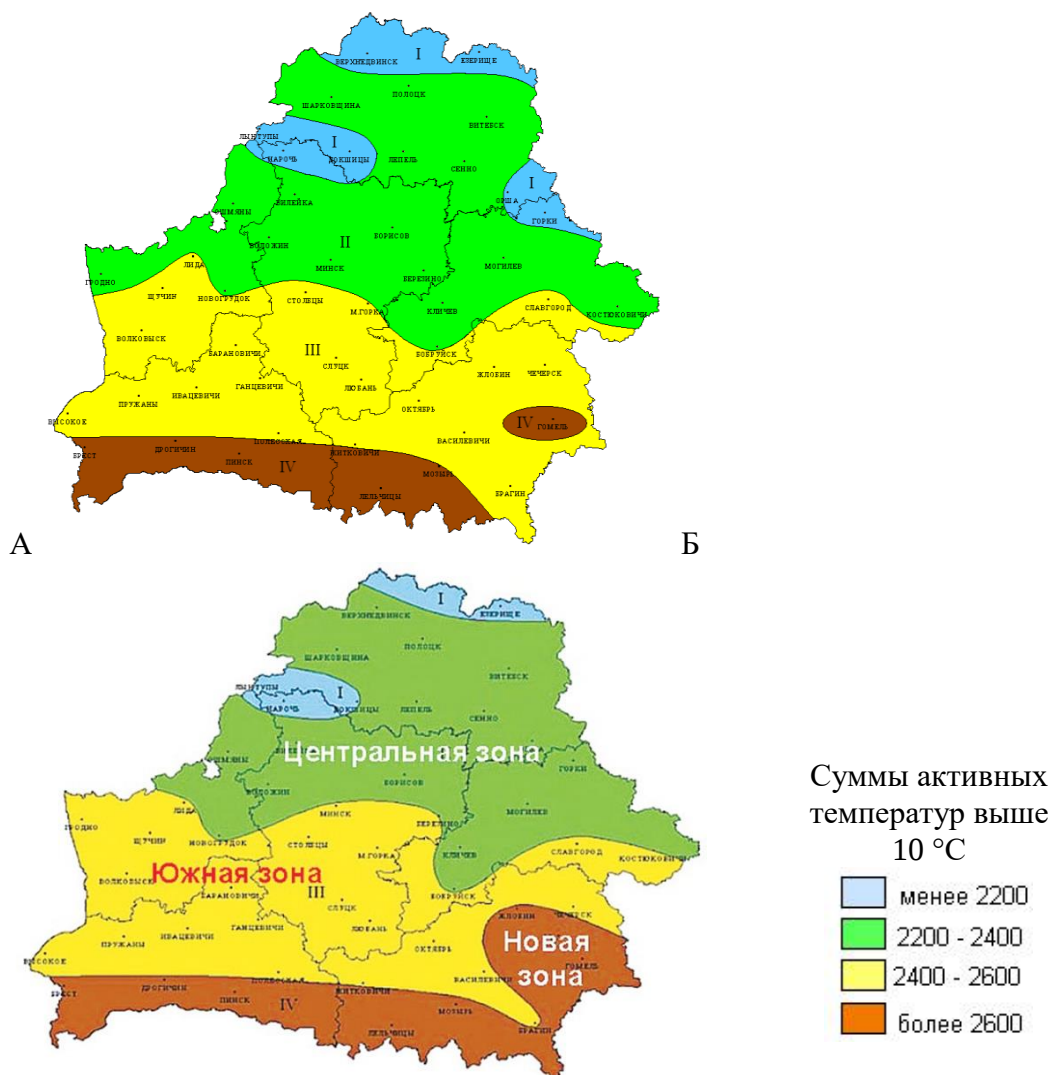


Рисунок 43. - Новые агроклиматические области по В. И. Мельнику за период потепления: А) 1989 -2009 г.г., Б) 1989 - 2013 г.г. I – Северная, II – Центральная, III – Южная, IV – Новая

Однако, по оценкам специалистов, воздействие на сельское хозяйство глобального потепления неоднозначно, позитивные последствия сочетаются с негативными. Увеличение продолжительности вегетационного периода и теплообеспеченности сельскохозяйственных культур не является гарантией роста их урожайности. Например, в результате потепления зимнего периода происходит увеличение вероятности повреждения озимых культур от вымокания, выпревания, а также вымерзания при резком усилении морозов и отсутствии снежного покрова, наблюдается ослабление закалки растений. Из-за сухой и жаркой второй половины лета ухудшаются условия формирования урожая средних и поздних сортов картофеля, льна, капусты, второго укоса трав.

Во многих климатических сценариях и прогнозах подчеркивается, что изменение климатических условий будет сопровождаться увеличением частоты неблагоприятных для сельского хозяйства явлений. На фоне изменения средних

климатических условий, вызывающих колебания урожая в пределах 10 – 20 %, влияние экстремальных климатических условий может превышать эту цифру в 2 – 3 раза и достигать 30 – 60 %.

В 2012 году в Беларуси разработана технология по мониторингу состояния сельскохозяйственных культур и расчета прогноза их урожайности по административным районам. Базовая технология разработана научно-инженерным унитарным предприятием «Геоинформационные системы» НАН Беларуси. Этот программный комплекс оперативной оценки состояния посевов и урожайности сельскохозяйственных культур в разрезе областей и районов на основе данных дистанционного зондирования Земли предназначен для решения задач мониторинга состояния сельскохозяйственных культур и долгосрочного прогнозирования уровня урожайности зерновых культур. Он ориентирован на работу со спутниковыми данными, полученными с космического аппарата TERRA/радиометр MODIS, который обеспечивает более высокое пространственное разрешение на местности. Это позволяет выделять посевные площади и проводить мониторинг по выделенным территориям, что обеспечивает более точное определение показателей урожайности зерновых культур, как по всей республике, так и в пределах административных районов. Существующая система сбора информации о состоянии сельскохозяйственных культур на уровне республики или ее административных районов зачастую не отвечает современным запросам основных потребителей по уровню полноты и оперативности получаемых данных. За зерновыми культурами, которые в Беларуси занимают примерно половину всей посевной площади, регулярные агрометеорологические наблюдения проводятся лишь на 1% площади.

Использование съемок из космоса, привлечение спутниковых данных совместно с наземной информацией дает возможность повысить объективность, точность и частоту наблюдений, а также усовершенствовать методы оперативного контроля за состоянием и урожайностью сельскохозяйственных культур.

Климатическая информация в энергетике. Климатическая информация постоянно учитывается при проектировании, строительстве и ежедневном функционировании энергетических объектов.

Строительство энергоисточников (ГЭС, ТЭС, ТЭЦ, ГРЭС, АЭС, ПЭС, геотермальных электростанций) требует, прежде всего, знания таких нормативных климатических сведений, на основании учета которых обеспечивается надежность и долговечность сооружения. Вырабатываемый вид энергии и энергоресурсов отражает начальную производственную функцию энергетического объекта.

Например, работа гидроэлектростанций находится в полной зависимости от гидрологического режима рек, а эффективность передачи получаемой электрической энергии по высоковольтным линиям (ЛЭП с напряжением от 35 до 750 кВ) – от климатических условий региона и от такого климатического показателя, как гололедно-ветровая нагрузка. Задача расстановки опор ЛЭП более сложна и требует учета неблагоприятных воздействий сочетаний таких параметров, как температура воздуха, гололед и скорость ветра. Климатические

сведения позволяют рассчитать гололедно-ветровую нагрузку и эквивалентную скорость ветра в заданном пункте, смоделировать распределение механических напряжений и экстремальные состояния несущих опор (Л. Б. Гарцман, Л. Г. Гончар).

Отсюда следует, что необходим выбор таких расчетных величин, которые обеспечивают сочетание надежности и экономичности сооружаемых энергоисточников и систем транспортировки энергии и энергоресурсов.

Каждый из энергоисточников использует климатические нормативы, которые отвечают его производственной специфике. При задании проектной мощности ТЭЦ (Q_p) обязательным условием выступает учет расчетной температуры воздуха t_p в данном пункте. Транспортировка теплоносителя требует разработки и прокладки тепловых сетей на основе учета глубины промерзания почвы и минимальных значений ее температуры для оценки допустимости полимерных покрытий трубопроводов.

Выбор оптимальных условий прокладки нефтепроводов требует климатической информации о колебаниях температуры грунта на глубине залегания трубопроводов. Неучет этих сведений может привести к гофрированию и разрыву трубопроводов. Аналогичная ситуация складывается и для газопроводов.

На основании климатических сведений устанавливается оптимальный запас топлива на ТЭЦ. Здесь предлагаются различные подходы. Один из них основан на использовании климатологического прогноза (А. С. Монин), другой допускает (О. Ланге) решение задачи программирования оптимального резерва, при котором вероятность дефицита определяется коэффициентом риска

$$p = \frac{C_1}{C_1 + C_2}$$

где C_1 – издержки хранения, C_2 – издержки дефицитности.

Для расчета тепловых потерь зданий используется предложенный Л. С. Гандиным комплексный климатический показатель – *эффективная температура*.

$$t_{\text{э}} = t - m(A-1)(t_{\text{н}} - t)$$

где $m(A-1)$ – есть функция скорости ветра

Наряду с этим А. А. Цвид ввел понятие *эквивалентной температуры*

$$t_{\text{эк}} = t_{\text{н}}(1 + \alpha) - \beta$$

где $t_{\text{н}}$ – температура наружного воздуха, $\alpha = 0,0451v^{1,412}$, $\beta = 0,464v^{1,504}$.

При известной температуре наружного воздуха определяется его *теплосодержание*, что необходимо знать при расчете систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха.

Важной климатической характеристикой в строительной теплотехнике является *продолжительность и температура отопительного периода*, а также *число градусо-дней за отопительный период* (введена в 1995 г.). Наряду с этим используются квантили температуры воздуха наиболее холодных суток различной обеспеченности и температура наиболее холодной пятидневки – расчетная температура t_p .

Среднее число градусо-суток за отопительный период (ГСОП) определяется по формуле

$$\text{ГСОП} = (t_{\text{н}} - t_{\text{от}})\tau_{\text{от}}$$

где $\tau_{\text{от}}$ – средняя продолжительность отопительного периода, сут.

Необходимые при этом расходы тепловой энергии (Гкал, ГДж) составят величину

$$Q^* = cV(t_{\text{н}} - t_{\text{от}})\tau_{\text{от}}$$

где c – удельная тепловая характеристика (ккал/(м³ • °C)), V – объем, м³.

Все составляющие энергетики являются климатозависимыми. К положительным последствиям изменений климата в энергетике, в первую очередь, можно отнести сокращение отопительного периода и значительную, вследствие этого, экономию топливно-энергетических ресурсов. Подсчитано, что при повышении среднегодовой температуры воздуха от 0,5 °C до 3 °C отопительный период уменьшается соответственно на 6 и 36 суток.

Повышение температуры воздуха в зимний период влияет не только на продолжительность отопительного периода, но и на величину теплопотерь зданий в этот период времени. Уменьшение теплопотерь, а, следовательно, экономия топлива на отопление помещений при повышении температуры на 0,5 °C составит 3,5 %, а при повышении температуры на 3 °C – 15,3 %. Расчеты показывают, что суммарная экономия топлива при повышении температуры на 0,5 °C составит 6,6 %, а при повышении на 3 °C – 33,8 %.

В полной мере этот положительный эффект использовать не удастся: из-за усиления нестабильности и изменчивости погодных условий в разные периоды будут чаще случаться неблагоприятные краткосрочные явления: внеурочные периоды аномально теплой и холодной погоды, сильные ветры и снегопады, и все это потребует дополнительных энергетических мощностей. К тому же в отдельные годы реальная продолжительность отопительного периода может значительно превысить средние значения продолжительности отопительного периода. В летний период при аномально высоких температурах происходит существенный рост энергозатрат на кондиционирование воздуха.

В качестве адаптационных мер к меняющемуся климату в энергетике необходимо:

- ограничить потребление горючих ископаемых, как вредных для климата источников энергии, поскольку при их сжигании выделяется очень большое количество углекислого газа;

- экономить потребление энергии и повышать эффективность ее использования;

- использовать альтернативные (неуглеродные) и возобновляемые источники энергии);

развивать и внедрять новые экологически чистые и низкоуглеродные технологии.

Для более полной характеристики климатических ресурсов вводятся понятия – **потенциальные климатические ресурсы (ПКР)** и **региональные климатические ресурсы (РКР)**. ПКР содержат общие, известные климатические ресурсы, которые используются на практике. РКР – только часть потенциала, которая используется в конкретной области хозяйственной деятельности.

Все климатические характеристики (температура, ветер, осадки и т. п.), специализированные климатические показатели, комплексные климатические показатели (гидротермический коэффициент Селянинова, индекс суровости по Осокину, эквивалентно-эффективная температура по Русакову и др.) выражены в различных единицах измерения. Это затрудняет их сопоставление.

Возникла необходимость выразить все, любой сложности климатические параметры в условных единицах. Исходные климатические ресурсы (температура, ветер, число градусо-дней, комплексные показатели и др.) переводятся в безразмерный вид: нормируются и переводятся в баллы.

Согласно Н. В. Кобышевой и О. Б. Ильиной, *положительные климатические ресурсы*, отражающие благоприятные влияния климата, определяются по формуле

$$X_{пл} = 10 \frac{x - x_{мин}}{x_{макс} - x_{мин}}$$

где x – значение климатической характеристики, показателя и др. в принятых единицах измерения ($^{\circ}\text{C}$, мм/12 ч, кДж, кг/м² и др.).

Для *отрицательных климатических ресурсов*, вызывающих неблагоприятные (ущербные) последствия в хозяйственной и иной практике, используется формула

$$X_{от} = 10 - 10 \frac{x - x_{мин}}{x_{макс} - x_{мин}}$$

За 10 баллов принимается абсолютное максимальное значение ресурсной характеристики:

а) при положительных ресурсах 10 баллов – максимальное значение, 0 баллов – минимальное;

б) при отрицательных ресурсах 10 баллов – минимальное значение, 0 баллов – максимальное.

Переведенные в баллы ресурсные характеристики суммируются по пункту или территории. Затем балльная оценка переводится в относительные значения (относительно суммы) и выражается в 1000 условных единиц. Тем самым устанавливаются *условные климатические единицы (УКЕ)*

$$УКЕ = \frac{\text{балл}}{\sum_{i=1}^n \text{балл}} 1000$$

где n – общее число рассчитанных значений ресурсной характеристики в баллах.

Величина ПКР по территории (или пункту) устанавливается как сумма *УКЕ* по ряду *i*-х потребителей, отраслей, использующих климатическую информацию

$$ПКР = \sum_{i=1}^m (УКЕ)$$

На рисунке 44 приведены картированные значения ПКР по Ленинградской области для таких отраслей, как энергетика, строительство, транспорт и коммунальное хозяйство. Наибольший потенциал климатических ресурсов сосредоточен в западных районах области. Аналогичные оценки выполнены в ГГО по всей территории России.

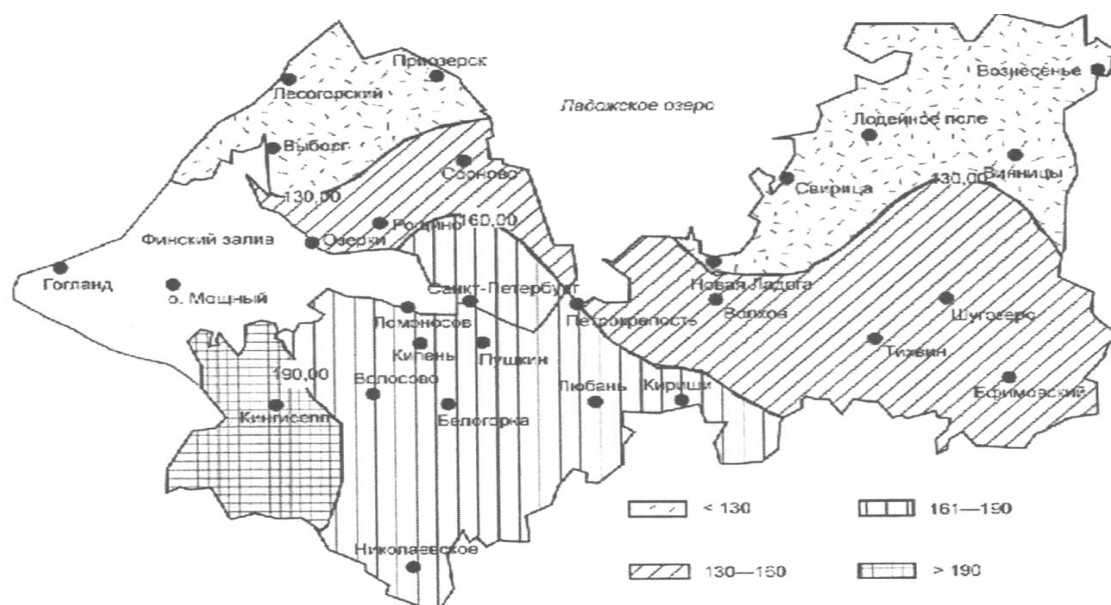


Рисунок 44. - Климатические ресурсы Ленинградской области в условных климатических единицах. По Н.В. Кобышевой и О.Б. Ильиной

Таким образом, обеспечение устойчивого социального и экономического развития страны требует учета всех влияющих на нее факторов, в том числе факторов природной среды, существенное значение которых для общества и экономики, на всех ее уровнях, в настоящее время уже не вызывает сомнений и не требует специального рассмотрения.

Существующий набор социально-экономических показателей, характеризующих состояние экономики и общества в целом, не отражает влияния погодно-климатических условий на устойчивое развитие экономики.

Однако это влияние за последнее десятилетие стало столь существенным, что может вызвать увеличение диспропорций в экономике и социальной сфере, повысить неустойчивость системы «природа – хозяйство – население» или отдельных ее региональных звеньев, нарушая нормальное, динамичное развитие общества. Отсюда вытекает необходимость разработки комплексных показателей для учета влияния гидрометеорологических условий на экономику.

Такие показатели помогут определять и корректировать среднесрочную и долгосрочную стратегию экономического и социального развития страны. Их мониторинг и сравнительный анализ обеспечит руководство страны информацией, необходимой для разумного наращивания экономического потенциала.

Очевидно, что в будущем подобные погодно-климатические показатели должны носить официальный характер, ибо только в этом случае они могут побудить правительство создавать условия для полного использования всех возможностей современной гидрометеорологии. Для этого необходимо наладить сбор информации для расчетов показателей и их анализ на регулярной основе, в том числе составлять ежегодные и многолетние карты риска регионов, выявляя степень риска гибели населения от стихийных гидрометеорологических явлений, карты подверженности экономики, отраслей экономики или территорий гидрометеорологическим явлениям и т. д.

Следует отметить, что разработки в этой области практически отсутствуют.

Учитывая сложность такой работы, можно с уверенностью констатировать, что на создание и введение системы комплексных показателей уйдет немало времени. Однако уже сейчас ясно, что в этой системе должны присутствовать такие показатели, как предотвращенные (L_{Π}) и непредотвращенные (L_H) потери, непредвиденный ущерб ($L_{НЕПР}$) по причине пропуска опасного явления или условия погоды, экономическая полезность (или экономическая выгода – W), полученная экономикой (отраслью экономики, производственным объектом) при использовании гидрометеорологической информации и продукции.

2. ПРАКТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

Примерная тематика семинарских занятий

Семинарское занятие 1

Специализированное гидрометеорологическое обеспечение

Задание. Составить обзор научной литературы, видеоматериалов по заданной теме.

Форма контроля знаний: аннотированный библиографический обзор по теме.

Цель: составить аннотированный обзор научной литературы, по темам «Использование гидрометеорологической информации в практике работы различных видов экономической деятельности», «Гидрометеорологическая безопасность», «Влияние ОЯ и НЯ на различные виды экономической деятельности». Список должен включать не менее 10 источников, которые не должны повторяться.

Исходные материалы:

1. ЭУМК (раздел 6).

2. Электронные ресурсы:

Белгидромет [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://belgidromet.by/ru/> – Дата доступа: 28.03.2025.

Библиотека Гидрометцентра России [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://lib-hmc.meteocom.ru/fond.html> – Дата доступа: 28.03.2025.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение дополнительного профессионального образования «Институт повышения квалификации руководящих работников и специалистов» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ipk.meteorf.ru/> – Дата доступа: 28.03.2025

Ход работы:

Используя электронные ресурсы, приведенные в учебной программе по учебной дисциплине, а также на Образовательном портале Обеспечение потребителей гидрометеорологической информацией (<https://edugeo.bsu.by/mod/assign/view.php?id=8775>), составить аннотированный (с аннотациями к статьям) обзор научной литературы по темам пройденных лекций. Особое внимание обратить на научные журналы Метеорология и гидрология, Гидрометеорология и образование, Известия РАН (серия географическая), Природопользование, Природные ресурсы.

Семинарское занятие 2

Специализированное гидрометеорологическое обеспечение различных видов экономической деятельности

Задание. Подготовить презентацию по специализированному гидрометеорологическому обеспечению одного из выбранных видов экономической деятельности.

Форма контроля знаний: проверка презентации.

Цель: используя составленные аннотированные обзоры (семинарское занятие 1), подготовить презентацию по специализированному гидрометеорологическому обеспечению одного из выбранных видов экономической деятельности.

Исходные материалы:

1. ЭУМК (раздел 6).
2. Аннотированный обзор научной литературы, по теме «Использование гидрометеорологической информации в практике работы различных видов экономической деятельности».

Ход работы:

При подготовке презентации рекомендуется придерживаться следующего плана:

- 1) специфика и краткая характеристика вида экономической деятельности;
- 2) гидрометеорологические явления, оказывающие влияние на функционирование данного вида деятельности;
- 3) специализированная гидрометеорологическая информация, необходимая для оптимальной работы данного вида деятельности.

При оценивании презентации обращается внимание на: содержание и полноту раскрытия темы, структуру и последовательность изложения, источники и их интерпретацию, корректность оформления и т.д.

Примерная тематика лабораторных занятий

Тема 1. Подготовка справок о наблюдавшихся метеорологических условиях физическим лицам. Составление ежедневных метеорологических бюллетеней (президентский, губернаторский).

Используя данные Белгидромета подготовить прогноз погоды на неделю (метеорологический бюллетень).

Форма контроля знаний: отчет по лабораторной работе.

Тема 2. Подготовка ответов на запросы потребителей о наблюдавшихся гидрометеорологических явлениях (следственный комитет, МВД, страховые организации).

Используя данные Белгидромета (запросы потребителей), подготовить ответ о наблюдавшихся гидрометеорологических явлениях за конкретный период времени.

Форма контроля знаний: отчет по лабораторной работе.

Тема 3. Составление разовых договоров на оказание услуг по предоставлению гидрометеорологической информации с организациями отраслей экономики и подготовка справок о наблюдавшихся метеорологических условиях по составленным договорам. Составление долгосрочных договоров на оказание услуг по предоставлению гидрометеорологической информации для СМИ.

С учетом требований к составлению договоров на оказание услуг по предоставлению гидрометеорологической информации, составить разовый (долгосрочный) договор на оказание услуг.

Форма контроля знаний: отчет по лабораторной работе.

3. РАЗДЕЛ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ

3.1. Общие правила

В течение учебного семестра по дисциплине «Обеспечение потребителей гидрометеорологической информацией» проводятся индивидуальные консультации, график которых доступен для ознакомления.

Основными видами занятий являются лекции, семинарские, лабораторные занятия.

Лекционные занятия проводятся в форме информационных сообщений с максимальным использованием раздаточного материала и ТСО.

Семинар - это такой вид учебного занятия, при котором в результате предварительной работы над программным материалом преподавателя и студентов, в обстановке их непосредственного и активного общения, в процессе выступлений студентов по вопросам темы, возникающей между ними дискуссии и обобщений преподавателя, решаются задачи познавательного и воспитательного характера, формируется мировоззрение, прививаются методологические и практические навыки, необходимые для становления квалифицированных специалистов, что соответствует требованиям образовательных стандартов.

В практике семинарских занятий по дисциплине можно выделить ряд форм: развернутая беседа, обсуждение докладов и рефератов, семинар – диспут, упражнения на самостоятельность мышления, письменная контрольная работа, семинар – коллоквиум, выполнение заданий в тестовой форме и другие.

Лабораторные занятия – один из видов самостоятельной практической работы и исследования учащихся с целью углубления и закрепления теоретических знаний, развития навыков самостоятельного экспериментирования.

Цель лабораторных занятий – практическое освоение студентами научно-теоретических положений изучаемой дисциплины, овладение ими техникой экспериментирования в соответствующей отрасли науки, инструментализация полученных знаний, т. е. превращение их в средство для решения учебно-исследовательских, а затем реальных экспериментальных и практических задач, иными словами – установление связи теории с практикой.

Особое значение в решении поставленных задач отводится филиалу кафедры общего землеведения и гидрометеорологии. В целях лучшей адаптации студентов в процессе обучения к конкретным производственным условиям, получению ими навыков работы в трудовых коллективах лабораторные занятия по дисциплине «Обеспечение потребителей гидрометеорологической информацией» проводятся непосредственно в Белгидромете, а именно в Отделе обеспечения потребителей гидрометеорологической информацией, с привлечением квалифицированных сотрудников отдела.

При организации самостоятельной работы студентов используется эвристический подход, который предполагает: осуществление студентами личностно-значимых открытий окружающего мира; демонстрацию

многообразие решений большинства профессиональных задач и жизненных проблем; творческую самореализацию обучающихся в процессе создания образовательных продуктов; индивидуализацию обучения через возможность самостоятельно ставить цели, осуществлять рефлекссию собственной образовательной деятельности. Данный вид занятий проводится вне учебных аудиторий с применением современных ИКТ.

Для диагностики знаний студентов рекомендуется использовать следующие средства и формы контроля, предусмотренные учебной программой: устный опрос, компьютерное тестирование, проверка лабораторных работ, защита рефератов.

Также используется рейтинговая оценка знаний студента, дающая возможность проследить и оценить динамику процесса достижения целей обучения. Рейтинговая система по учебной дисциплине «Обеспечение потребителей гидрометеорологической информацией» предполагает систематическую работу студентов на протяжении семестра и учитывает: посещаемость занятий, правильность и своевременность выполнения лабораторных работ, качество ответа на семинарских занятиях и инициативность студента. Выполнение практикума считается обязательным основанием для допуска к зачету.

3.2. Примерный перечень вопросов к зачету

1. Предмет и задачи курса. Общие представления о гидрометеорологической службе Беларуси. Правовые основы гидрометеорологического обеспечения в Беларуси.
2. История развития гидрометеорологического обеспечения в Беларуси.
3. Основные виды гидрометеорологической информации. Понятие о первичной информации, основные требования к первичной метеорологической информации.
4. Системы получения первичной гидрометеорологической информации. Прогностическая информация.
5. Гидрометеорологические данные. Упорядочение гидрометеорологических данных по пространственным и временным признакам.
6. Требования к гидрометеорологическим данным. Цели использования данных. Точность данных.
7. Виды гидрометеорологических данных. Оперативная и режимная гидрометеорологическая информация.
8. Системы получения первичной метеорологической информации. Наземная сеть синоптических и аэрологических станций. Метеорологические радиолокационные станции. Метеорологическая космическая система.
9. Виды гидрометеорологической информации.
10. Системы сбора гидрометеорологических данных. Всемирная служба погоды (ВСП): задачи, структура.
11. Глобальная система наблюдений (ГСН). Глобальная система телесвязи (ГСТ). Глобальная система обработки данных (ГСОД). Региональные гидрометеорологические центры (РГМЦ). Наземная, надводная, подводная, воздушная и космическая системы наблюдений и требования к ним предъявляемые.
12. Национальная система гидрометеорологических наблюдений. Оптимизация сети гидрометеорологических наблюдений в Беларуси.
13. Международные исследовательские программы по сбору данных о состоянии атмосферы, океана и земной коры.
14. Способы представления гидрометеорологической информации. Словесная форма представления гидрометеорологической информации. Табличные способы представления гидрометеорологической информации. Графические способы представления гидрометеорологической информации.
15. Достоверная, сомнительная и ошибочная гидрометеорологическая информация. Автоматическая и автоматизированная системы контроля информации.
16. Общая схема автоматизированного контроля данных наблюдений.
17. Алгоритмы и методы контроля информации. Синтаксический и логический контроль информации.
18. Алгоритм контроля информации. Горизонтальный, вертикальный и интерполяционный контроль информации. Защита информации.

19. Обработка оперативной гидрометеорологической информации.
20. Обработка режимной гидрометеорологической информации. Нерегулярная обработка гидрометеорологических данных.
21. Классификация метеорологических прогнозов. Виды метеорологических прогнозов.
22. Понятие об опасных и неблагоприятных гидрометеорологических явлениях, штормовых предупреждениях и предъявляемые к ним требования.
23. Общие и специализированные прогнозы погоды, предъявляемые к ним требования. Климатологические прогнозы.
24. Общая характеристика метеорологического обеспечения экономики: схема, структура, содержание. Потребители гидрометеорологической информации.
25. Виды метеорологического обеспечения (общее и специализированное).
26. Принципы взаимодействия между поставщиком и потребителем гидрометеорологической информации. Понятие о метеорологической себестоимости.
27. Требования, предъявляемые к специализированному метеорологическому обеспечению.
28. Потери, или убытки, по метеорологическим причинам.
29. Чувствительность потребителя к метеорологическим условиям.
30. Специализированное гидрометеорологическое обеспечение энергетики (электроэнергетика).
31. Специализированное гидрометеорологическое обеспечение горнодобывающей промышленности.
32. Специализированное гидрометеорологическое обеспечение сельского хозяйства.
33. Специализированное гидрометеорологическое обеспечение лесного хозяйства.
34. Специализированное гидрометеорологическое обеспечение транспорта (железнодорожный транспорт).
35. Специализированное гидрометеорологическое обеспечение транспорта (автомобильный транспорт).
36. Специализированное гидрометеорологическое обеспечение транспорта (речной и морской транспорт).
37. Специализированное гидрометеорологическое обеспечение транспорта (авиация).
38. Специализированное гидрометеорологическое обеспечение строительства.
39. Специализированное гидрометеорологическое обеспечение жилищно-коммунального хозяйства, средств связи и телекоммуникации.
40. Специализированное гидрометеорологическое обеспечение населения (туризм, спорт, отдых).
41. Использование метеорологической информации при защите атмосферного воздуха от загрязнения.

42. Понятие о гидрометеорологической уязвимости страны (ГМУ).
43. Использование климатической информации в различных отраслях экономики. Климатические ресурсы. Потенциальные климатические ресурсы.
44. Оценка экономической эффективности обслуживания гидрометеорологической информацией различных отраслей экономики Беларуси.

3.3. Примерная тематика рефератов

1. Специализированное гидрометеорологическое обеспечение энергетики (электроэнергетика).
2. Специализированное гидрометеорологическое обеспечение топливной промышленности.
3. Специализированное гидрометеорологическое обеспечение сельского хозяйства.
4. Специализированное гидрометеорологическое обеспечение лесного хозяйства.
5. Специализированное гидрометеорологическое обеспечение транспорта (железнодорожный транспорт).
6. Специализированное гидрометеорологическое обеспечение транспорта (автомобильный транспорт).
7. Специализированное гидрометеорологическое обеспечение транспорта (речной и морской транспорт).
8. Специализированное гидрометеорологическое обеспечение транспорта (авиация).
9. Специализированное гидрометеорологическое обеспечение строительства.
10. Специализированное гидрометеорологическое обеспечение жилищно-коммунального хозяйства и средств связи.
11. Специализированное гидрометеорологическое обеспечение населения (туризм, спорт, отдых).
12. Нормативные правовые акты, регламентирующие предоставление гидрометеорологической информации потребителям.

Объем реферата 8-10 страниц компьютерного текста (шрифт 14, межстрочный интервал 18 пт).

Реферат должен содержать титульный лист, оглавление, введение, основную часть, заключение, список использованных источников. Все фактические данные, приведенные в реферате, должны содержать должным образом оформленные ссылки на соответствующий источник.

3.4. Примерный перечень заданий в тестовой форме для промежуточного и итогового контроля знаний

1. Информация по стадии образования разделяется на

- | | |
|--------------|----------------|
| 1. числовую | 4. графическую |
| 2. первичную | 5. буквенную |
| 3. вторичную | 6. словесную |

2. Требования, предъявляемые к первичной метеорологической информации

3. Ошибки в гидрометеорологических данных по происхождению делятся на

- | | |
|----------------------------|----------------------|
| 1. погрешность градуировки | 4. аппаратная |
| 2. аддитивная | 5. методическая |
| 3. статическая | 6. мультипликативная |

4. Основные синоптические сроки

- | | |
|----------|----------|
| 1. 00 ч | 4. 21 ч. |
| 2. 06 ч. | 5. 18 ч. |
| 3. 12 ч. | 6. 09 ч. |

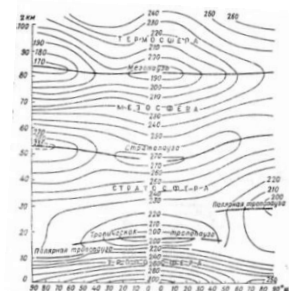
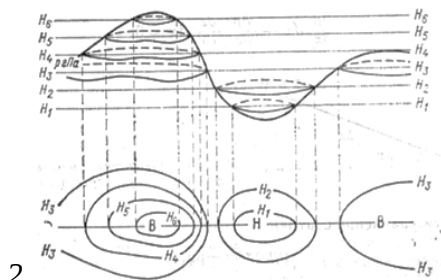
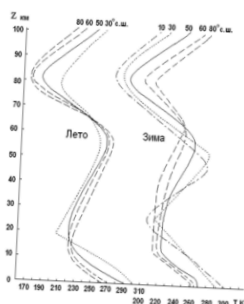
5. Гидрометеорологическая информация – это _____

6. Оперативная гидрометеорологическая информация _____

7. Мировые гидрометеорологические центры

- | | |
|--------------|--------------|
| 1. Москва | 4. Хельсинки |
| 2. Осло | 5. Мельбурн |
| 3. Вашингтон | 6. Токио |

8. Способы предоставления метеорологической информации (установить соответствие)



- | | | |
|--|----|----|
| 1. | 2. | 3. |
| 4. «температура по району ночью 6—11, днем 12—17 градусов», «временами дождь», | | |
| 5. 41322 82211 10197 20183 40034 56013 78122 88900. | | |
| А. Словесная форма | | |
| Б. Табличная (закодированная). | | |
| В. Пространственный вертикальный разрез (графическая форма) | | |
| Г. Ввертикальный профиль | | |
| Д. Карта барической топографии | | |

9. Основные этапы прохождения информации в центрах обработки (установить последовательность)

- | | |
|------------------------------------|----------------------------|
| 1. занесение на машинные носители, | 6. преобразование, |
| 2. обработка, | 7. регистрация наблюдений, |

3. контроль,
- 8.передача в центры обработки.
4. вывод результатов на хранение и для использования,
5. ввод в ЭВМ,

10.Группы методов контроля гидрометеорологической информации:

- 1.
- 2.

11.Виды продукции оперативной гидрометеорологической системы_____

12. Этапы автоматизированной обработки (первичная обработка) режимной гидрометеорологической информации (установить последовательность)

1. уплотнение информации и запись ее на долговременный технический носитель,
2. ввод информации и запись ее на технический носитель,
3. печать месячных (квартальных) итоговых таблиц,
4. обработка: расчет средних, экстремальных и других характеристик,
5. исправление обнаруженных ошибок,
6. ввод паспортных данных и параметров контроля,
7. раскодирование и автоматический контроль информации.

13. Метеорологические прогнозы по продолжительности действия

- 1.
- 2.....

14. Специализированные прогнозы по степени утверждения достоверности

1. методические,
2. вероятностные,
3. категорические,
4. специализированные,
5. инерционные.

15. Потребители гидрометеорологической информации с учетом характера воздействия погодных условий на проводимые хозяйственные мероприятия

- 1.локальные
- 2.стационарные
- 3.обширные
- 4.протяженные
- 5.подвижные

16. Метеорологическое обеспечение общего назначения предусматривает_____

17.Виды специализированного гидрометеорологического обеспечения_____

18.Предотвращенные потери L_p

- 1.максимальные потери (убытки), вызванные опасным явлением или неблагоприятным условием погоды;
- 2.часть максимально возможных потерь, которую не удастся предотвратить, несмотря на принимаемые меры защиты;
- 3.часть возможных потерь, которые удастся предотвратить благодаря успешным прогнозам и заблаговременно принятым мерам защиты;
- 4.убытки, которые невозможно предотвратить.

19.Чувствительность потребителя к метеорологическим условиям – это_____

20.Обобщенная чувствительность всех отраслей к заданному виду метеорологических условий выражается формулой

1.
$$\gamma = \frac{\sum_{j=1}^m a_{ij}}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m a_{ij}}$$
2.
$$\gamma = \frac{L^* H}{N^*}$$
3.
$$L_H = A \varepsilon L \frac{I}{C} \frac{\mu}{\tau}$$
4.
$$\varepsilon = \frac{1}{A} \frac{L_H}{L} \frac{C \tau}{I \mu}$$

21. К опасным для электроэнергетики явлениям погоды относятся

1. гроза любой интенсивности;
2. дожди интенсивностью 50 мм/12 ч и более, ливни интенсивностью 30 мм/ч;
3. град;
4. заморозки в конце лета;
5. отложения гололеда на ЛЭП толщиной 20 мм и более, мокрого снега или сложного отложения льда толщиной 35 мм и более;
6. резкие изменения температуры воздуха (10 °С в сутки и более).

22. Формы метеорологического обеспечения сельского хозяйства

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.

23. Специфика работы речного транспорта

- | | |
|---|--|
| 1. относительно малые путевые скорости; | 4. работы на открытом воздухе; |
| 2. достаточная маневренность; | 5. низкая маневренность; |
| 3. сезонный характер работ; | 6. осуществление работ в условиях наиболее высокого риска метеорологической опасности. |

24. «Пляска проводов» возникает

1. когда на проводах наблюдается односторонний гололед малых и средних размеров при ветре 15- 20 м/с и температуре воздуха 0-5 °С;
2. при скорости ветра 15 м/с;
3. при грозах;
4. при температуре -30 °С и ниже;
5. при переходе температуры через 0 °С в сторону отрицательных значений.

25. К аномальному типу метеорологических условий, при котором могут отмечаться значительные концентрации примесей в атмосфере, относятся

- | | |
|--------------------------|----------------------------|
| 1. туман; | 4. приземная инверсия; |
| 2. штиль; | 5. опасная скорость ветра. |
| 3. приподнятая инверсия; | |

26. При каком сочетании неблагоприятных метеорологических условий образуется смог _____

27. Обобщенным показателем загрязнения воздуха является параметр (формула) _____

28. Климатические показатели, используемые в сельском хозяйстве

- | | |
|--|--|
| 1. $KУ = \frac{\sum_{i=1}^n P_i}{\sum_{i=1}^m d_i}$; | 4. ГСОП = $(t_{п} - t_{от})\tau_{от}$; |
| 2. $БКП = K_p \frac{\sum_{i=1}^n t_{акт,i}}{\sum_{i=1}^n t^*_{акт,i}}$; | 5. $h = C\sqrt{\sum t } + 2$; |
| 3. $B = (1 - 0,04t)(1 + 0,272v)$; | 6. $УКЕ = \frac{балл}{\sum_{i=1}^n балл} 1000$. |

29. Гидрометеорологическая служба в Беларуси образована в

- 1.1930 г.;
- 2.1924 г.;
- 3.1999 г.;
- 4.1931 г.

30. Очень сильный дождь

1. значения количества атмосферных осадков не менее 30 мм за период не более одного часа;
2. значения количества атмосферных осадков не менее 100 мм за период более 12 часов, но менее 48 часов;
3. значения количества атмосферных осадков не менее 50 мм за период не более 12 часов.

4. ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ

4.1. Рекомендуемая литература

Перечень основной литературы

1. Логинов, В.Ф. Изменение климата Беларуси: причины, последствия, возможности регулирования // В.Ф. Логинов, С.А. Лысенко, В.И. Мельник – Минск: УП «Энциклопедикс», 2020. – 218 с.
2. Логинов, В. Ф. Современные изменения глобального и регионального климата / В. Ф. Логинов, С. А. Лысенко; Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т природопользования. – Минск : Беларуская навука, 2019. - 315 с.
3. Экономическая метеорология: электронный учебно-методический комплекс для специальности: 7-06-0532-02 «Гидрометеорология» / Ю. А. Гледко, В. М. Лаппо ; БГУ, Фак. географии и геоинформатики ; Каф. общего землеведения и гидрометеорологии. – Минск: БГУ, 2023. – 153 с.: ил. – Библиогр.: с. 150–153. Режим доступа: <https://elib.bsu.by/handle/123456789/298278>

Перечень дополнительной литературы

4. Гледко, Ю.А. Обеспечение потребителей гидрометеорологической информацией [Электронный ресурс]: пособие / Ю.А. Гледко. – Минск: БГУ, 2017. – 1 электронный оптический диск.
5. Гледко, Ю. А. Оценка интенсивности воздействия опасных гидрометеорологических явлений на социально-экономическую систему Беларуси / Ю. А. Гледко, М. В. Медведько // Журнал Белорусского государственного университета. География. Геология. – 2. – С. 99-116. <https://doi.org/10.33581/2521-6740-2022-2-99-116>.
6. Бедрицкий А.И. Экономическая полезность гидрометеорологического обеспечения/А.И. Бедрицкий, Л.А. Хандожко//Бюлл. ВМО. – 2001. – Т.50. - №3. – С. 266-271.
7. Воробьев В.И. Синоптическая метеорология. Учебник. /В.И. Воробьев. – Л., 1991. – 616 с.
8. Воробьев В.И. Основные понятия синоптической метеорологии / В.И. Воробьев. - М.: РГГМУ, 2003. - 48 с.
9. Герменчук М.Г. Оценки экономической эффективности обслуживания гидрометеорологической информацией отраслей экономики в республике / М. Г. Герменчук, В.И. Мельник// Природные ресурсы. – 2007. - № 3. - С. 95-97.
10. Гледко, Ю.А. Использование климатической информации для обоснования развития ветроэнергетики Могилевской области/ Ю.А. Гледко, А. В. Косенко // Сахаровские чтения 2019года: экологические проблемы XXI века: материалы 19-ой Международной научной конференции, 23-24 мая, 2019 г., г. Минск, Республика Беларусь: в 3 ч. / Междунар. гос. экол. ин-т им. А. Д. Сахарова Бел.гос. ун-та; редкол.: А.

- Н. Батян [и др.]; под ред. д-ра ф.-м. н., проф. С. А. Маскевича, д-ра с.-х. н., проф. С. С. Позняка. – Минск: ИВЦ Минфина, 2019 – Ч. 3 – С. 119-123.
11. Гледко Ю. А., Чернякова И. М. К вопросу оптимального построения сети гидрометеорологических наблюдений Республики Беларусь// Материалы I Белорусского географического конгресса: к 90-летию факультета географии и геоинформатики Белорусского государственного университета и 70-летию Белорусского географического общества, Минск, 8–13 апр. 2024 г. [Электронный ресурс]. В 7 ч. Ч. 1. Современные проблемы гидрометеорологии / Белорус. гос. ун-т ; редкол.: Е. Г. Кольмакова (гл. ред.) [и др.]. – Минск: БГУ, 2024. – С. 112-117.
12. Гледко, Ю.А. Особенности прогнозирования грозových явлений на территории Беларуси // Ю. А. Гледко, Я.А. Соколовская //Проблемы гидрометеорологического обеспечения хозяйственной деятельности в условиях изменяющегося климата: материалы Междунар. науч. конф., Минск, 5-8 мая 2015 г./редкол.: П.С. Лопух (отв. ред.) [и др.]; Белорус. гос. ун-т. - Минск: Изд. центр БГУ, 2015. - С. 243-245.
13. Гледко Ю.А., Небышинец А.М. Понятие о климатической уязвимости: методика расчёта, географическое распределение / Ю.А. Гледко, А.М. Небышинец // География. – 2025. - № 1.
14. Гледко, Ю.А. Региональное распределение ущерба последствий опасных метеорологических явлений на территории Беларуси/Ю.А. Гледко, А.Г. Гончар// Актуальные научно-технические и экологические проблемы сохранения среды обитания: научные статьи Международн. науч.-практ. конф., Брест 23–25 апр. 2014 г.: в 4-х частях / УО «Брестск. гос. техн. ун-т»; под ред. А.А. Волчека [и др.]. – Брест, 2014. – Ч.II. – С. 107-112.
15. Гледко, Ю.А. Теория и практика преподавания дисциплины "Обеспечение потребителей гидрометеорологической информацией" на географическом факультете БГУ //Ю.А. Гледко //Проблемы гидрометеорологического обеспечения хозяйственной деятельности в условиях изменяющегося климата: материалы Междунар. науч. конф., Минск, 5-8 мая 2015 г./редкол.: П.С. Лопух (отв. ред.) [и др.]; Белорус. гос. ун-т. - Минск: Изд. центр БГУ, 2015. - С. 307-310.
16. Гледко Ю.А., Чернякова И.М., Томашевич А.В. К вопросу обеспечения гидрометеорологической информацией различных видов экономической деятельности в Республике Беларусь// Фундаментальные и прикладные исследования в гидрометеорологии [Электронный ресурс]: материалы междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 50-летию кафедры общего землеведения и гидрометеорологии Белорус. гос. ун-та, Минск, 11–13 октября 2023 г. / Белорус. гос. ун-т ; под общ. ред. П. С. Лопуха ; редкол.: П. С. Лопух (гл. ред.) [и др.]. – Минск : БГУ, 2023. – С. 624-629.
17. Гледко Ю.А. Опыт реализации принципов практико-ориентированного обучения при подготовке специалистов гидрометеорологов в Белорусском государственном университете / Ю.А. Гледко, В.М. Лаппо // Тренды современной географии и географического

образования: материалы IV Международной научно-практической конференции [20-21 апреля 2023 г., г. Курск]. / Курский государственный университет; [отв. ред.: И.А. Гонеев, И.Е. Требушкова]. – Курск: КГУ, 2023 – С. 77-85.

18. Емелина, С. В. Прогноз погодных условий, неблагоприятных для населения с сердечно-сосудистыми и аллергическими заболеваниями [Текст]: диссертация на соискание уч. степени канд. геогр. наук / Науч. рук-ль Рубинштейн К.Г. ; ФГБУ "Гидрометцентр России". - М., 2019. - 122 л.
19. Калинин, Н. А. Региональная модель расчета показателей экономической эффективности использования метеорологической информации в дорожном хозяйстве [Текст] : монография / Т.А.Загребина, О.Ю.Булгакова; Пермский гос. нац. исследовательский ун-т. - Пермь : [б. и.], 2012. - 156 с
20. Киктев, Д. Б. Науकाстиг метеорологических параметров и опасных явлений: опыт реализации и перспективы развития [Текст] / Д. Б. Киктев, А. В. Муравьев, А. В. Смирнов // Гидрометеорологические исследования и прогнозы. - 2019.-№4(374). - С. 92-111.
21. Клещенко А.Д. Использование спутниковой информации в динамических моделях прогнозирования урожайности сельскохозяйственных культур/ А.Д. Клещенко, Т.А. Гончарова, Т.А. Найдина// Метеорология и гидрология. - 2012. - № 4. - С. 90-99.
22. Коршунов А.А. Об организации обслуживания потребителей данными об опасных гидрометеорологических явлениях и неблагоприятных условиях погоды / А.А. Коршунов, В.М. Шаймарданов, М.З. Шаймарданов // Ученые записки РГГМУ. - 2017.- № 46. - С. 100–110
23. Коршунов, А.А. Система накопления и обработки данных об опасных гидрометеорологических явлениях в России / А.А. Коршунов, В.М. Шаймарданов, М.З. Шаймарданов // Метеорология и гидрология.- №3.- 2019.- С. 86–92
24. Лаппо В.М. Географические закономерности распределения метеорологических параметров в целях обеспечения безопасной эксплуатации автомобильных дорог Беларуси / В.М. Лаппо, Ю.А. Гледко, И.М. Чернякова // География - №2(189). – 2024. – С. 3-15.
25. Логинов, В.Ф. Глобальные и региональные изменения климата: доказательная база и международные соглашения по защите климата / В.Ф. Логинов. - Минск, 2018 - 102 с.
26. Логинов В.Ф. Глобальные и региональные изменения климата: причины и следствия./В.Ф. Логинов. – Мн., 2008. – 496 с.
27. Логинов В.Ф. Управление гидрометеорологическими данными: Учеб. Пособие для студ. геогр. фак. /В.Ф. Логинов. – Мн., 2002. – 174 с.
28. Моргунов В.К. Основы метеорологии, климатологии. Метеорологические приборы и методы наблюдений: Учебник/В.К. Моргунов. – Ростов/Д., 2005. – 331 с.

29. Неблагоприятные явления погоды и их влияние на различные отрасли экономики и населения. – Мн., 2006. – 61 с.
30. Оганесян, В.В. Климатические изменения как факторы риска для экономики России / В.В. Оганесян // Гидрометеорологические исследования и прогнозы. - 2019. - № 3 (373). - С. 161-184.
31. Оганесян В.В. Методика расчета климатической уязвимости территории на основе безразмерных климатических индексов // Труды Гидрометцентра России. - № 366. - 2017. - С. 158-165.
32. Оганесян, В. В. Расчет потенциального финансового ущерба от опасных и неблагоприятных метеорологических явлений на территории Российской Федерации в 1987-2017 гг. [Текст] / В. В. Оганесян, А. М. Стерин // Метеорология и гидрология. – 2019. – №12. – С. 97-108.
33. Оценка изменения климатических воздействий на экономическое развитие территории российской Арктики в XXI веке [Текст] / Е.И. Хлебникова, В.М. Катцов, А.А.Пикалева, И.М. Школьник // Метеорология и гидрология. - 2018.-№ 6. - С. 5-19.
34. Опыт метеорологического обеспечения крупных спортивных мероприятий в Российской Федерации в 2010-2019 гг. [Текст] / В.И. Лукьянов, Т.Г. Дмитриева, Е.В. Васильев, Г.А. Заимских // Гидрометеорологические исследования и прогнозы. - 2019.-№4(374). - С. 286-309.
35. Русакова Т.И. О создании новой технологии оперативного агрометеорологического обеспечения агропромышленного комплекса России/Т.И. Русакова// Метеорология и климатология. - 2004. - № 12. - С. 82-89.
36. Рыбанова А.Ю. Анализ экономического эффекта информационной деятельности гидрометеорологической службы. Всероссийская научно-практическая конференция «Современные проблемы гидрометеорологии и устойчивого развития Российской Федерации». 14–15 марта 2019 года. Сборник тезисов докладов / А.Ю. Рыбанова, А.А. Фокичева, Л.Н. Воробьева, А.А. Коршунов // Ученые записки РГГМУ, 2019. - С. 144.
37. Хандожко Л.А. Практикум по экономике гидрометеорологического обеспечения народного хозяйства/Л.А. Хандожко. – СПб., 1993. – 311 с.
38. Хандожко Л.А. Выбор оптимального погодо-хозяйственного решения на основе прогноза опасных гидрометеорологических условий / Л.А. Хандожко, А.А. Коршунов, А.А. Фокичева//Метеорология и гидрология. – 2003. - № 1. – С. 5-17.
39. Хандожко, Л.А. Экономическая метеорология. Учебник. /Л.А. Хандожко. – СПб, 2005. – 489 с.
40. Хромов С.П. Метеорология и климатология/С.П. Хромов, М.А. Петросянц.– М., 2006. – 582 с.
41. Шавель, А. Н. География Беларуси. Социально-экономическая : электронный учебно-методический комплекс для специальностей: 1-31 02 01 «География (по направлениям)», направления специальности: 1-31 02 01-02 «География (научнопедагогическая деятельность)», 1-31 02 01-

05 «География (геодемография)», 1-33 01 02 «Геоэкология»; 1-56 02 02 «Геоинформационные системы (по направлениям)», направления специальности: 1-56 02 02-01 «Геоинформационные системы (земельно-кадастровые)», 1-56 02 02-02 «Геоинформационные системы (специальные)» / А. Н. Шавель ; БГУ, Фак. географии и геоинформатики, Каф. экономической и социальной географии. – Минск : БГУ, 2021. – 205 с. : ил., табл. – Библиогр.: с. 195–199.

42. Шаститко, А.Е. Концептуальные подходы к моделированию результатов гидрометеорологического обеспечения экономической деятельности. / А.Е. Шаститко, С.М. Плаксин // М., БЭА, 2009. - 87 с.

4.2. Электронные ресурсы

43. Методический кабинет Гидрометцентра России [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://method.meteorf.ru/>. – Дата доступа: 14.02.2025.
44. Библиотека Гидрометцентра России [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://lib-hmc.meteocom.ru/fond.html>. – Дата доступа: 14.02.2025.
45. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение дополнительного профессионального образования «Институт повышения квалификации руководящих работников и специалистов» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ipk.meteorf.ru/>. – Дата доступа: 14.02.2025.
46. ФГБУ "Авиаметтелеком Росгидромета"[Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.aviamettelecom.ru/index.php?id_top=117. – Дата доступа: 14.02.2025.
47. Белгидромет [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://belgidromet.by/ru/>. – Дата доступа: 04.01.2025.
48. Всемирная метеорологическая организация [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://public.wmo.int/ru>. – Дата доступа: 04.01.2025.
49. Всероссийский научно-исследовательский институт гидрометеорологической информации – Мировой центр данных (ВНИИГМИ-МЦД) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://meteo.ru/about/general-information>. – Дата доступа: 04.01.2025.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

ХАРАКТЕРИСТИКИ МЕТЕОСТАНЦИЙ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Таблица 1.1 – Характеристики метеостанций Брестской области

№	Станции	Наблюдения	Программный продукт (АМИИС)	Вид наблюдений
1	Барановичи	круглосуточные, с участием техников-метеорологов, с помощью АМИИС	Vaisala	метеорологические, агрометеорологические, лаборатория экологического мониторинга
2	Брест	круглосуточные, с участием техников-метеорологов, с помощью АМИИС	Vaisala	метеорологические, агрометеорологические, актинометрические, аэрологические, гидрологические (за испарением)
3	Высокое	круглосуточные, с участием техников-метеорологов, с помощью АМИИС	Пеленг	метеорологические, агрометеорологические
4	Ганцевичи	круглосуточные, без штата техников-метеорологов в ночное время, с помощью АМИИС	Vaisala	метеорологические, агрометеорологические
5	Дрогичин	круглосуточные, с участием техников-метеорологов в 2 срока (утренний и вечерний), с помощью АМИИС	Vaisala	метеорологические, агрометеорологические
6	Ивацевичи	круглосуточные, без штата техников-метеорологов в ночное время, с помощью АМИИС	Vaisala	метеорологические, агрометеорологические
7	Пинск	круглосуточные, с участием техников-метеорологов, с помощью АМИИС	Vaisala	метеорологические, агрометеорологические
8	Полесская	круглосуточные, с участием техников-метеорологов, с помощью АМИИС	Vaisala	метеорологические, агрометеорологические, актинометрические, теплобалансовые, гидрологические (за испарением)

Продолжение таблицы 1.1.

9	Пружаны	круглосуточные, без штата техников-метеорологов в ночное время, с помощью АМИИС	Пеленг	метеорологические, агрометеорологические
---	---------	---	--------	--

Таблица 1.2 – Характеристики метеостанций Витебской области

№	Станции	Наблюдения	Программы и продукт (АМИИС)	Вид наблюдений
1	Березинский заповедник	круглосуточные, с участием техников-метеорологов, с помощью АМИИС	Vaisala	метеорологические, актинометрические, мониторинг окружающей среды
2	Верхнедвинск	круглосуточные, с участием техников-метеорологов, с помощью АМИИС	Vaisala	метеорологические, агрометеорологические
3	Витебск	круглосуточные, с участием техников-метеорологов, с помощью АМИИС	Vaisala	метеорологические
4	Докшицы	круглосуточные, без штата техников-метеорологов в ночное время, с помощью АМИИС	Vaisala	метеорологические, агрометеорологические
5	Езерище	круглосуточные, с участием техников-метеорологов в 2 срока (утренний и вечерний), с помощью АМИИС	Vaisala	метеорологические
6	Лепель	круглосуточные, с участием техников-метеорологов в 2 срока (утренний и вечерний), с помощью АМИИС	Пеленг	метеорологические, агрометеорологические
7	Лынтупы	круглосуточные, с участием техников-метеорологов, с помощью АМИИС	Пеленг	метеорологические, агрометеорологические

Продолжение таблицы 1.2.

8	Орша	круглосуточные, с участием техников-метеорологов, с помощью АМИИС	Пеленг	метеорологические, агрометеорологические
9	Полоцк	круглосуточные, с участием техников-метеорологов, с помощью АМИИС	Пеленг	метеорологические, агрометеорологические
10	Россоны	круглосуточные, без штата техников-метеорологов, с помощью АМИИС	Vaisala	метеорологические
11	Сенно	круглосуточные, с участием техников-метеорологов в 2 срока (утренний и вечерний), с помощью АМИИС	Vaisala	метеорологические, агрометеорологические
12	Шарковщина	круглосуточные, с участием техников-метеорологов, с помощью АМИИС	Vaisala	метеорологические, агрометеорологические, актинометрические, гидрологические (за испарением)

Таблица 1.3 – Характеристики метеостанций Минской области

№	Станции	Наблюдения	Программный продукт (АМИИС)	Вид наблюдений
1	Березино	круглосуточные, с участием техников-метеорологов, с помощью АМИИС	Vaisala	метеорологические, агрометеорологические
2	Борисов	круглосуточные, с участием техников-метеорологов, с помощью АМИИС	Vaisala	метеорологические, агрометеорологические
3	Вилейка	круглосуточные, без штата техников-метеорологов в ночное время, с помощью АМИИС	Vaisala	метеорологические, агрометеорологические, гидрологические (за испарением)
4	Воложин	круглосуточные, с участием техников-метеорологов, с помощью АМИИС	Vaisala	метеорологические, агрометеорологические

Продолжение таблицы 1.3.

5	Марьино Горка	круглосуточные, с участием техников-метеорологов, с помощью АМИИС	Vaisala	метеорологические, агрометеорологические, актинометрические
6	Уручье, Минск	круглосуточные, с участием техников-метеорологов, с помощью АМИИС	Пеленг	метеорологические, актинометрические, аэрологические, гидрологические (за испарением)
7	Независимости, Минск	круглосуточные, без штата техников-метеорологов, с помощью АМИИС	Vaisala	метеорологические
8	Нарочь	круглосуточные, с участием техников-метеорологов, с помощью АМИИС	Vaisala	метеорологические, гидрологические
9	Плещеницы	круглосуточные, без штата техников-метеорологов, с помощью АМИИС	Vaisala	метеорологические
10	Слуцк	круглосуточные, с участием техников-метеорологов, с помощью АМИИС	Vaisala	метеорологические, агрометеорологические
11	Столбцы	круглосуточные, без штата техников-метеорологов в ночное время, с помощью АМИИС	Vaisala	метеорологические, агрометеорологические
12	Самохваловичи	круглосуточные, с участием техников-метеорологов в 2 срока (утренний и вечерний), с помощью АМИИС	Vaisala	метеорологические, агрометеорологические
13	Солигорск	круглосуточные, без штата техников-метеорологов, с помощью АМИИС	Vaisala	метеорологические

Таблица 1.4 – Характеристики метеостанций Могилевской области

№	Станции	Наблюдения	Програмный продукт (АМИИС)	Вид наблюдений
1	Бобруйск	круглосуточные, с участием техников-метеорологов, с помощью АМИИС	Vaisala	метеорологические, агрометеорологические
2	Большой Межник	круглосуточные, без штата техников-метеорологов, с помощью АМИИС	Vaisala	метеорологические

Продолжение таблицы 1.4.

3	Горки	круглосуточные, с участием техников-метеорологов, с помощью АМИИС	Vaisala	метеорологические, агрометеорологические, актинометрические, гидрологические (за испарением)
4	Кличев	круглосуточные, с участием техников-метеорологов, с помощью АМИИС	Vaisala	метеорологические, агрометеорологические
5	Костюковичи	круглосуточные, с участием техников-метеорологов, с помощью АМИИС	Vaisala	метеорологические, агрометеорологические
6	Могилев	круглосуточные, с участием техников-метеорологов, с помощью АМИИС	Vaisala	метеорологические, агрометеорологические
7	Мстиславль	круглосуточные, с участием техников-метеорологов, с помощью АМИИС	Vaisala	метеорологические, агрометеорологические
8	Славгород	круглосуточные, с участием техников-метеорологов, с помощью АМИИС	Vaisala	метеорологические, агрометеорологические

Таблица 1.5 – Характеристики метеостанций Гомельской области

№	Станции	Наблюдения	Програмный продукт (АМИИС)	Вид наблюдений
1	Брагин	круглосуточные, без штата техников-метеорологов в ночное время, с помощью АМИИС	Vaisala	метеорологические
2	Василевичи	круглосуточные, с участием техников-метеорологов, с помощью АМИИС	Vaisala	метеорологические, агрометеорологические, актинометрические, гидрологические (за испарением)
3	Гомель	круглосуточные, с участием техников-метеорологов, с помощью АМИИС	Vaisala	метеорологические, агрометеорологические, актинометрические, аэрологические, гидрологические (за испарением)

Продолжение таблицы 1.5.

4	Житковичи	круглосуточные, с участием техников-метеорологов, с помощью АМИИС	Пеленг	метеорологические, агрометеорологические
5	Жлобин	круглосуточные, с участием техников-метеорологов, с помощью АМИИС	Vaisala	метеорологические, агрометеорологические
6	Лельчицы	круглосуточные, без штата техников-метеорологов, с помощью АМИИС	Vaisala	метеорологические
7	Мозырь	круглосуточные, с участием техников-метеорологов, с помощью АМИИС	Vaisala	метеорологические, агрометеорологические
8	Октябрь	круглосуточные, с участием техников-метеорологов, с помощью АМИИС	Vaisala	метеорологические, агрометеорологические

Таблица 1.6– Характеристики метеостанций Гродненской области

№	Станции	Наблюдения	Програмный продукт (АМИИС)	Вид наблюдений
1	Волковыск	круглосуточные, с участием техников-метеорологов, с помощью АМИИС	Пеленг	метеорологические, агрометеорологические, актинометрические, гидрологические (за испарением)
2	Гродно	круглосуточные, без штата техников-метеорологов, с помощью АМИИС	Vaisala	метеорологические, агрометеорологические, актинометрические
3	Лида	круглосуточные, с участием техников-метеорологов, с помощью АМИИС	Vaisala	метеорологические, агрометеорологические
4	Новогрудок	круглосуточные, с участием техников-метеорологов, с помощью АМИИС	Vaisala	метеорологические, агрометеорологические
5	Ошмяны	круглосуточные, с участием техников-метеорологов, с помощью АМИИС	Vaisala	метеорологические, агрометеорологические, актинометрические

Продолжение таблицы 1.6.

6	Щучин	круглосуточные, с участием техников-метеорологов в 2 срока (утренний и вечерний), с помощью АМИИС	Пеленг	метеорологические, агрометеорологические
---	-------	---	--------	--

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

ГИДРОЛОГИЧЕСКИЕ ПОСТЫ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Таблица 2.1. – Алфавитный список действующих гидрологических постов на реках, ручьях и каналах Беларуси

Название водного объекта – пост	Куда впадает, принадлежит бассейну
Бася, р. – Хильковичи	р. Проня, р. Сож, р. Днепр
Без названия ручей – Купа	оз. Нарочь
Без названия ручей – Нарочь	оз. Нарочь
Белозерский, кан. – Горавица	кан. Днепроовско-Бугский, р. Припять
Березина, р. – Борисов	р. Днепр
Березина, р. – Березино	р. Днепр
Березина, р. – Бобруйск	р. Днепр
Березина, р. – Светлогорск	р. Днепр
Беседь, р. – Светиловичи	р. Сож, р. Днепр
Бобр, р. – Куты	р. Березина, р. Днепр
Бобрик (Бобричь), р. – Лунин	р. Припять
Бычок, кан. – Озераны	р. Ствига, р. Припять
Верхняя Брагинка, р. – Рудня Журавлёва	р. Днепр
Виля (на территории Литвы Нерис), р. – Стешицы	р. Неман
Виля (на территории Литвы Нерис), р. – Вилейка	р. Неман
Виля (на территории Литвы Нерис), р. – Михалишки	р. Неман
Виля (на территории Литвы Нерис), р. – Малые Свиранки	р. Неман
Вихра, р. – Мстиславль	р. Сож, р. Днепр
Гавья, р. – Лубинята	р. Неман
Гозовка, р. – Гоза	р. Виля
Горынь, р. – Малые Викоровичи	р. Припять
Дисна (Дисенка), р. – Шарковщина	р. Западная Двина
Днепр, р. – Орша	Черное море
Днепр, р. – Могилев	Черное море
Днепр, р. – Жлобин	Черное море
Днепр, р. – Речица	Черное море
Днепр, р. – Лоев	Черное море
Добысна, р. – Малевичская Рудня	р. Днепр

Название водного объекта – пост	Куда впадает, принадлежит бассейну
Друть, р. – Городище	р. Днепр
Друть, р. – Чигиринская ГЭС	р. Днепр
Дрыса, р. – Дерновичи	р. Западная Двина
Западная Двина, р. – Сураж	Рижский залив, Балтийское море
Западная Двина, р. – Витебск	Рижский залив, Балтийское море
Западная Двина, р. – Улла	Рижский залив, Балтийское море
Западная Двина, р. – Полоцк	Рижский залив, Балтийское море
Западная Двина, р. – Верхнедвинск	Рижский залив, Балтийское море
Западный Буг (на территории Польши Буг), р. – Новоселки	р. Висла, Гданьский залив, Балтийское море
Ивня-Бонда, кан. – Будка	р. Ведрич, р. Днепр
Ипуть, р. – Добруш	р. Сож, р. Днепр
Копаяювка, р. – Черск	р. Западный Буг
Котра, р. – Сахкомбинат	р. Неман
Кривинка (Кривина, Нижняя Кривинка), р. – Добригоры	р. Западная Двина
Лань, р. – Мокрово	р. Припять
Лесная, р. – Каменец	р. Западный Буг
Лесная, р. – Тюхиничи	р. Западный Буг
Малорыта (Малорита), р. – Малорита	р. Рыта, р. Мухавец, р. Западный Буг
Меречанка, р. – Красеево	р. Ясельда, р. Припять
Мухавец, р. – Брест	р. Западный Буг
Нарев, р. – Немержа	р. Западный Буг
Нарочь, р. – Нарочь	р. Виля, р. Неман
Нача, р. – Нача	р. Западная Двина
Неман (на территории Литвы Нямунас), р. – Столбцы	Куршский залив, Балтийское море
Неман (на территории Литвы Нямунас), р. – Белица	Куршский залив, Балтийское море
Неман (на территории Литвы Нямунас), р. – Мосты	Куршский залив, Балтийское море
Неман (на территории Литвы Нямунас), р. – Гродно	Куршский залив, Балтийское море
Неслуха, р. – Рудск	р. Пина, р. Припять
Оболь, р. – Оболь	р. Западная Двина
Ольшанка, р. – Богданово	р. Березина, р. Неман

Название водного объекта – пост	Куда впадает, принадлежит бассейну
Оресса (Оросса, Ореса), р. – Андреевка	р. Птичь, р. Припять
Ореховский, кан. – Меленково	кан. Днепро-Бугский, соединяет р. Западный Буг и р. Припять
Остер (Остр), р. – Ходунь	р. Сож, р. Днепр
Ошмянка, р. – Большие Яцыны	р. Виля, р. Неман
Пина, р. – Дубой	р. Припять
Пина, р. (обводной канал) – Дубой	р. Припять
Пина, р. – Пинск	р. Припять
Полота, р. – Янково	р. Западная Двина
Полпе, р. – Маркуны	р. Виля
Припять, р. – Пинск (мост Любанский)	р. Днепр
Припять, р. – Качановичи (верхний бьеф)	р. Днепр
Припять, р. – Качановичи (нижний бьеф)	р. Днепр
Припять, р. – Черничи	р. Днепр
Припять, р. – Петриков	р. Днепр
Припять, р. – Мозырь	р. Днепр
Припять, р. – Наровля	р. Днепр
Проня, р. – Летяги	р. Сож, р. Днепр
Птичь, р. – Дараганово	р. Припять
Птичь, р. – Першая Слободка (Лучицы)	р. Припять
Пульва, р. – Высокое	р. Западный Буг
Россь, р. – Студенец	р. Неман
Рыта, р. – Малые Радваничи	р. Мухавец, р. Западный Буг
Свислочь, р. – Диневичи	р. Неман
Свислочь, р. – Хмелевка	р. Березина, р. Днепр
Свислочь, р. – Заславский гидроузел	р. Березина, р. Днепр
Свислочь, р. – Королищевичи	р. Березина, р. Днепр
Свислочь, р. – Теребуты	р. Березина, р. Днепр
Случь, р. – Клепчаны	р. Припять
Случь, р. – Ленин	р. Припять
Сож, р. – Кричев	р. Днепр
Сож, р. – Славгород	р. Днепр
Сож, р. – Гомель	р. Днепр

Название водного объекта – пост	Куда впадает, принадлежит бассейну
Ствига, р. – Коротичи	р. Припять
Страча, р. – Ольховка	р. Виля
Стыр, р. – Лопатино	р. Припять
Сушанка, р. – Суша	р. Оlsa, р. Березина, р. Днепр
Уборть, р. – Краснобережье	р. Припять
Уза, р. – Прибор	р. Сож, р. Днепр
Узлянка, р. – Узла	р. Нарочь, р. Виля, р. Неман
Улла (Ульянка), р. – Бочейково	р. Западная Двина
Усвяча, р. – Новоселки	р. Западная Двина
Цна, р. – Дятловичи	р. Припять
Щара, р. – Слоним	р. Неман
Ясельда (Ясольда), р. – Береза	р. Припять
Ясельда (Ясольда), р. – Сенин	р. Припять

Таблица 2.2 – Алфавитный список действующих гидрологических постов на озерах и водохранилищах Беларуси

Озеро (водохранилище) – створ
Вилейское, вдхр. – Вилейка
Выгонощанское (Выгоновское), оз. – Выгонощи
Дривяты, оз. – Браслав
Заславское (Гонолес, Минское море), вдхр. – Заславский гидроузел
Красная Слобода (Краснослободское), вдхр. – Новый Рожан
Лукомское (Лукомль), оз. – Новолукомль
Нарочь, оз. – Нарочь
Солигорское, вдхр. – Солигорск
Червоное, оз. – Пуховичи
Чигиринское, вдхр. – ГЭС Чигиринская