

Руководство по применению стандартов образования и подготовки кадров в области метеорологии и гидрологии

Том I — Метеорология

Издание 2015 г.

ПОГОДА КЛИМАТ ВОДА



ВСЕМИРНАЯ
МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКАЯ
ОРГАНИЗАЦИЯ

ВМО-№ 1083

Руководство по применению стандартов образования и подготовки кадров в области метеорологии и гидрологии

Том I — Метеорология

Издание 2015 г.



ВСЕМИРНАЯ
МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКАЯ
ОРГАНИЗАЦИЯ

ВМО-№ 1083

РЕДАКТОРСКОЕ ПРИМЕЧАНИЕ

Терминологическая база данных ВМО МЕТЕОТЕРМ размещена по адресу: http://www.wmo.int/pages/prog/lsp/meteoterm_wmo_ru.html. Сокращения см. также по адресу: http://www.wmo.int/pages/themes/acronyms/index_ru.html.

Читатели, копирующие гиперссылки путем выделения их в тексте, должны знать, что появятся дополнительные пробелы, непосредственно следующие за [http://](#), [https://](#), [ftp://](#), [mailto:](#), а также за наклонными чертами (/), дефисами (-) и неразрывными последовательностями символов (букв и цифр). Эти пробелы должны быть удалены из вставленного URL. Правильный URL отображается на экране, если навести курсор на ссылку или если нажать на ссылку и затем скопировать ее из браузера.

ВМО-№ 1083

© Всемирная метеорологическая организация, 2015

Право на опубликование в печатной, электронной или какой-либо иной форме на каком-либо языке сохраняется за ВМО. Небольшие выдержки из публикаций ВМО могут воспроизводиться без разрешения при условии четкого указания источника в полном объеме. Корреспонденцию редакционного характера и запросы в отношении частичного или полного опубликования, воспроизведения или перевода настоящей публикации следует направлять по адресу:

Chairperson, Publications Board
World Meteorological Organization (WMO)
7 bis, avenue de la Paix
P.O. Box 2300
CH-1211 Geneva 2, Switzerland

Тел.: +41 (0) 22 730 84 03
Факс: +41 (0) 22 730 80 40
Э-почта: publications@wmo.int

ISBN 978-92-63-41083-2

ПРИМЕЧАНИЕ

Обозначения, употребляемые в публикациях ВМО, а также изложение материала в настоящей публикации не означают выражения со стороны ВМО какого бы то ни было мнения в отношении правового статуса какой-либо страны, территории, города или района, или их властей, а также в отношении делимитации их границ.

Упоминание отдельных компаний или какой-либо продукции не означает, что они одобрены или рекомендованы ВМО и что им отдается предпочтение перед другими аналогичными, но не упомянутыми или не прорекламированными компаниями или продукцией.

СОДЕРЖАНИЕ

	<i>Стр.</i>
ПРЕДИСЛОВИЕ.....	vii
ЧАСТЬ I. КЛАССИФИКАЦИЯ ПЕРСОНАЛА, РАЗРАБОТАННАЯ ВМО.....	1
1. Введение	1
2. Справочная информация	2
2.1 Исходные положения	2
2.2 Факторы, вызывающие необходимость изменений	3
3. Классификация метеорологического персонала	3
3.1 Цель классификации	3
3.2 Категории персонала	4
3.3 Компоненты пакета обязательных программ для метеорологов	4
3.4 Компоненты пакета обязательных программ для техников-метеорологов ..	5
3.5 За рамками пакетов обязательных программ	5
3.6 Результаты обучения	6
4. Взаимосвязь между классификацией, квалификациями и профессиональными компетенциями	7
5. Метеорологический персонал	8
5.1 Начальная квалификация метеорологов	8
5.1.1 Университетский уровень образования в области метеорологии .	9
5.1.2 Последипломная программа обучения в области метеорологии .	10
5.1.3 Программа обучения, не предусматривающая получение диплома о высшем образовании	10
5.2 Начальная квалификация техников-метеорологов	11
6. Карьерный рост	11
6.1 Карьерные уровни для метеорологов	11
6.2 Карьерные уровни для техников-метеорологов	12
6.3 Изменение классификации в середине карьеры	12
7. Способность работать в коллективе и навыки широкого применения	12
8. Базовые предметы и атмосферные науки	13
8.1 Математика и физика	14
8.2 Дополнительные предметы	14
8.3 Основные дисциплины в области метеорологии	14
8.4 Взаимосвязь между основными дисциплинами в области метеорологии и пакетами обязательных программ	14
9. Осуществление программ	15
ЧАСТЬ II. ПАКЕТ ОБЯЗАТЕЛЬНЫХ ПРОГРАММ ДЛЯ МЕТЕОРОЛОГОВ	16
1. Введение	16
2. Основополагающие темы по математике и физике и дополнительные предметы .	16
2.1 Математика	17
2.2 Физика	17
2.3 Дополнительные предметы	18
3. Тематические разделы наук об атмосфере	19
3.1 Физическая метеорология	20
3.1.1 Состав атмосферы, излучение и оптические явления в ней	21
3.1.2 Термодинамика и физика облаков	21
3.1.3 Метеорология пограничного слоя и микрометеорология	22
3.1.4 Традиционные наблюдения и приборное обеспечение	23
3.1.5 Дистанционное зондирование	23
3.2 Динамическая метеорология	24
3.2.1 Динамика атмосферы	24
3.2.2 Численный прогноз погоды	25
3.3 Синоптическая и мезомасштабная метеорология	26
3.3.1 Погодные системы средних широт и полярных регионов	26
3.3.2 Тропические погодные системы	27
3.3.3 Мезомасштабные погодные системы	28

	<i>Стр.</i>
3.3.4	Наблюдения за погодой, анализ и оценка погоды 29
3.3.5	Прогнозирование погоды 29
3.3.6	Предоставление обслуживания 30
3.4	Климатология 30
3.4.1	Глобальная циркуляция, климатическое разнообразие и климатическое обслуживание 31
3.4.2	Изменчивость климата и изменение климата 32
ЧАСТЬ III. ПАКЕТ ОБЯЗАТЕЛЬНЫХ ПРОГРАММ ДЛЯ ТЕХНИКОВ-МЕТЕОРОЛОГОВ. . . 33	
1.	Введение 33
2.	Основополагающие темы по математике и физике и дополнительные предметы . 33
2.1	Математика 34
2.2	Физика 34
2.3	Дополнительные предметы. 35
3.	Тематические разделы общей метеорологии. 36
3.1	Основы физической и динамической метеорологии 37
3.2	Основы синоптической и мезомасштабной метеорологии 38
3.3	Основы климатологии 39
3.4	Метеорологические приборы и методы наблюдений 40
ПРИЛОЖЕНИЕ А. КАРЬЕРНЫЕ УРОВНИ ДЛЯ МЕТЕОРОЛОГОВ И ТЕХНИКОВ-МЕТЕОРОЛОГОВ. 42	
ПРИЛОЖЕНИЕ В. ОСНОВНЫЕ ДИСЦИПЛИНЫ В ОБЛАСТИ МЕТЕОРОЛОГИИ 44	

ПРЕДИСЛОВИЕ

Настоящее Руководство первоначально было издано в качестве *Наставления по применению стандартов образования и подготовки кадров в области метеорологии и гидрологии*, которое заменило *Руководящие принципы образования и подготовки кадров в области метеорологии и оперативной гидрологии* (ВМО-№ 258) в соответствии с резолюцией 32 (Кг-XVI). На основании решения Семнадцатого Всемирного метеорологического конгресса слово «Наставление» было заменено на слово «Руководство» для приведения данной публикации в соответствие с регламентным материалом Всемирной метеорологической организации (ВМО) (см. *Сокращенный окончательный отчет с резолюциями Семнадцатого Всемирного метеорологического конгресса* (ВМО-№ 1157), общее резюме, 5.2.2), однако номер и содержание публикации остались неизменными.

Целью данной публикации является содействовать единообразному пониманию основных требований к квалификации лиц, которым в соответствии с определением ВМО может быть присвоена квалификация метеоролога или техника-метеоролога, и при этом оказать помощь национальным метеорологическим и гидрологическим службам (НМГС) в создании их соответствующих систем классификации персонала и разработке учебных программ, которые бы в полной мере соответствовали международным стандартам.

Настоящее Руководство дополняет материал, содержащийся в *Техническом регламенте* (ВМО-№ 49), том I, часть VI. Оно предназначено для содействия Членам ВМО в применении стандартов, изложенных в правилах Технического регламента ВМО. Несмотря на то, что в Руководстве воспроизводятся некоторые из материалов по стандартам, пользователям рекомендуется всегда ссылаться на *Технический регламент* для любых целей регулирования.

Наличие квалифицированного персонала имеет важнейшее значение для успешной работы всех научно-технических учреждений. Как указано в Конвенции ВМО, одной из целей Организации является поощрение деятельности по подготовке кадров в области метеорологии и других смежных областях, а также содействие координации международных аспектов этой деятельности. В связи с этим ВМО с самого начала своего образования в 1950 году вносила значительный вклад в развитие деятельности по образованию и подготовке кадров в области метеорологии, а после того как ее мандат был расширен — также и в области гидрологии.

Посредством реализации своей Программы по образованию и подготовке кадров ВМО традиционно укрепляла возможности НМГС своих Членов, и особенно НМГС развивающихся стран, где благодаря содействию развитию потенциала и людских ресурсов постепенно уменьшается разрыв между уровнями обслуживания, которое может предоставляться со стороны НМГС в развитых и развивающихся странах.

Кроме того, за последние годы, в ответ на быстро развивающиеся потребности, наряду с укреплением роли региональных учебных центров ВМО, содействием повышению квалификации преподавателей, поощрением использования новых технологий, оказанием помощи в получении стипендий, организацией учебных мероприятий и обновлением руководящих материалов, ВМО также пересмотрела классификацию метеорологического и гидрологического персонала.

В процессе разработки настоящего Руководства ВМО использовала опыт и знания, которыми щедро поделились ее Члены. Пользуясь этой возможностью, Организация выражает свою благодарность членам Группы экспертов Исполнительного совета по образованию и подготовке кадров, и особенно ее председателю г-ну Александру

Бедрицкому, который также руководил деятельностью редакционной группы данной публикации, в состав которой входили господа Роберт Риддуэй, Кристофер Вебстер, Лерой Спейд и Джефф Уилсон.

ЧАСТЬ I. КЛАССИФИКАЦИЯ ПЕРСОНАЛА, РАЗРАБОТАННАЯ ВМО

В первых разделах части I дается общее представление о классификации ВМО, касающейся персонала, работающего в области метеорологии. Следующие за ней разделы посвящены требованиям к первоначальной квалификации и последующему карьерному росту метеорологического персонала. Кроме того, приводится краткое изложение таких вопросов, как способность работать в коллективе и навыки широкого применения, а также базовые предметы, способствующие приобретению необходимых знаний в области метеорологии. И, наконец, представлены общие рекомендации по реализации необходимых учебных программ.

1. ВВЕДЕНИЕ

Не вызывает сомнения то, что метеорологический персонал может быть классифицирован различными способами, каждый из которых имеет свои конкретные достоинства и недостатки. Однако также очевидно, что ни одна система не сможет адекватно определить все категории требуемого персонала. Поэтому необходимо принять компромиссную классификацию, полностью сознавая ее недостатки и ограничения. Имея это в виду, можно разработать систему классификации, которая могла бы быть успешно использована как основа для составления учебных программ по образованию и подготовке кадров в области метеорологии.

(Руководящие принципы образования и подготовки кадров в области метеорологии и оперативной гидрологии (ВМО-№ 258), первое издание, 1969 г., с. 11)

Приведенная выше цитата все еще остается актуальной в отношении тех задач и возможностей, которые рассматриваются в настоящей публикации. Сложной задачей является обеспечение международной структуры, которая была бы достаточно гибкой для адаптации к потребностям Членов ВМО и одновременно достаточно надежной для обеспечения качества подготовки персонала, успешно проходящего курс обучения, построенного на основе этой структуры. Многие Члены Организации уже обеспечивают получение их персоналом образования и профессиональной подготовки, превышающих этот минимальный уровень, с тем чтобы удовлетворять все более строгие национальные требования в ответ на развитие технологий и потребностей пользователей.

В настоящей публикации рассматриваются два вопроса, поднятых в приведенной выше цитате, а именно: общая система классификации занятого в области метеорологии персонала и рекомендуемые квалификационные требования к персоналу в рамках каждой категории. Эта общая классификация и квалификационные требования предназначены для обеспечения соответствующей международной структуры, которую Члены ВМО могут внедрить, адаптировать для удовлетворения своих конкретных потребностей или использовать в качестве эталона для оценки своих собственных национальных схем.

По всему тексту публикации проводится четкое разграничение между классификацией персонала и профессиональными задачами, выполняемыми в рамках национальных метеорологических и гидрологических служб (НМГС). Классификация имеет отношение к квалификационным требованиям, в то время как профессиональные задачи связаны с компетенциями. Индивидуальные Члены ВМО сами отвечают за привязку конкретных профессиональных задач к различным категориям персонала.

Основное внимание в настоящей публикации уделяется первоначальному образованию и профессиональной подготовке, которые требуются персоналу для соответствия различным категориям классификации. Дополнительное образование и подготовка, необходимые для обеспечения компетенций, требующихся метеорологическому и гидрологическому персоналу для выполнения широкого круга своих общих

профессиональных задач, изложены в *Техническом регламенте* (ВМО-№ 49), том I (последний перечень систем компетенций, включая находящиеся в процессе разработки, см. по адресу: <http://www.wmo.int/pages/prog/dra/etrp/competencies.php>).

Осуществлению стандартов в области образования и подготовки кадров будет содействовать сопутствующая публикация *Руководящие указания для преподавателей в области метеорологического, гидрологического и климатического обслуживания* (ВМО-№ 1114), подготовленная Группой экспертов Исполнительного Совета по образованию и подготовке кадров. Она содержит рекомендации, касающиеся процесса образования и подготовки кадров (в том числе относительно того, как определять и оценивать результаты обучения и профессиональные компетенции), и определяет требования в отношении компетенций для инструкторов.

2. СПРАВОЧНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

В настоящем разделе представлены основные исходные положения, на которых основана данная публикация, а также разъясняется, почему необходимо постоянно контролировать и пересматривать систему классификации и соответствующие руководящие принципы.

2.1 Исходные положения

Настоящая публикация основана на следующих исходных положениях:

- a) Руководство следует рассматривать в качестве международного справочника, который должен быть, насколько это возможно, адаптируемым к национальным и локальным потребностям;
- b) ключевые требования, которые должны быть выполнены, чтобы тот или иной индивидум мог быть классифицирован в качестве техника-метеоролога или метеоролога, должны быть точно определены в рамках пакета обязательных программ для техников-метеорологов (БИП-МТ) или пакета обязательных программ для метеорологов (БИП-М). Эти требования должны быть указаны в виде реальных результатов обучения (описание того, что обучающийся, согласно ожиданиям, должен уметь делать после завершения процесса обучения как доказательство его знаний, понимания или профессиональных навыков, вместо указания содержания курсов, входящих в программу обучения). Хотя БИП-МТ и БИП-М включают несколько общих тем, результаты обучения по ним различны;
- c) завершение обучения по программе, обеспечивающей получение метеорологического образования на университетском уровне с получением диплома, должно рассматриваться как ключевой фактор при проведении различия между персоналом, классифицируемым в качестве метеорологов, и персоналом, классифицируемым в качестве техников-метеорологов. После первоначальной квалификации, необходимой при поступлении на службу, для последующего профессионального роста потребуется прохождение постоянного обучения и профессиональной подготовки в течение всей карьеры;
- d) метеорологи и техники-метеорологи должны продвигаться на более высокие должности в соответствии с определенными в конкретной стране уровнями должностей, например согласно национальным схемам продвижения по службе гражданских служащих. Кроме того, следует предусмотреть возможность переквалификации техника-метеоролога в метеоролога после удовлетворения требований БИП-М;
- e) требования, которые должны выполняться для классификации индивидума в качестве техника-метеоролога или метеоролога, следует рассматривать отдельно от компетенций, требующихся для выполнения конкретной работы;

- f) настоящая публикация основана на четвертом издании *Руководящих принципов образования и подготовки кадров в области метеорологии и оперативной гидрологии* (ВМО-№ 258) с целью сохранения, по мере возможности, преемственности и последовательности;
- g) в настоящем Руководстве термины «науки об атмосфере» и «метеорология» следует рассматривать как синонимы.

2.2 Факторы, вызывающие необходимость изменений

Руководящие принципы и система классификации нуждаются в постоянном пересмотре по следующим причинам:

- a) в метеорологии, как прикладной физической науке, наблюдается значительный прогресс вследствие улучшения понимания поведения взаимосвязанной системы «атмосфера-океан-суша», применения усовершенствованных методов прогнозирования и происходящей революции в области информационных и коммуникационных технологий;
- b) экономические, социальные и политические структуры продолжают эволюционировать во многих частях мира, в результате чего возникают новые и изменяющиеся потребности в метеорологическом и гидрологическом обслуживании, ориентированном на интересы пользователя и последовательно осуществляемом с обеспечением контроля качества;
- c) значительные изменения происходят в подходе к профессиональному образованию и специализации, в частности как результат всевозрастающей важности, придаваемой непрерывному образованию и подготовке кадров, и конкретизации компетенций (т. е. знаний, профессиональных навыков и типа поведения, необходимых для той или иной работы).

3. КЛАССИФИКАЦИЯ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОГО ПЕРСОНАЛА

В настоящем разделе описывается схема классификации ВМО, одобренная Исполнительным советом на его пятидесятой сессии (Женева, 1998 г.) и утвержденная Тринадцатым Всемирным метеорологическим конгрессом (Женева, 1999 г.). Корректировка определения термина «метеоролог» была рекомендована Исполнительным советом на его шестьдесят второй сессии (Женева, 2010 г.) и одобрена Шестнадцатым Всемирным метеорологическим конгрессом (Женева, 2011 г.).

3.1 Цель классификации

Система классификации персонала в области метеорологии ВМО предназначена для следующего:

- a) предоставить международный механизм для обеспечения единообразного понимания основных требований к квалификациям персонала, осуществляющего определенные Конвенцией ВМО функции в области метеорологии и гидрологии;
- b) содействовать определению стандартных результатов обучения и соответствующих учебных программ для обучения и профессиональной подготовки персонала в области метеорологии;
- c) оказать помощь НМГС отдельных стран:

- в создании систем классификации персонала, наиболее полно отвечающих их конкретным потребностям;
- в разработке программ обучения и подготовки кадров, соответствующих их собственным структурам и потребностям;
- в обеспечении того, чтобы академические и профессионально-технические учебные заведения были осведомлены о требованиях к образованию и профессиональной подготовке сотрудников, нанимаемых на должности метеорологов или техников-метеорологов, и могли реагировать соответствующим образом с учетом таких требований.

3.2 Категории персонала

Определены две общие категории персонала: специалисты и техники. В том, что касается метеорологического персонала, эти категории определены следующим образом:

- метеоролог: лицо, успешно прошедшее курс обучения на университетском уровне по пакету обязательных программ для метеорологов, содержащих требования, предъявляемые к метеорологу;
- техник-метеоролог: лицо, успешно прошедшее курс обучения по пакету обязательных программ для техников-метеорологов, содержащих требования, предъявляемые к технику-метеорологу.

Хотя данная классификация ориентирована на две основные категории персонала, предполагается, что пользователи могут адаптировать ее к своим конкретным условиям, таким как их национальные правила классификации гражданских служащих.

Во многих случаях от лица, желающего работать в НМГС в качестве специалиста в области метеорологии, требуется, чтобы оно было классифицировано в качестве метеоролога или техника-метеоролога. Однако для выполнения специализированных задач, таких как производство наблюдений, выпуск прогнозов и предупреждений или проведение научных исследований, персоналу потребуются дальнейшие специализированное обучение и профессиональная подготовка помимо удовлетворения требований, предусмотренных в рамках БИП-М и БИП-МТ.

3.3 Компоненты пакета обязательных программ для метеорологов

Основными компонентами БИП-М являются:

- a) основополагающие темы по математике и физике плюс дополнительные предметы, касающиеся других наук и соответствующих тем, обмена информацией, а также анализа и использования данных;
- b) тематические разделы наук об атмосфере:
 - физическая метеорология (т. е. состав атмосферы, радиация и оптические/электрические явления, термодинамика и физика облаков, метеорология пограничного слоя и микрометеорология, традиционные наблюдения и приборное обеспечение, дистанционное зондирование);
 - динамическая метеорология (т. е. динамика атмосферы, численный прогноз погоды);

- синоптическая и мезомасштабная метеорология (т. е. погодные системы средних широт и полярных регионов; тропические погодные системы; мезомасштабные погодные системы; наблюдения за погодой, анализ и оценка; прогнозирование погоды; предоставление обслуживания);
- климатология (т. е. глобальная циркуляция, климат и климатическое обслуживание, изменчивость климата и изменение климата).

Лица, желающие получить какую-либо специализацию, кроме выполнения основного требования об успешном прохождении обучения по основным темам, указанным в «а» и «b», могут также более глубоко изучить такие предметы, как авиационная метеорология, химия атмосферы, мониторинг и прогнозирование климата.

3.4 **Компоненты пакета обязательных программ для техников-метеорологов**

Основными компонентами БИП-МТ являются:

- a) основополагающие темы по математике и физике плюс дополнительные предметы, касающиеся других наук и связанных с ними тем, обмена информацией, а также анализа данных и оперирования данными;
- b) тематические разделы общей метеорологии: основы физической и динамической метеорологии, основы синоптической и мезомасштабной метеорологии, основы климатологии и метеорологические приборы и методы наблюдений.

Лица, желающие получить какую-либо специализацию, кроме выполнения основного требования об успешном прохождении обучения по основным темам, указанным в «а» и «b», могут также более глубоко изучить такие предметы, как специализированные наблюдения и измерения, контроль качества данных и их архивация, калибровка и обслуживание оборудования, коммуникация и применение компьютеров.

3.5 **За рамками пакетов обязательных программ**

Наряду с развитием специализаций, которые выходят за пределы требований БИП-М и БИП-МТ (как указано выше), для многих Членов ВМО будет необходимо, чтобы их сотрудники обладали дополнительными знаниями, информацией и навыками, которые были бы шире и глубже, чем указанные в БИП, для удовлетворения их конкретных национальных потребностей. Например:

- a) обязанности некоторых НМГС выходят за рамки предоставления обслуживания, связанного с погодой и климатом (например, обслуживание, связанное с землетрясениями, цунами, извержениями вулканов, оползнями, водопользованием и наводнениями); таким образом, их требования к образованию и профессиональной подготовке превышают требования, заложенные в БИП, которые в основном касаются специальных знаний в области метеорологии;
- b) для некоторых НМГС предоставление специализированного метеорологического обслуживания является ключевым аспектом их деятельности (например, предоставление агрометеорологического обслуживания). В таких случаях в рамках их программ образования и подготовки кадров необходимо будет предусмотреть углубленное изучение конкретных областей, и для этих целей может потребоваться приобретение подробных знаний, касающихся деятельности и потребностей пользователей применительно к соответствующему виду обслуживания;

- с) для НМГС в тропических регионах объем требуемых знаний, касающихся тропических погодных систем, вероятно, превысит указанный в БИП-МТ. То же самое относится к объему требуемых знаний, касающихся погодных систем средних и полярных широт, для НМГС во внетропических регионах.

Кроме того, в ряде НМГС наличие высшего образования может быть необходимым условием для принятия на работу или карьерного роста персонала.

Принятый подход разработан таким образом, чтобы позволить Членам ВМО устанавливать национальные требования сверх требований, указанных в БИП.

3.6 Результаты обучения

БИП-М и БИП-МТ определены с точки зрения результатов обучения, а не содержания учебных курсов. Соответственно основное внимание уделяется достижениям самого обучающегося, а не намерениям преподавателей или учебным предметам, которые должны быть охвачены программой обучения. Знание конкретных результатов обучения полезно как для преподавателя, так и для обучаемых лиц, поскольку они обеспечивают ясность в отношении цели программы обучения. Они также обеспечивают более прочную основу для оценки того, произошло ли усвоение требуемого материала.

Существует иерархия результатов обучения по БИП-М и БИП-МТ. Таблица 1 дает общее представление о различных уровнях навыков и некоторые примеры соответствующих дескрипторов. Когнитивные навыки высшего порядка (проведение анализа, проведение оценки и создание нового) основываются на навыках низшего порядка (запоминание, понимание и применение знаний). Результаты обучения по БИП-М и БИП-МТ ассоциируются в основном с запоминанием, пониманием, применением знаний и проведением анализа.

Таблица 1. Уровни навыков и примеры соответствующих дескрипторов результатов обучения

<i>Уровень когнитивных навыков</i>	<i>Примеры дескрипторов</i>
Запоминание: учащийся воспроизводит усвоенную информацию	Описывать, определять, идентифицировать
Понимание: учащийся объясняет идеи или концепции	Объяснять, интерпретировать, обсуждать
Применение знаний: учащийся использует новые знания в знакомой ситуации	Применять, использовать, соотносить
Проведение анализа: учащийся проводит различия между составными частями и определяет отношение этих частей к целому	Анализировать, сравнивать, исследовать
Проведение оценки: учащийся обосновывает конкретное решение или план действий	Оценивать, аргументировать, рекомендовать
Созидание: учащийся создает новые виды продукции, вырабатывает новые идеи или новые взгляды на вещи	Создавать, организовывать, оценивать

На основе классификации интеллектуального поведения, представленной в работе Bloom et al. (1956 г.) и затем модифицированной в работе Anderson & Krathwohl (2001 г.).

4. **ВЗАИМОСВЯЗЬ МЕЖДУ КЛАССИФИКАЦИЕЙ, КВАЛИФИКАЦИЯМИ И ПРОФЕССИОНАЛЬНЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ**

В данном разделе описывается в общих чертах взаимосвязь между классификацией, квалификациями и профессиональными компетенциями, чтобы позволить читателю лучше использовать настоящее Руководство.

Классификация персонала по категориям метеорологов и техников-метеорологов основана на удовлетворении требований БИП-М или БИП-МТ. Однако успешное завершение этих первоначальных программ обучения не означает, что индивидуум может немедленно компетентно выполнять соответствующую работу.

Предполагается, что любая конкретная работа требует определенной совокупности стандартов компетентности, которая определяет, какие необходимы специальные знания, навыки, умения и профессиональные установки. Как правило, приобретение надлежащих компетенций требует соответствующих этой конкретной работе образования и профессиональной подготовки, выходящих за пределы требований БИП-М и БИП-МТ.

НМГС или другое учреждение может в действительности реализовать программу обучения и профессиональной подготовки кадров, которая позволяет удовлетворять классификационные требования и требования, касающиеся компетентности, в рамках одной и той же программы. Например, этот подход может быть принят для:

- a) удовлетворения требований БИП-МТ и приобретения компетенций для работы наблюдателем в области агрометеорологии или техником, который устанавливает и обслуживает метеорологическое оборудование;
- b) удовлетворения требований БИП-М и приобретения компетенций для работы в качестве прогнозиста в рамках метеорологического обслуживания населения.

НМГС или другое учреждение может также принять решение, основанное на национальных или местных правилах, о том, что конкретная работа, связанная с ответственностью за предоставление профессиональных услуг, может выполняться только метеорологами или техниками-метеорологами.

В 2010 г. Исполнительный совет ВМО решил возложить на технические комиссии ответственность за разработку стандартных профессиональных компетенций и соответствующих требований к обучению и профессиональной подготовке для персонала, выполняющего те или иные задачи в рамках их областей ответственности. Такие требования должны излагаться в публикациях, подготавливаемых и поддерживаемых соответствующими техническими комиссиями (новейший перечень таких публикаций см. по адресу: <http://www.wmo.int/pages/prog/dra/etrp/competencies.php>).

Примечание: если техническая комиссия не уточняет профессиональные компетенции, это становится ответственностью каждой НМГС.

Взаимосвязь между первоначальной квалификацией, профессиональными компетенциями и предоставлением профессиональных услуг показана в обобщенном виде в таблице 2 ниже.

Документ о квалификации, выданный официальным учреждением, содержит указание на то, что конкретное лицо успешно завершило обучение по определенной программе или имеет опыт и знания для эффективного выполнения конкретной работы. Присвоенная квалификация подтверждает тот диапазон знаний, понимания и навыков, который был приобретен конкретным лицом.

Таблица 2. Связи между первоначальными квалификациями, профессиональными компетенциями и предоставлением профессиональных услуг наряду с распределением обязанностей

	<i>Техник-метеоролог</i>	<i>Метеоролог</i>
Начальные квалификации Контролируется Группой экспертов ИС ВМО по образованию и подготовке кадров	Первоначальное образование и профессиональная подготовка	
	Тематические разделы общей метеорологии (основы физической и динамической метеорологии, основы синоптической метеорологии, основы климатологии, метеорологические приборы и методы наблюдений)	Тематические разделы наук об атмосфере (физическая метеорология, динамическая метеорология, численный прогноз погоды, синоптическая и мезомасштабная метеорология, климатология)
	Основополагающие темы по математике, физике и дополнительным предметам (включая другие науки и навыки общения)	
Профессиональные компетенции Контролируется техническими комиссиями ВМО	Дополнительное специальное образование и профессиональная подготовка	
Предоставление профессиональных услуг Контролируется НМГС или нанимающим на работу агентством	Наблюдения за погодой, мониторинг климата или другие применения	Анализ и прогнозирование погоды, мониторинг и прогнозирование климата или другие применения

Квалификации могут быть подразделены на две общие категории:

- академические квалификации: присуждаются, как правило, колледжем или университетом. Они часто определяются в виде совокупности результатов обучения, которые должны быть достигнуты;
- производственные (профессиональные) квалификации: присуждаются, как правило, учебным учреждением или профессиональным органом. Они обычно определяются в контексте набора компетенций, которые должны быть продемонстрированы.

Быть классифицированным в качестве метеоролога или техника-метеоролога во многом аналогично получению академической квалификации, поскольку пакеты обязательных программ подразумевают удовлетворение требований относительно совокупности результатов обучения.

5. МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ ПЕРСОНАЛ

В настоящем разделе кратко представлена основная идея схемы классификации персонала, работающего в области метеорологии.

5.1 Начальная квалификация метеорологов

Требования БИП-М обычно считаются удовлетворенными, после того как индивидуум успешно завершил обучение для получения университетского диплома в области метеорологии или успешно прошел программу послевузовского образования в области метеорологии (после получения университетского диплома, который подразумевает знание основополагающих тем по математике и физике, изучаемых, как правило, в рамках курсов обучения, посвященных науке, прикладной науке, инженерии или вычислениям). Когда дело обстоит не так, образовательные учреждения должны будут

продемонстрировать, что их учебная программа обеспечивает результаты обучения, типичные для курса для получения университетского диплома, и что соблюдено соответствие установленным в стране уровням академической квалификации.

Предполагается, что постоянные представители, при консультации с соответствующими национальными и региональными органами, возьмут на себя инициативу в деле определения академических квалификаций, требующихся для метеорологов в их странах. Постоянные представители должны также работать с национальными образовательными учреждениями своих стран для обеспечения того, чтобы выпускники-метеорологи удовлетворяли требованиям БИП-М, т. е. чтобы все результаты обучения в рамках БИП-М можно было рассматривать как часть академической квалификации.

БИП-М должен реализовываться таким образом, чтобы лица, успешно завершившие программу обучения, были способны:

- демонстрировать системное понимание изучаемой области;
- точно применять общепринятые методы исследований и анализа, используемые в их области изучения, а также использовать изученные методы и технику для обзора, консолидации, расширения и применения своих знаний и понимания;
- использовать концептуальное понимание, позволяющее находить и отстаивать аргументы, и применять это понимание для решения задач в их области изучения;
- критически оценивать аргументы, допущения, абстрактные понятия и данные, учитывая неопределенность, неоднозначность и ограниченность знаний в их области изучения;
- доводить информацию, идеи, проблемы и решения, относящиеся к их области изучения, до сведения аудиторий как специалистов, так и неспециалистов.

Кроме того, они должны приобретать навыки широкого применения, осознавая важное значение работы в команде, организации и контроля своего собственного обучения, проявления инициативы и взятия персональной ответственности, а также демонстрации способности принимать решения в сложных и непредсказуемых ситуациях.

5.1.1 **Университетский уровень образования в области метеорологии**

Получение диплома о высшем образовании в области метеорологии после завершения обучения по программе, которая охватывает весь БИП-М, является оптимальным способом удовлетворения требований для того, чтобы индивидум был классифицирован в качестве метеоролога. Диплом метеоролога охватывает, как правило, больше, чем требуется для БИП-М. Например:

- некоторые тематические разделы могут быть изучены более глубоко, чем это необходимо для удовлетворения требований БИП-М (например, в тропических регионах большее внимание будет уделяться тропической метеорологии);
- некоторые темы, не охваченные БИП-М, будут включены, с тем чтобы обучающиеся могли приобрести специальные знания, связанные: а) с конкретными экономическими потребностями страны и/или требованиями НМГС (например, в области сельскохозяйственной метеорологии или гидрологии) или б) с исследованиями и разработками, представляющими интерес для учебного заведения, осуществляющего программу обучения.

Как правило, программа для получения университетского диплома, удовлетворяющего требованиям БИП-М, требует трех или четырех академических лет обучения после получения полного среднего школьного образования, но действительный период

обучения может варьироваться в зависимости от учебного заведения. Обычно первая половина программы сосредоточена на изучении фундаментальных наук, а вторая половина посвящена чисто метеорологическому образованию.

5.1.2 ***Последипломная программа обучения в области метеорологии***

Последипломную программу обучения в области метеорологии, как правило, можно пройти благодаря университетскому курсу, позволяющему получить диплом послевузовского образования или степень магистра метеорологии. Для поступления обычно требуется наличие университетского диплома в области какой-либо науки, инженерного дела или информационных технологий (например, выборочных научных или технических областей, таких как математика, физика, химия, электронная инженерия или науки о Земле), наряду со знанием математики и физики на уровне БИП-М.

Некоторые учебно-образовательные учреждения (например, некоторые из образовательных учреждений в системах НМГС или региональных учебных центров) могут обеспечить прохождение последипломной программы обучения в области метеорологии, которая охватывает все требования БИП-М, но которая не дает возможности получить такую квалификацию, как диплом послевузовского образования или степень магистра. В таких обстоятельствах программа обучения должна быть такой же полноценной и требовать такого же интеллектуального напряжения, как курс обучения в университете. Соответствующим учреждениям нужно будет продемонстрировать, что их программа соответствует необходимому уровню.

Для обучающихся по последипломной программе требования БИП-М являются такими же, как для тех, кто завершает программу обучения для получения университетского диплома по метеорологии, однако темпы прохождения программы могут быть значительно более быстрыми.

5.1.3 ***Программа обучения, не предусматривающая получение диплома о высшем образовании***

Некоторые учебно-образовательные учреждения (например, некоторые из образовательных учреждений в системе НМГС или региональных учебных центров), могут обеспечить прохождение программы обучения в области метеорологии, которая охватывает все требования БИП-М, но которая не дает возможности получить такую официальную квалификацию, как диплом о высшем образовании, диплом о послевузовском образовании или степень магистра. Такие программы разработаны специально, чтобы охватить БИП-М с малым объемом или вообще без какого-либо дополнительного материала. Требования БИП-М остаются одними и теми же независимо от того, завершается ли обучение по программе с получением диплома или нет. В таких обстоятельствах программа обучения должна быть такой же полноценной и требовать такого же интеллектуального напряжения, как курс обучения в университете. Предполагается, что учебные заведения должны будут продемонстрировать, что их программа соответствует необходимому уровню, особенно в том, что касается глубины и широты знаний.

К поступлению в такие учебные заведения допускаются абитуриенты, которые уже обладают надлежащим уровнем теоретических знаний по математике, физике и т. п., или учебное заведение может обеспечить получение ими этих знаний в качестве части его общего курса обучения. Ключевой момент заключается не в том, как они начинают обучение по программе, а в том, могут ли студенты в конце обучения удовлетворить требования БИП-М.

5.2 Начальная квалификация техников-метеорологов

Члены ВМО используют различные подходы при подготовке своих техников-метеорологов: от официального обучения в техникумах, колледжах или университетах со специальными программами в области метеорологии до профессиональной подготовки и/или обучения непосредственно на рабочих местах, связанного с производством наблюдений и измерений. При этом, какой бы из подходов ни был выбран, необходимо обеспечить удовлетворение требований БИП-МТ.

Требования БИП-МТ, как правило, удовлетворяются в результате успешного завершения послешкольной программы обучения в таких образовательных учреждениях, как обучающие учреждения НМГС или колледжи дальнейшего образования.

БИП-МТ следует реализовывать таким образом, чтобы лица, успешно завершившие обучение по программе, были способны:

- демонстрировать знание основополагающих концепций и принципов, относящихся к их области изучения;
- представлять, оценивать и интерпретировать качественные и количественные данные для выработки обоснованных суждений в соответствии с основными теориями и концепциями их области изучения;
- оценивать различные подходы к решению проблем, относящихся к их области изучения;
- сообщать результаты приобретенных знаний в точной и достоверной манере;
- осуществлять свою дальнейшую профессиональную подготовку и развивать новые умения в структурированной и управляемой среде.

6. КАРЬЕРНЫЙ РОСТ

В настоящем разделе представлен общий обзор вопросов, касающихся карьерного роста метеорологов и техников-метеорологов.

В обеих категориях персонала, в зависимости от национальных особенностей, индивидуумы обычно продвигаются по служебной лестнице от должностей с ограниченным уровнем ответственности под непосредственным контролем старших до должностей с более высоким уровнем ответственности и меньшим контролем сверху. Отдельные индивидуумы могут продвинуться на более высокие должности, связанные с осуществлением контроля и руководства. Любое повышение по службе основывается на приобретенном опыте работы, непрерывном обучении и повышении квалификации и демонстрации компетентности, необходимой для конкретной работы.

Определения начального, среднего и высшего уровней используются для обозначения трех общих уровней карьерного роста в каждой основной категории персонала.

6.1 Карьерные уровни для метеорологов

После завершения учебы по программе БИП-М метеорологи начинают свою профессиональную деятельность. После дополнительной подготовки, направленной на развитие компетенций для выполнения конкретной работы (которая должна включать период адаптации, профессиональную подготовку на рабочем месте и дополнительные учебные курсы), они постепенно приступают к оперативной работе по анализу и прогнозированию погоды, мониторингу и предсказанию климатических характеристик или другим соответствующим направлениям. Одни метеорологи вовлекаются в процесс

консультирования, руководства, принятия решений и управления, другие могут заниматься научной работой или преподаванием. Основные обязанности для трех карьерных уровней резюмированы в [приложении А](#).

6.2 Карьерные уровни для техников-метеорологов

После завершения учебы по программе БИП-МТ техники-метеорологи начинают свою профессиональную деятельность. Приобретая базовый набор знаний и умений, они должны повысить свои компетенции, необходимые для выполнения конкретной работы (в рамках периода адаптации, профессиональной подготовки на рабочем месте и дополнительных учебных курсов). Они постепенно начинают выполнять оперативные функции, которые могут включать производство наблюдений за погодой, климатом и других наблюдений за окружающей средой или оказание помощи прогнозистам погоды в деле подготовки и распространения продукции и предоставления обслуживания. В НМГС обычно работают многие другие техники различного профиля — механики, электрики и специалисты по электронике для эксплуатации и обслуживания различного оборудования и приборов (например, наземных приемных станций для аэрологических метеорологических наблюдений, автоматических метеорологических станций, метеорологических радиолокаторов и оборудования телесвязи). Основные обязанности для трех карьерных уровней резюмированы в [приложении А](#).

6.3 Изменение классификации в середине карьеры

Требования, определенные в рамках БИП-М и БИП-МТ, представлены так, как если бы они были практически удовлетворены индивидуумом, прошедшим первоначальную программу обучения в университете или другом учебном заведении. Это, как правило, происходит перед началом или сразу после начала работы в НМГС. Однако на практике удовлетворение указанных требований для того, чтобы стать метеорологом или техником-метеорологом, может произойти в середине карьеры. Например, техники-метеорологи, которые приобрели значительные знания в области метеорологии, основываясь на своей первоначальной профессиональной подготовке, непрерывном профессиональном развитии и опыте работы, могут пожелать пройти программу обучения, которая позволит им быть классифицированными в качестве метеорологов. В таком случае многие результаты обучения, установленные в БИП-М, окажутся уже удовлетворенными. При условии, что предыдущее обучение официально подтверждено и зарегистрировано (например, лицом, ответственным за профессиональную подготовку в НМГС), последующая программа обучения должна охватить только те результаты обучения, которые еще не достигнуты. Аналогичный подход применим к тем лицам, первоначальная подготовка которых не охватывает полностью БИП-МТ, но которые позже в период своей карьеры выразили желание быть классифицированными в качестве техников-метеорологов.

Конкретные национальные или институциональные правила и требования определяют, является ли реклассификация, при которой учитывается предыдущее обучение, приемлемой практикой в каждой отдельной стране.

7. СПОСОБНОСТЬ РАБОТАТЬ В КОЛЛЕКТИВЕ И НАВЫКИ ШИРОКОГО ПРИМЕНЕНИЯ

В настоящем разделе рассматриваются вопросы, касающиеся способности работать в коллективе и навыков широкого применения, которыми должны обладать метеорологи и техники-метеорологи.

Метеорологам и техникам-метеорологам следует непрерывно повышать уровень своего образования и профессиональной подготовки с целью обновления и/или совершенствования своих знаний и умений и, по мере возможности, приобретения

дополнительных компетенций. Непрерывное образование и профессиональная подготовка могут осуществляться в различных формах, включая инструктаж, самоподготовку (например, направляемое чтение и обучение с помощью компьютера), прикомандирование/временное прикрепление, обучение без отрыва от производства и курсы повышения квалификации под руководством инструктора. Выбор метода будет зависеть от различных факторов, таких как конкретные потребности в области развития, наличие учебных ресурсов и предпочитаемые стили обучения.

Часто метеорологи и техники-метеорологи работают вместе как одна команда в рамках своих НМГС. Они должны быть компетентными в своей работе и уметь адаптироваться к изменяющимся обстоятельствам, одновременно продвигаясь по службе. Это потребует от них расширения и углубления знаний, понимания и опыта, а также способности к адаптации, гибкости и самостоятельности в работе.

Компетентность может быть описана как наличие надлежащих базовых знаний и технических навыков и способность их применять, однако при этом как метеорологам, так и техникам-метеорологам необходимо демонстрировать стиль работы, при котором они могут, например:

- эффективно обмениваться письменной и устной информацией и взаимодействовать друг с другом;
- делиться знаниями и эффективно работать с другими;
- выступать с инициативами и применять ориентированный на решение задач подход при выполнении нестандартных заданий;
- демонстрировать критическое мышление при работе с новой информацией;
- нести ответственность за свои собственные решения и быть готовыми представить логическое обоснование этих решений;
- справляться с одновременным решением нескольких задач и устанавливать их приоритетность;
- организовывать и контролировать свою собственную учебу и обеспечивать эффективность деятельности;
- приобретать новые знания и умения и достигать понимания вопросов при изменении рабочих процедур.

Несмотря на их важность, в настоящей публикации не делается попытка дать определения терминам «способность работать в коллективе» и «навыки широкого применения», так как они в значительной степени зависят от вида и уровня выполняемых работ, специфических требований конкретной организации и степени ответственности работников за свое собственное профессиональное развитие.

8. **БАЗОВЫЕ ПРЕДМЕТЫ И АТМОСФЕРНЫЕ НАУКИ**

В настоящем разделе описаны базовые предметы и определены основные дисциплины в области метеорологии.

Как физическая наука, метеорология в основном имеет дело с физикой и динамикой атмосферы. Она также касается вопросов прямого влияния атмосферы на поверхность Земли, океан и жизнь в целом. Ее основные цели — наилучшим образом понять и спрогнозировать атмосферные явления от местного масштаба до планетарного и продолжительностью от нескольких секунд, минут и часов до нескольких суток, недель

и сезонов (а иногда даже десятилетий и столетий). Требования БИП-М и БИП-МТ направлены на обеспечение обучающихся по этим программам необходимыми широкими и глубокими знаниями для достижения этих главнейших целей.

8.1 Математика и физика

Студентам необходимы глубокие знания по математике и физике (а в идеальном случае — и базовые знания по химии), чтобы понять взаимодействие между атмосферными явлениями и «природой вещей», как это определено в основных физических принципах. Соответственно, при подготовке базовых программ обучения в области метеорологии необходимо предусмотреть организацию курсов переподготовки/усовершенствования для повторения соответствующих разделов математики с упором на основные концепции и методы, требующиеся при изучении гидродинамики и термодинамики.

Так же, как и в случае математики, может возникнуть необходимость в организации курсов переподготовки/усовершенствования для повторения основ физики. Однако существует значительное различие между изучением наук об атмосфере и общим изучением физики, где наиболее часто внимание акцентируется на отдельных процессах. Изучение наук об атмосфере касается огромной и сложной системы, процессы и взаимодействия в которой не могут быть полностью поняты в отрыве от окружающей их среды. Конечная цель — понять взаимосвязанное функционирование всей системы не только с точки зрения качества, но и в количественном выражении. Соответственно, курсы переподготовки/усовершенствования для повторения основ физики должны обеспечить надежные знания, необходимые для понимания наук об атмосфере.

8.2 Дополнительные предметы

В дополнение к знаниям по математике и физике, необходимым для обеспечения основы для изучения базовых метеорологических дисциплин, необходимо иметь базовые знания и в области родственных наук (в частности, океанографии и гидрологии). Кроме того, для расширения своих метеорологических знаний и опыта необходимы способность к эффективной коммуникабельности и навыки анализа и использования данных.

8.3 Основные дисциплины в области метеорологии

Основные дисциплины в области метеорологии — различаемые больше по назначению науки, а не по существу самого предмета — могут быть определены следующим образом:

- физическая метеорология;
- динамическая метеорология;
- синоптическая и мезомасштабная метеорология;
- климатология.

Эти дисциплины описаны более подробно в [приложении В](#).

8.4 Взаимосвязь между основными дисциплинами в области метеорологии и пакетами обязательных программ

Четыре основные дисциплины в области метеорологии частично совпадают. Например, синоптическая метеорология может включать некоторые темы, которые могут рассматриваться как часть динамической метеорологии или физической метеорологии. Соответственно, используемое здесь разделение на четыре предметные области не следует рассматривать как единственный способ подразделения наук об атмосфере.

Для метеорологов удобно описывать результаты обучения по БИП-М с учетом указанных выше четырех дисциплин в области метеорологии. В том, что касается техников-метеорологов, то, учитывая виды работ, которые они должны выполнять, представляется целесообразным делать основной упор на метеорологические приборы и методы наблюдений и уделять меньше внимания теоретическим аспектам физической и динамической метеорологии. Это значит, что результаты обучения по БИП-МТ не систематизированы в соответствии с четырьмя дисциплинами в области метеорологии. Вместо этого результаты обучения, связанные с физической и динамической метеорологией, объединены, в то время как результаты, связанные с метеорологическими приборами и методами наблюдений, рассматриваются порознь.

9. ОСУЩЕСТВЛЕНИЕ ПРОГРАММ

В настоящем разделе приведены некоторые общие рекомендации относительно осуществления программ обучения БИП-М и БИП-МТ.

Результаты обучения, как они определены в БИП-М и БИП-МТ, носят довольно общий характер. Предполагается, что учебное заведение, реализующее программу обучения в целях удовлетворения требований БИП-М или БИП-МТ, будет определять результаты обучения, которые будут более подробными, но соответствующими указанным в рассматриваемых программах. В ходе определения таких результатов обучения необходимо обратить внимание на то, как они будут оцениваться.

Результаты обучения как для БИП-М, так и БИП-МТ были подразделены на общие категории знаний, с тем чтобы помочь пользователям настоящей публикации усвоить всю информацию. Однако то, как результаты обучения были подразделены на категории, вовсе не означает, что так должны быть построены программы обучения. Решение о структуре программы должно принимать учебное заведение, реализующее эту программу, с учетом уже имеющихся у участников знаний и предпочитаемых ими стилей обучения, наличия специализированных средств обучения и конкретных потребностей соответствующих НМГС.

Один из ключевых аспектов классификации индивидуумов в качестве метеорологов или техников-метеорологов заключается в реализации надежного и прозрачного механизма для оценки того, достигнуты ли те результаты обучения, которые предусмотрены в рамках БИП-М и БИП-МТ. На НМГС возлагается ответственность за принятие такого механизма при консультации с учебными заведениями, обеспечивающими реализацию программы обучения. Совершенно необходимо обеспечить наличие надлежащей документации о процессе и результатах обучения для внешних учреждений, которые должны быть уверены в том, что индивидуум, классифицированный в качестве метеоролога или техника-метеоролога, действительно удовлетворяет требованиям, указанным в БИП-М или БИП-МТ.

ЧАСТЬ II. ПАКЕТ ОБЯЗАТЕЛЬНЫХ ПРОГРАММ ДЛЯ МЕТЕОРОЛОГОВ

В начале настоящей части дается общее представление о целях БИП-М, а затем описываются результаты обучения по основополагающим темам. Остальные разделы части II посвящены результатам обучения в областях физической метеорологии, динамической метеорологии, синоптической и мезомасштабной метеорологии, а также климатологии.

1. ВВЕДЕНИЕ

Общая цель БИП-М заключается в том, чтобы снабдить индивидуума прочными и обширными знаниями об атмосферных явлениях и процессах, а также профессиональными навыками применения таких знаний.

Для удовлетворения требований БИП-М необходимо, чтобы, пройдя обучение, индивидуум добился таких результатов, которые охватывают:

- приобретение знаний о физических принципах и взаимодействии атмосферных процессов, методах измерений и анализе данных, поведении погодных систем (на основе объединения данных о текущей погоде с концептуальными моделями) и об общей циркуляции атмосферы и колебаниях климата;
- применение знаний, основанных на использовании научных критериев, для решения проблем в области атмосферных наук, а также участие в анализе и выработке предсказаний о воздействиях погоды и климата на человеческое общество и предоставление информации о них.

Удовлетворение требований БИП-М направлено на получение индивидуумом знаний, профессиональных навыков и уверенности в себе для расширения своих знаний и опыта и обеспечения основы для дальнейшей специализации. Лица, которые пожелают работать в таких областях, как анализ и прогнозирование погоды, моделирование и прогнозирование климата, а также научные исследования и разработки, должны будут продолжить свое образование и профессиональную подготовку, с тем чтобы приобрести специализированные профессиональные компетенции в этих областях. Кроме того, предполагается, что уже работающие сотрудники продолжают расширять свои знания и навыки, занимаясь в течение всей своей карьеры повышением своего профессионального уровня.

2. ОСНОВОПОЛАГАЮЩИЕ ТЕМЫ ПО МАТЕМАТИКЕ И ФИЗИКЕ И ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ПРЕДМЕТЫ

Пройдя курс обучения по основополагающим темам, индивидуум будет способен:

- a) продемонстрировать знания по математике и физике, необходимые для успешного прохождения обучения по разделам пакета обязательных программ для метеорологов, касающимся метеорологии;
- b) продемонстрировать знания в области других наук и соответствующих тем, которые дополняют метеорологические знания и опыт, предусмотренные в рамках пакета обязательных программ для метеорологов;
- c) анализировать и использовать данные, а также сообщать и представлять информацию.

(Технический регламент (ВМО-№ 49), том I, приложение А)

Предполагается, что базовые знания могут быть получены несколькими способами или их сочетанием, а именно:

- предварительное получение диплома об образовании в области математики или физических наук перед изучением разделов науки об атмосфере;
- прохождение обучения по вводной программе, предусматривающей изучение главным образом основополагающих тем, перед изучением разделов науки об атмосфере (обучение при этом должно проходить с использованием практических применений, связанных с науками об атмосфере);
- объединение процесса получения основных знаний с процессом изучения разделов науки об атмосфере.

2.1 Математика

Результаты обучения

Индивидуум должен уметь следующее:

- **дифференциальные и интегральные исчисления:** дифференцировать и интегрировать основные функции, находить максимумы и минимумы, использовать разложение в ряд Тейлора, основываясь на понимании основных концепций и методов дифференциального и интегрального исчисления;
- **векторы и матрицы:** решать системы уравнений, находить собственные значения и собственные векторы матрицы, а также проводить расчеты и преобразования, используя комплексные числа и векторы и основываясь на понимании основных концепций и методов, связанных с матрицами, векторами и комплексными числами;
- **дифференциальные уравнения:** осуществлять алгебраические преобразования с основными обыкновенными дифференциальными уравнениями первого и второго порядков и дифференциальными уравнениями с частными производными, включая использование рядов Фурье и проверку правильности решений, а также определять задачи с начальными и граничными условиями;
- **статистика:** выбирать надлежащие способы представления статистических данных, рассчитывать основные статистические показатели (например, среднее значение, среднеквадратическое отклонение и критерий значимости) и делать выводы на основе статистических данных, опираясь на понимание основных концепций и методов, связанных с теорией вероятности и статистикой;
- **численные методы:** использовать основные числовые схемы для пространственных и временных производных и проводить базовый анализ устойчивости, основываясь на понимании основных концепций и методов, связанных с численным моделированием.

2.2 Физика

Результаты обучения

Индивидуум должен уметь следующее:

- **механика:** применять основные понятия и принципы механики к телам в движении, включая законы механики Ньютона, условия равновесия, сохранение инерции и момента количества движения, сохранение энергии, воздействия вращающихся систем и соотношение между системами координат Эйлера и Лагранжа;

- **движение жидкости:** объяснять основы кинематики жидкостей, включая концепции завихрений, дивергенции, искажения, функции потока и потенциала скорости, и соотношения между линиями потока и траекториями;
- **перенос тепла:** объяснять физическую основу переноса тепла через теплообмен, конвекцию и излучение;
- **основы термодинамики:** применять основы термодинамики к газообразным системам, включая уравнение состояния газа для сухого и влажного воздуха, первый и второй законы термодинамики, закон Дальтона и кинетическую теорию газов, и объяснять физическую основу явной теплоты, удельной теплоты и скрытой теплоты, давление и насыщение пара, обратимых и необратимых процессов, энтропию и энтальпию, фазы воды и фазовые переходы;
- **волнение:** объяснять основы волнового движения, включая понятия отражения, преломления и дифракции, фазовой и групповой скорости, дисперсии волн и разрушения волн;
- **оптика:** объяснять понятия отражения, преломления, дифракции и рассеяния света;
- **электромагнитное излучение:** объяснять основные принципы электромагнитного излучения, включая электромагнитный спектр; излучение абсолютно черного тела; закон Планка; закон Вина; закон Стефана-Больцмана; рассеяние, поглощение и излучение радиации.

2.3 **Дополнительные предметы**

Результаты обучения

Индивидуум должен уметь следующее:

а) **другие науки и соответствующие тематические разделы**

- **исторический контекст:** кратко описывать научные и технические достижения, которые внесли и вносят вклад в развитие метеорологии и ее применений;
- **основы физической химии:** объяснять, применяя, по мере целесообразности, химические обозначения, основные концепции, используемые в физической химии (включая элементы, молекулы, соединения, химические связи, химические реакции и скорости протекания реакций); описывать свойства газов и основные химические реакции, а также циклы, влияющие на химию тропосферы и стратосферы;
- **основы океанографии:** описывать общую циркуляцию и термическую структуру океана; объяснять динамические процессы, участвующие в формировании океанических течений, приливов и волн; и описывать, как проводятся измерения температуры и солёности воды в океане;
- **основы гидрологии:** описывать гидрологический цикл; объяснять факторы, определяющие сток, запасы подземных и поверхностных вод и водный баланс; описывать, как проводятся гидрологические измерения (атмосферных осадков, испарения, влажности почвы, речного потока, подземных вод и др.); и определять причины наводнений разного вида;
- **основы географии:** описывать основные географические характеристики региона ответственности, включая рельеф местности и местную демографию; и описывать картографические проекции, обычно используемые в метеорологии;

- **основы экологии:** описывать основные циклы биосферы (с акцентом на углеродный и водный циклы) и влияние деятельности человека на эти циклы (например, уничтожение влажных тропических лесов и таяние вечной мерзлоты);
- b) коммуникация и работа в коллективе**
- **письменное общение:** подготавливать письменные сообщения в установленные сроки в краткой, точной и понятной форме, включая использование программ для обработки и представления текстов;
 - **устные представления:** проводить в установленных временных пределах устные представления информации, обеспечивая, чтобы содержание и стиль представления позволяли точно доводить эту информацию таким образом, чтобы она была понята конкретной аудиторией;
 - **работа в коллективе:** демонстрировать понимание различных ролей и функций при работе в коллективе;
- c) анализ и использование данных**
- **программирование:** использовать базовые принципы компьютерного программирования и создавать простые компьютерные программы для анализа или отображения данных;
 - **обработка данных:** осуществлять обработку данных и статистический анализ, используя электронные таблицы и базы данных;
 - **поиск и получение информации:** находить метеорологическую информацию, используя библиотеки, базы данных и поиски в Интернете;
 - **географические информационные системы (ГИС):** обсуждать компоненты и функциональные возможности ГИС, описывать потенциальные сферы применения ГИС, ее преимущества и недостатки, а также основные проблемы, связанные с качеством данных, при использовании ГИС;
 - **создание и публикация материалов в режиме онлайн:** создавать, публиковать и обновлять простейшую веб-страницу.

3. ТЕМАТИЧЕСКИЕ РАЗДЕЛЫ НАУК ОБ АТМОСФЕРЕ

Результаты обучения, связанные с науками об атмосфере, были подразделены на следующие крупные категории знаний:

- физическая метеорология;
- динамическая метеорология;
- синоптическая и мезомасштабная метеорология;
- климатология.

Следует отметить, однако, что это не определяет конкретную структуру программы обучения. Существует много способов формирования структуры программы для обеспечения надлежащих результатов обучения. Например:

- один модуль программы обучения может охватывать несколько тем (например, традиционные наблюдения, контрольно-измерительные приборы, дистанционное зондирование);

- результаты обучения, связанные с несколькими темами, могут быть подразделены разными способами (например, некоторые результаты обучения, перечисленные в разделе «динамика атмосферы», могут быть охвачены в разделе «погодные системы в средних широтах и полярных регионах» и наоборот);
- результаты обучения по одной теме могут быть охвачены в нескольких модулях программы обучения, которые становятся более подробными, чем это необходимо для минимальной квалификации (например, отдельные модули по термодинамике и физике облаков);
- результаты обучения могут быть охвачены более подробно по мере прохождения программы обучения (например, может быть первоначальный, вводный модуль по метеорологии с темами, которые будут изучаться более подробно на более позднем этапе);
- результаты обучения могут быть охвачены как часть программы обучения, направленной на подготовку участников для какой-то конкретной роли (например, курс, предназначенный в основном для подготовки прогнозистов, может охватывать, в дополнение к развитию более глубоких практических навыков, все результаты обучения, необходимые в рамках БИП-М).

Приоритетной задачей для каждого учебного заведения является разработка такой программы обучения, которая принимала бы во внимание предыдущие знания участников, наилучший способ построения программы для удовлетворения местных потребностей и цель общей программы обучения, которая может выходить за рамки тем, необходимых для достижения результатов обучения, указанных в настоящем тексте.

3.1 **Физическая метеорология**

В результате прохождения обучения по дисциплине «Физическая метеорология» индивидум будет способен:

- a) объяснять структуру и состав атмосферы, процессы, влияющие на радиационный перенос в атмосфере, и глобальный энергетический баланс, а также причины оптических явлений в атмосфере;
- b) применять законы термодинамики к атмосферным процессам; использовать термодинамическую диаграмму для оценки свойств и устойчивости атмосферы; определять влияние воды на термодинамические процессы и объяснять процессы, приводящие к образованию капель воды, облаков, осадков и электрических явлений;
- c) использовать знания о турбулентности и приповерхностном энергообмене для объяснения структуры и характеристик пограничного слоя атмосферы и поведения загрязняющих веществ;
- d) сравнивать, противопоставлять и объяснять физические принципы, применяемые в обычных приборах для приземных и аэрологических измерений параметров атмосферы, и объяснять наиболее распространенные причины ошибок и неопределенности, а также важность применения стандартов и использования наилучших практик;
- e) описывать спектр метеорологических данных, получаемых с помощью систем дистанционного зондирования; объяснять методику производства измерений радиации и процессы, посредством которых получают данные об атмосфере на основе таких измерений; а также описывать основные области применения данных дистанционного зондирования и их ограничения.

(Технический регламент (ВМО-№ 49), том I, приложение А)

3.1.1 **Состав атмосферы, излучение и оптические явления в ней**

Результаты обучения

Индивидуум должен уметь следующее:

- **структура атмосферы:** описывать вертикальную структуру атмосферы с указанием ее составляющих, температуры и влажности;
- **состав атмосферы:** описывать состав атмосферы, включая малые газовые составляющие, аэрозоли, пыль и вулканический пепел, загрязняющие вещества;
- **радиация в атмосфере:** использовать базовые знания теории радиационного переноса для объяснения влияния условий на поверхности (включая снег и лед) и атмосферных составляющих (включая аэрозоли, водяной пар, облака, «парниковые газы» и химически активные газы) на приходящую и уходящую радиацию;
- **глобальный баланс энергии:** соотносить климат земного шара и его широтные и временные вариации с энергетическим балансом на поверхности Земли, изменениями в потоке солнечного излучения и в характеристиках орбиты Земли;
- **оптические явления:** объяснять прозрачность атмосферы и происхождение типичных оптических явлений (радуг, гало, ореолов, цвета неба, цвета облаков и др.) и описывать метеорологические условия, благоприятствующие их возникновению.

3.1.2 **Термодинамика и физика облаков**

Результаты обучения

Индивидуум должен уметь следующее:

- **прикладная термодинамика:** применять законы термодинамики, с уделением особого внимания пониманию концепции объема воздуха; описывать адиабатические процессы; выводить сухоадиабатический и влажноадиабатический градиенты и соответствующие сохраняющиеся величины;
- **атмосферная влажность:** определять параметры, используемые для представления количества влаги в атмосфере, и объяснять их физическое значение, как они соотносятся друг с другом и как они измеряются; объяснять процесс фазового перехода и определять влияние воды на термодинамические процессы в атмосфере;
- **устойчивость атмосферы:** объяснять основные характеристики устойчивой, нейтральной, условно неустойчивой, потенциально неустойчивой и неустойчивой атмосферы; определять условия окружающей среды, которые могут приводить к различным видам неустойчивости, и объяснять физическую основу обычно используемых параметров устойчивости;
- **термодинамические диаграммы:** использовать термодинамическую диаграмму для анализа атмосферных процессов, оценивая устойчивость атмосферы, определяя общие параметры, используемые для описания состояния атмосферы (включая параметры облачности), и интерпретируя ключевые характеристики конкретного зондирования;
- **облака и осадки:** описывать и объяснять микрофизические процессы, приводящие к образованию и рассеянию капель в облаках, развитию и рассеянию теплых и холодных облаков, формированию и росту частиц дождевых и твердых атмосферных осадков и описывать макроскопические структуры теплых и холодных облаков;

- **электрические явления:** объяснять механизмы, вызывающие электрические явления, которые происходят в атмосфере (например, наземные и межоблачные молнии), и описывать метеорологические условия, благоприятные для их образования;
- **образование атмосферных гидрометеоров:** описывать синоптические и мезомасштабные условия и местные процессы, которые приводят к образованию разных типов облаков, различных атмосферных осадков, обледенения, росы, инея и разных видов тумана.

3.1.3 **Метеорология пограничного слоя и микрометеорология**

Результаты обучения

Индивидуум должен уметь следующее:

- **турбулентные процессы:** описывать основные турбулентные процессы в атмосферном пограничном слое, включая ламинарные и турбулентные потоки; механизмы, приводящие к турбулентности; рассеяние; разложение полей на средние и флуктуирующие составляющие; статистическое описание турбулентности и турбулентный перенос массы, тепла, влаги и импульса;
- **энергообмен у поверхности Земли:** описывать энергетический баланс у поверхности Земли и объяснять процессы энергообмена в приземном слое;
- **колебания в пограничном слое:** использовать знания о турбулентности и приповерхностном энергообмене для объяснения эволюции пограничного слоя и суточных колебаний в нем, с уделением особого внимания конвективной передаче тепла от подлежащей поверхности и роли переноса энергии излучением в определении поведения пограничного слоя;
- **профили элементов в пограничном слое:** использовать знания о турбулентности и приповерхностном энергообмене для объяснения типичных профилей метеорологических переменных в устойчивых, нейтральных и неустойчивых условиях;
- **местные ветры:** объяснять влияние местного рельефа, береговой линии и городских территорий на потоки в пограничном слое, включая циркуляции термического происхождения (например, морские и береговые бризы, влияние озер и долинные ветры);
- **теория коэффициента (К):** объяснять, как теория К используется для модификации уравнений движения с целью учета турбулентности; объяснять происхождение и значение спирали Экмана и выводить выражение для вертикальной структуры ветра в приземном слое с использованием гипотезы о длине участка перемешивания потоков;
- **методы измерения:** описывать методы, используемые для измерения характеристик пограничного слоя, включая качество воздуха;
- **загрязняющие воздух вещества:** описывать типичные загрязняющие вещества и агенты, влияющие на качество воздуха, и их основные источники и поглотители, а также методы их измерения, их поведение (включая химические и фотохимические реакции, сухое и влажное осаждение) и дисперсию в пограничном слое, а также объяснять, как метеорологические условия, включая устойчивость, влияют на качество воздуха, видимость и дисперсию шлейфов.

3.1.4 **Традиционные наблюдения и приборное обеспечение**

Результаты обучения

Индивидуум должен уметь следующее:

- **приземные измерения:** объяснять физические принципы, используемые в приборах для производства приземных измерений температуры, влажности, давления, атмосферных осадков, ветра, высоты облаков, видимости, солнечного сияния и радиации, высоты волн, а также ограничивающие факторы и показатели чувствительности таких приборов; кроме того, описывать методы классификации типов облаков и погоды;
- **аэрологические измерения:** объяснять физические принципы, используемые в приборах для аэрологического определения географического положения, измерения давления, температуры, влажности, давления, ветра, а также концентраций озона и других атмосферных составляющих (например, пыли и вулканического пепла);
- **характеристики приборов:** описывать, сравнивать и противопоставлять характеристики различных приборов, используемых для проведения приземных и аэрологических измерений атмосферных параметров;
- **ошибки приборов и неопределенность:** объяснять общие источники ошибок и неопределенности в стандартных приборах и методах наблюдений, методы оценки достоверности конкретных измерений и необходимость учета репрезентативности того или иного наблюдения;
- **стандарты, касающиеся приборного оснащения:** объяснять важность национальных и международных стандартов в области измерений, а также применения передового опыта для точной калибровки приборов;
- **использование и ограничения наблюдений:** описывать использование традиционных наблюдений и их ограничения.

3.1.5 **Дистанционное зондирование**

Результаты обучения

Индивидуум должен уметь следующее:

- **измерения радиации:** описывать принципы, лежащие в основе измерений радиации, используемые для пассивного и активного дистанционного зондирования, а также методы получения пригодной для использования информации на основе данных дистанционного зондирования, включая ограничения и источники ошибок/неопределенности;
- **системы пассивного зондирования:** объяснять, как используются системы пассивного зондирования для обеспечения наличия цифровых данных (таких, как видимый, ближний инфракрасный, инфракрасный каналы и канал водяного пара) и производной информации о приземной температуре и грозовых разрядах, а также о свойствах атмосферы (включая температуру, влажность, ветры и атмосферные составляющие);
- **системы активного зондирования:** объяснять, как системы активного зондирования, такие как радиолокатор, ЛИДАР и СОДАР, используются для получения количественной и качественной информации об атмосферных параметрах (например, температуре, влажности, облачности, атмосферных осадках (интенсивность и тип), скорости и направлении ветра, турбулентности) и о таких явлениях, как грозы, микропорывы и торнадо;

- **системы спутникового зондирования:** описывать характеристики орбиты, точность, ограничения при замерах, использование и другие ограничения различных систем спутникового зондирования;
- **радиолокационные измерения:** объяснять физические принципы, лежащие в основе действия метеорологических радиолокаторов, включая импульсно-доплеровский радиолокатор; характеристики сигналов; процесс обработки информации, поступающей с радиолокаторов; а также влияние метеорологических факторов на распространение и затухание радиолокационных волн в атмосфере;
- **самолетные и морские системы:** объяснять, как самолеты, суда и буи могут использоваться для получения информации об океане и атмосфере с использованием систем дистанционного зондирования.

3.2 **Динамическая метеорология**

В результате прохождения обучения по дисциплине «Динамическая метеорология» индивидуум будет способен:

- a) объяснять физическую основу уравнений движения с точки зрения сил и систем координат; применять масштабный анализ для выявления динамических процессов в сбалансированных потоках; описывать характеристики сбалансированных потоков; использовать уравнения движения для объяснения квазигеострофии, агеострофии и структуры и распространения волн в атмосфере;
- b) описывать и объяснять научную основу, характеристики и ограничивающие факторы численного прогноза погоды для краткосрочного, среднесрочного и долгосрочного прогнозирования и объяснять применения численного прогноза погоды.

(Технический регламент (ВМО-№ 49), том I, приложение А)

3.2.1 **Динамика атмосферы**

Результаты обучения

Индивидуум должен уметь следующее:

- **уравнения, описывающие крупномасштабные атмосферные потоки:** объяснять физические принципы, лежащие в основе уравнений, которые описывают крупномасштабные атмосферные потоки (например, примитивные уравнения), включая выведение относительных и реальных сил, действующих на жидкость во вращающейся системе координат, и составлять уравнение горизонтального движения;
- **координаты в значениях атмосферного давления:** записывать примитивные уравнения, которые отражают изменение крупномасштабных атмосферных потоков, в барической системе координат и объяснять преимущества использования этой системы координат;
- **масштабный анализ и установившиеся потоки:** применять масштабный анализ для определения доминирующих процессов, действующих в различных примерах потоков текучей среды, и выводить уравнения, описывающие установившиеся потоки (включая инерционные, циклострофические, геострофические и градиентные потоки), гидростатическое равновесие и уравнение термического ветра;
- **агеострофическое движение:** использовать уравнения движения для объяснения причин и последствий агеострофического потока, включая влияние трения;

- **завихренность и дивергенция:** объяснять концепции дивергенции, завихренности и потенциальной завихренности; описывать механизмы, вызывающие изменения в этих параметрах; и определять зависимость между дивергенцией в горизонтальном ветре и вертикальным движением;
- **квазигеострофический поток:** объяснять приближения и допущения, применяемые при выведении квазигеострофической системы уравнений; описывать составление уравнений тенденции геопотенциала и уравнений потенциальной завихренности; представлять физическое толкование вынуждающих членов этих уравнений и использовать эти уравнения для объяснения распределения вертикального движения и тенденции геопотенциала в изменяющейся бароклининой системе;
- **волны в атмосфере:** использовать приближенные формы уравнений, описывающих потоки текучей среды, для описания структуры и распространения звуковых волн, гравитационных волн и волн Россби;
- **бароклининая и баротропная неустойчивость:** объяснять концептуальную модель, используемую для описания бароклининой и баротропной неустойчивости.

3.2.2 Численный прогноз погоды

Результаты обучения

Индивидуум должен уметь следующее:

- **ассимиляция данных для задач численного прогноза погоды (ЧПП):** объяснять, как получают информацию от сетей и систем наблюдений; как ее подготавливают для использования в модели ЧПП; а также объяснять принципы, лежащие в основе объективного анализа, усвоения данных (включая версии 3D-Var и 4D-Var) и инициализации;
- **модели ЧПП:** описывать основные компоненты модели ЧПП (включая прогностические переменные, физические законы и то, как параметризованы физические процессы); а также объяснять различия между типами моделей (например, спектральной модели в сравнении с моделью, использующей точки сетки координат, и гидростатической модели в сравнении с негидростатической);
- **сильные и слабые стороны ЧПП:** оценивать сильные и слабые стороны ЧПП и объяснять, почему предсказуемость поведения атмосферы ограничена;
- **прогнозирование по ансамблю:** описывать принципы, на которых основано прогнозирование по ансамблю, и как такой подход может быть использован для краткосрочного, среднесрочного и долгосрочного прогнозирования;
- **месячные и сезонные прогнозы:** объяснять научные основы помесячного, сезонного и внутригодового прогнозирования;
- **даунскейлинг:** описывать методы, используемые для обеспечения подробной региональной информации об атмосфере на основе выходной продукции глобальных моделей;
- **последующая обработка и применения:** описывать методы, используемые для последующей обработки продукции ЧПП (например, применение статистических методов обработки выходной продукции моделей), и некоторые виды применений, обусловленные продукцией ЧПП (например, модель волнения или модель урожайности сельскохозяйственных культур).

3.3 **Синоптическая и мезомасштабная метеорология**

В результате прохождения обучения по дисциплине «Синоптическая и мезомасштабная метеорология» индивидуум будет способен:

- a) использовать физические и динамические подходы для описания и объяснения формирования, эволюции и характеристик (включая экстремальные или опасные метеорологические условия) погодных систем синоптического масштаба в среднеширотных и полярных регионах и в тропических регионах; и оценивать ограничения теорий и концептуальных моделей, касающихся таких погодных систем;
- b) использовать физические и динамические подходы для описания и объяснения формирования, эволюции и характеристик (включая экстремальные или опасные метеорологические условия) конвективных и мезомасштабных явлений и оценивать ограничения теорий и концептуальных моделей, касающихся таких метеорологических явлений;
- c) проводить мониторинг и наблюдения метеорологической обстановки и использовать оперативные данные или данные за прошлые периоды, включая спутниковые и радиолокационные данные, для подготовки анализов и базовых прогнозов;
- d) описывать предоставление обслуживания с точки зрения природы, использования и выгод от использования ключевых видов продукции и обслуживания, включая предупреждения и оценку рисков, связанных с погодой.

(Технический регламент (ВМО-№ 49), том I, приложение А)

3.3.1 **Погодные системы средних широт и полярных регионов**

Результаты обучения

Индивидуум должен уметь следующее:

- **погодные системы:** объяснять, чем погодные системы средних широт и полярных регионов отличаются от погодных систем в тропиках;
- **трансформация воздушных масс:** объяснять, как воздушные массы могут трансформироваться в зависимости от окружающей среды, какими характеристиками обладает при этом воздух и каким образом такие трансформации могут повлиять на погоду в отдаленных местах при движении воздуха;
- **фронты:** использовать знания физических процессов для описания характеристик теплого, холодного, стационарного фронтов и фронта окклюзии; объяснять, как эти фронты связаны с синоптическими полями, и описывать трехмерный характер границ фронтов;
- **депрессии средних широт:** применять физические и динамические подходы для объяснения жизненного цикла депрессий средних широт с помощью норвежской модели циклонов, включая трехмерную структуру развивающейся депрессии и воздушного потока в ней;
- **струйные течения и локальные максимумы скорости струйных течений:** применять физические и динамические подходы для объяснения образования, структуры и эффектов локальных максимумов скорости струйных течений, а также связи между струйными течениями и развитием депрессий в средних широтах;

- **вертикальное движение синоптического масштаба:** диагностировать вертикальное движение синоптического масштаба в погодных системах средних широт (например, рассматривая агеострофическое движение, используя теорию Петтерссена или Сатклиффа, или применяя уравнение потенциальной завихренности);
- **циклогенез:** применять знания о динамических процессах для объяснения циклогенеза и факторов, содействующих взрывному циклогенезу;
- **структура фронтов и фронтогенез:** объяснять структуру и динамические характеристики фронтов; связь между фронтогенезом и вертикальным движением; а также описывать процессы, ведущие к фронтогенезу в верхней атмосфере;
- **полярные погодные системы:** объяснять характеристики и процесс образования погодных систем в полярных регионах, включая кататические ветры, барьерные ветры и полярные циклоны;
- **экстремальные явления погоды:** описывать погоду с акцентом на любые экстремальные или опасные метеорологические условия, которые могут быть связаны со среднеширотными или полярными погодными системами, а также вероятные воздействия таких условий;
- **ограничения концептуальных моделей:** анализировать недавние и/или наблюдавшиеся в прошлом явления погоды для оценки того, в какой степени теории и концептуальные модели среднеширотных и полярных погодных систем соответствуют реальности.

3.3.2 **Тропические погодные системы**

Результаты обучения

Индивидуум должен уметь следующее:

- **общая циркуляция в тропиках:** описывать общую циркуляцию в тропиках и соответствующие сезонные колебания температуры, зональных ветров, меридиональных движений, влажности и давления на уровне моря;
- **крупномасштабные тропические возмущения:** описывать основные тропические возмущения и их временную изменчивость, включая внутритропическую зону конвергенции (ВЗК), тропические волны, пассатные инверсии, пассаты, тропические/ субтропические струйные течения, скопления облачности, линии шквалов, тропические депрессии, субтропические гребни высокого давления и высотные антициклоны;
- **анализ тропических потоков:** описывать методы, используемые для анализа тропических потоков, включая отображение линий тока и изотак, и определение областей конвергенции/дивергенции;
- **погодные системы:** объяснять отличие тропических погодных систем от погодных систем средних широт и полярных регионов;
- **тропические волны:** описывать различные виды тропических волн (включая волны Кельвина, экваториальные волны Россби и колебание Маддена-Джулиана) и их взаимосвязь с упорядоченной конвекцией и циклогенезом;
- **тропические циклоны:** применять физические и динамические подходы для объяснения структуры и характеристик тропических циклонов; основных динамических процессов, участвующих в их развитии, а также методов, используемых для прогнозов образования и развития тропических штормов;

- **муссоны:** применять физические и динамические подходы для объяснения структуры и характеристик муссонов, а также основных динамических процессов, участвующих в их происхождении;
- **сопряженная система «океан-атмосфера»:** описывать роль взаимодействия океана и атмосферы с уделением основного внимания теоретическим основам и влиянию явления Эль-Ниньо/Южное колебание (ЭНЮК);
- **экстремальные погодные условия:** описывать погоду с акцентом на любые экстремальные или опасные условия, которые могут быть связаны с тропическими погодными системами (включая тропические циклоны и муссоны), а также вероятные воздействия таких условий;
- **ограничения концептуальных моделей:** анализировать недавние и/или наблюдавшиеся в прошлом явления погоды для оценки того, в какой степени теории и концептуальные модели тропических систем соответствуют реальности.

3.3.3 **Мезомасштабные погодные системы**

Результаты обучения

Индивидуум должен уметь следующее:

- **мезомасштабные системы:** описывать пространственные и временные масштабы, соответствующие мезомасштабным явлениям, и различия в динамических процессах, которые обуславливают образование систем синоптического масштаба и мезомасштаба;
- **мезомасштабные особенности, связанные с депрессиями:** объяснять мезомасштабные особенности, связанные с депрессиями (например, полосы дождя, полосы усиленного и ослабленного дождя, фронтальные порывы ветра и линии шквалов);
- **гравитационные волны:** применять физические и динамические подходы для объяснения структуры и образования мезомасштабных гравитационных волн;
- **конвективные системы:** применять физические и динамические подходы для объяснения структуры и формирования изолированных конвективных систем, таких как грозы и конвективные штормы (включая одноячейковые, многоячейковые и суперячейковые грозовые образования);
- **мезомасштабные конвективные системы:** применять физические и динамические подходы для объяснения структуры и формирования мезомасштабных конвективных систем;
- **орографические мезомасштабные явления:** применять физические и динамические подходы для объяснения структуры и формирования орографических мезомасштабных явлений (подветренные волны, завихрения, восходящие и нисходящие склоновые ветры, долинные ветры, воздушные потоки в ущельях, подветренные области низкого давления и др.);
- **экстремальные погодные условия:** описывать погоду с акцентом на любые экстремальные или опасные условия, которые могут быть связаны с конвективными и мезомасштабными явлениями, а также вероятные воздействия таких условий;
- **ограничения концептуальных моделей:** анализировать недавние и/или наблюдавшиеся в прошлом явления погоды для оценки того, в какой степени теории и концептуальные модели конвективных и мезомасштабных явлений соответствуют реальности.

3.3.4 **Наблюдения за погодой, анализ и оценка погоды**

Результаты обучения

Индивидуум должен уметь следующее:

- **мониторинг и наблюдения за погодой:** осуществлять мониторинг погоды; производить основные приземные наблюдения, используя дистанционные приборы, приборы с непосредственным считыванием и визуальные оценки (включая определение видов облаков, количества облаков и типа погоды), объяснять основания для таких визуальных оценок и описывать причины, лежащие в основе различных погодных явлений, видимых с поверхности Земли;
- **обработка данных наблюдений:** описывать, как данные наблюдений проверяются на качество, кодируются и распространяются;
- **синоптический анализ и интерпретация:** анализировать и интерпретировать синоптические карты и результаты зондирования, нанесенные на термодинамическую диаграмму, и описывать недостатки данных наблюдений, используемых при таких анализах;
- **интерпретация радиолокационных данных:** интерпретировать обычные радиолокационные изображения, включая использование метода увеличения контрастности и динамических изображений, для определения особенностей, связанных с конвективными и мезомасштабными процессами;
- **интерпретация спутниковых изображений:** интерпретировать спутниковые изображения, включая использование обычных длин волн (инфракрасная область спектра, видимая часть спектра, спектр водяного пара и ближняя ИК-область спектра), а также увеличение контрастности и динамические изображения для определения типов облаков и их структур, синоптических и мезомасштабных систем и особых явлений (тумана, вулканического пепла, пыли, пожаров и др.);
- **объединение традиционных данных и данных дистанционного зондирования:** объединять данные дистанционного зондирования и синоптических наблюдений для определения синоптических и мезомасштабных систем и оценки метеорологической обстановки путем сравнения особенностей, обнаруженных на радиолокационных и спутниковых изображениях, с особенностями, отображенными в данных из других источников;
- **международное сотрудничество:** описывать роль международного сотрудничества в деле получения данных наблюдений и обмена ими, с уделением особого внимания Всемирной службе погоды, Глобальной системе наблюдений ВМО и Информационной системе ВМО (включая Глобальную систему телесвязи).

3.3.5 **Прогнозирование погоды**

Результаты обучения

Индивидуум должен уметь следующее:

- **местная погода:** описывать факторы, влияющие на местную погоду (например, влияние орографии и крупных водоемов на облачность и атмосферные осадки или влияние на погоду разных типов поверхности суши);
- **прогностический процесс:** описывать основные компоненты прогностического процесса, включая наблюдения, анализ, оценку, прогнозирование, а также подготовку, предоставление и проверку продукции;

- **типы методов прогнозирования:** объяснять преимущества и недостатки разных методов подготовки прогнозов, например на основе инерционности, экстраполяции и ЧПП, а также описывать роль прогнозиста;
- **концептуальные модели:** применять концептуальные модели при подготовке краткосрочных прогнозов и интерпретации долгосрочных прогнозов;
- **практическое прогнозирование:** объединять информацию из различных источников для объяснения условий текущей погоды и применять основные методы прогнозирования, включая интерпретацию продукции ЧПП, для прогнозирования атмосферных переменных (например, максимальную и минимальную температуры, ветер, тип и интенсивность атмосферных осадков) в каком-либо конкретном месте.

3.3.6 **Предоставление обслуживания**

Результаты обучения

Индивидуум должен уметь следующее:

- **функции национальных метеорологических служб:** описывать функции национальных метеорологических служб в области мониторинга и прогнозирования погоды и роль других поставщиков обслуживания;
- **предоставление обслуживания:** сообщать метеорологическую информацию, которая удовлетворяет требованиям пользователей, в устной или письменной форме, используя детерминистский и вероятностный подходы;
- **ключевые виды продукции и обслуживания:** описывать ключевые виды продукции и обслуживания (включая предупреждения об опасных метеорологических условиях), основанные на текущей и прогностической метеорологической информации, которые предоставляются населению и другим пользователям, и описывать, каким образом используются эти виды продукции и обслуживания (например, для принятия решений и учета факторов риска);
- **опасные явления погоды:** описывать, до какой степени может быть предсказано возникновение опасных погодных систем в районе ответственности, и объяснять важность оценки риска опасных явлений погоды, выпуска своевременных и точных предупреждений и понимания потенциальных последствий опасных явлений погоды для общества;
- **качество продукции и обслуживания:** объяснять основные методы, применяемые для оценки качества продукции и обслуживания;
- **выгоды от метеорологического обслуживания и затраты на него:** выявлять экономическое и социальное влияние метеорологического обслуживания на страну и ее ключевые сектора пользователей.

3.4 **Климатология**

В результате прохождения обучения по дисциплине «Климатология» индивидуум будет способен:

- а) описывать и объяснять общую циркуляцию атмосферы и климатическую систему Земли с точки зрения задействованных физических и динамических процессов; описывать основные виды продукции и обслуживания, основанные на климатической информации, присущую им неопределенность и виды использования;

- b) применять физические и динамические подходы для объяснения механизмов, обуславливающих изменчивость и изменение климата (включая влияние деятельности человека); описывать последствия с точки зрения возможных соответствующих изменений глобальной циркуляции, основных элементов погоды и их потенциальных воздействий на человеческое общество; описывать основные элементы стратегий адаптации и смягчения воздействий на изменение климата, которые могут применяться, а также описывать применение климатических моделей.

(Технический регламент (ВМО-№ 49), том I, приложение А)

3.4.1 **Глобальная циркуляция, климатическое разнообразие и климатическое обслуживание**

Результаты обучения

Индивидуум должен уметь следующее:

- **компоненты системы Земля:** описывать ключевые компоненты системы Земля (т. е. атмосферу, океаны, сушу, криосферу и твердую оболочку Земли);
- **климат и погода:** описывать климат и то, чем он отличается от погоды;
- **климатические данные:** описывать, как измеряются показатели климата и какая неопределенность присуща климатическим данным; объяснять, как анализируются климатические данные с использованием статистических методов и как показатели климата могут быть измерены с использованием дистанционного зондирования;
- **различные круговороты:** описывать основные характеристики энергетического, гидрологического, углеродного и азотного циклов (круговоротов);
- **особенности глобальной циркуляции:** объяснять основные особенности глобальной циркуляции атмосферы и океана на основе понимания задействованных физических и динамических процессов и описывать глобальный энергетический баланс, а также роль атмосферы и океана в выравнивании различий в нагревании излучением между экватором и полюсами;
- **региональный климат и местный климат:** оценивать факторы, определяющие региональный климат и местный климат;
- **классификация климата и описание климатического разнообразия:** описывать методы классификации климата; принципы, лежащие в основе этих методов, а также значение и использование стандартных статистических переменных, применяемых для описания климата;
- **местный климат:** описывать климатологию и сезонные изменения в районе ответственности, а также способы получения и представления климатологической информации;
- **ключевые виды продукции и обслуживания:** описывать ключевые виды продукции и обслуживания, основанные на климатической информации, которые предоставляются населению и другим пользователям; описывать присущие им неопределенности и то, каким образом используются эти виды продукции и обслуживания (например, для принятия решений и учета факторов риска).

3.4.2 **Изменчивость климата и изменение климата**

Результаты обучения

Индивидуум должен уметь следующее:

- **данные для оценки колебаний климата:** описывать источники и обработку данных, которые используются для реконструкции климатических условий в прошлом и для оценки изменения климата и состава атмосферы;
 - **наблюдаемые колебания климата:** описывать, как климат изменился в самое последнее время в контексте изменений в более общем смысле, которые происходили в прошлом, и методов, используемых для объяснения соответствующих причин;
 - **взаимодействие атмосферы и океана:** описывать различные пути влияния атмосферы на океан и влияния океана на атмосферу;
 - **изменчивость климата:** применять физические и динамические подходы для объяснения причин изменчивости климата, обусловленной воздействием внутренних факторов (включая примеры дальних корреляционных связей, аномалий и влияния на климат крупномасштабных режимов, таких как колебание Маддена-Джулиана, Североатлантическое колебание и Эль-Ниньо/Южное колебание);
 - **изменение климата:** применять физические и динамические подходы для объяснения причин изменения климата в результате воздействия внешних факторов (включая влияние деятельности человека) и источников неопределенности в понимании этих причин;
 - **последствия, адаптация и смягчение воздействий:** оценивать основные последствия изменчивости и изменения климата и описывать основные элементы стратегий в области адаптации и смягчения воздействий на изменение климата, которые применяются в ответ на текущие и прогнозируемые изменения климата;
 - **модели климата:** объяснять различия между климатическими моделями и моделями, используемыми для прогнозирования погоды; объяснять, почему существуют неопределенности в прогнозах климата; описывать, как можно проверить достоверность прогнозов климата, и объяснять, почему существуют расхождения между статистическими внутригодовыми прогнозами и предсказаниями, подготовленными с помощью климатических моделей.
-

ЧАСТЬ III. ПАКЕТ ОБЯЗАТЕЛЬНЫХ ПРОГРАММ ДЛЯ ТЕХНИКОВ-МЕТЕОРОЛОГОВ

В начале настоящей части дается общее представление о целях БИП-МТ, а затем описываются результаты обучения по базовым тематическим разделам. Остальные разделы части III посвящены результатам обучения, касающегося основ физической и динамической метеорологии, основ синоптической метеорологии, основ климатологии, а также приборов и методов наблюдений.

1. ВВЕДЕНИЕ

Общая цель БИП-МТ заключается в том, чтобы снабдить индивидуума базовыми знаниями об атмосферных явлениях и процессах, а также профессиональными навыками применения таких знаний.

Для удовлетворения требований БИП-МТ индивидуум должен достичь таких результатов обучения, которые охватывают:

- приобретение базовых знаний о физических принципах и взаимодействиях атмосферных процессов, методах измерений и анализе данных; а также составление основных представлений о погодных системах и основных представлений об общей циркуляции атмосферы и колебаниях климата;
- применение базовых знаний для наблюдений за атмосферой, ее мониторинга и интерпретации обычно используемых метеорологических диаграмм и продукции.

Требования БИП-МТ направлены на получение индивидуумом знаний, профессиональных навыков и уверенности в себе для расширения своих знаний и опыта и обеспечения основы для дальнейшей специализации.

Лица, которые пожелают работать в таких областях, как метеорологические наблюдения, мониторинг климата, управление сетью, предоставление метеорологической информации и продукции пользователям, должны будут продолжить свое образование и профессиональную подготовку, с тем чтобы получить специализированные профессиональные компетенции в этих областях. Кроме того, предполагается, что уже работающие сотрудники продолжают расширять свои знания и навыки, занимаясь в течение всей своей карьеры повышением своего профессионального уровня.

2. ОСНОВОПОЛАГАЮЩИЕ ТЕМЫ ПО МАТЕМАТИКЕ И ФИЗИКЕ И ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ПРЕДМЕТЫ

В результате успешного прохождения курса обучения по основополагающим темам индивидуум будет способен:

- a) демонстрировать знания по математике и физике, необходимые для успешного прохождения обучения по разделам пакета обязательных программ для техников-метеорологов, касающимся метеорологии;
- b) демонстрировать знания в области других наук и соответствующих тем, которые дополняют метеорологические знания и опыт, предусмотренные в рамках пакета обязательных программ для техников-метеорологов;

- с) анализировать и использовать данные, а также сообщать и представлять информацию.

(Технический регламент (ВМО-№ 49), том I, приложение А)

Предполагается, что базовые знания могут быть приобретены благодаря использованию нескольких подходов или их сочетания, а именно:

- завершение обучения по программе, предусматривающей изучение основополагающих тем в школе или колледже до поступления в учебное заведение для изучения наук об атмосфере;
- прохождение обучения по вводной программе, предусматривающей изучение базовых предметов в том же учебном заведении, где должны изучаться тематические разделы общей метеорологии;
- объединение приобретения базовых знаний, связанных с основополагающими темами, с изучением тематических разделов общей метеорологии.

2.1 Математика

Результаты обучения

Индивидуум должен уметь следующее:

- **тригонометрия:** определять синус, косинус и тангенс; описывать их соотношение с их обратными функциями и манипулировать основными тригонометрическими уравнениями;
- **логарифмы и экспоненты:** манипулировать логарифмами и экспонентами;
- **векторы:** складывать и вычитать векторы, умножать вектор на скаляр;
- **алгебра:** манипулировать полиномиальными уравнениями и решать основные алгебраические уравнения, включая квадратные уравнения;
- **геометрия:** рассчитывать площади прямоугольных и равнобедренных треугольников; окружности и площади кругов; площади и объемы прямоугольных форм, цилиндров и сфер; а также описывать соотношение между радианами и градусами;
- **координатная геометрия:** интерпретировать угловой коэффициент и отсекают отрезки на линейном графике; распознавать стандартные кривые, такие как парабола, эллипс и гипербола; осуществлять преобразования между декартовой и полярной системами координат;
- **статистика:** выбирать надлежащие пути представления статистических данных и интерпретации результатов; использовать различные меры центральной тенденции (среднее значение, медиана и мода) и варьирования (размах, межквартильный размах и среднее квадратичное отклонение); объяснять концепции выборки, линейной регрессии по методу наименьших квадратов, корреляции, нормального распределения, процентилей и проверки гипотезы.

2.2 Физика

Результаты обучения

Индивидуум должен уметь следующее:

- **кинематика:** решать задачи с использованием уравнений, описывающих соотношения между расстоянием, скоростью, ускорением и временем для равноускоренного движения по прямой линии;
- **динамика:** решать основные задачи: а) для системы, находящейся в состоянии равновесия; б) используя второй закон механики Ньютона и с) применяя принцип сохранения количества движения;
- **работа, энергия и мощность:** объяснять концепции работы, кинетической энергии, потенциальной энергии и внутренней энергии и решать задачи, используя принцип сохранения энергии и соотношение между мощностью, работой и силой;
- **круговое движение:** объяснять концепцию центростремительного ускорения и описывать круговые орбиты, соотнося гравитационную силу с центростремительным ускорением;
- **фазы вещества:** описывать физические различия между твердыми веществами, жидкостями и газами; объяснять концепцию скрытого тепла, связанного с фазовым переходом; и описывать процессы, связанные с фазовыми переходами, с уделением основного внимания конденсации и испарению;
- **температура и теплота:** объяснять концепции температуры и теплоты; описывать, как физические свойства вещества, которое изменяется по мере изменения температуры, могут быть использованы для измерения температуры; и объяснять, как теплота может передаваться с помощью проводимости, конвекции и излучения;
- **термодинамика и кинетическая теория газов:** решать задачи с использованием уравнения состояния идеального газа; давать качественную характеристику первого закона термодинамики; объяснять, что подразумевается под адиабатическим процессом, с уделением основного внимания адиабатическому расширению газа; и описывать концепции, лежащие в основе кинетической теории газов;
- **колебания и волнение:** описывать свойства колебаний и волн и объяснять простые гармонические колебания; решать задачи для волн, используя соотношение между скоростью, частотой и длиной волны; объяснять разницу между продольными и поперечными волнами и концепции отражения, преломления, дифракции и интерференции;
- **электромагнитное излучение:** описывать характеристики электромагнитного излучения и основные особенности электромагнитного спектра; описывать процессы отражения, поглощения и рассеяния излучения (включая отражение и преломление света); объяснять, что подразумевается под абсолютно черным телом, и кратко характеризовать смысл закона Стефана-Больцмана и закона Вина;
- **электричество и электромагнитная индукция:** описывать физическую основу силы электрического тока, напряжения и сопротивления и то, как измеряются эти количественные величины; решать задачи неисправностей в цепи (включая цепи с двумя или несколькими сопротивлениями), используя закон Ома и законы Кирхгофа; и описывать процессы электромагнитной индукции.

2.3 **Дополнительные предметы**

Результаты обучения

Индивидуум должен уметь следующее:

- а) **другие науки и соответствующие тематические разделы**

- **исторический контекст:** описывать научные и технические достижения, которые внесли и вносят вклад в развитие метеорологии и ее применений;
 - **основы океанографии:** описывать общую циркуляцию и термическую структуру океана; и объяснять, как производятся измерения температуры, солёности и состояния моря;
 - **основы гидрологии:** описывать гидрологический цикл, указывая на основные факторы, определяющие сток, запасы подземных и поверхностных вод и водный баланс, и объяснять, как производятся гидрологические измерения (атмосферных осадков, испарения, влажности почвы, речного потока, подземных вод и др.);
 - **основы географии:** описывать основные географические характеристики района ответственности, включая описание рельефа местности;
- b) коммуникация**
- **письменное общение:** подготавливать письменные сообщения в установленные сроки в краткой, точной и понятной форме, включая использование программ для обработки и представления текстов;
 - **устные представления:** проводить в установленных временных пределах устные представления информации, содержание и стиль которых позволяют в точной и понятной манере доводить эту информацию до конкретной аудитории;
- c) анализ и использование данных**
- **программирование:** использовать основные принципы компьютерного программирования и составлять базовую компьютерную программу;
 - **обработка данных:** проводить обработку данных и статистический анализ, используя электронные таблицы и базы данных;
 - **поиск и получение информации:** находить метеорологическую информацию, используя библиотеки, базы данных и поиски в Интернете;
 - **создание и публикация материалов в режиме онлайн:** создавать, публиковать и обновлять простейшую веб-страницу.

3. ТЕМАТИЧЕСКИЕ РАЗДЕЛЫ ОБЩЕЙ МЕТЕОРОЛОГИИ

Результаты обучения, связанные с общей метеорологией, подразделены по следующим крупным категориям знаний:

- основы физической и динамической метеорологии;
- основы синоптической и мезомасштабной метеорологии;
- основы климатологии;
- метеорологические приборы и методы наблюдений.

Следует отметить, однако, что это не определяет конкретную структуру программы обучения. Существует много способов формирования структуры программы для обеспечения надлежащих результатов обучения. Например:

- результаты обучения, связанные с несколькими темами, могут быть подразделены разными способами (например, некоторые результаты обучения, перечисленные в разделе «основы физической и динамической метеорологии» могут быть охвачены в разделе «основы синоптической метеорологии» и наоборот);
- результаты обучения по одной теме могут быть охвачены в нескольких модулях программы обучения, которые становятся более подробными, чем это необходимо для минимальной квалификации (например, отдельные модули по термодинамике и динамике);
- результаты обучения могут быть охвачены более подробно по мере прохождения программы обучения (например, может существовать первоначальный, вводный модуль по метеорологии с темами, которые будут изучаться более подробно на более позднем этапе);
- результаты обучения могут быть охвачены как часть программы обучения, направленной на подготовку участников для какой-то конкретной роли (например, курс, предназначенный в основном для подготовки прогнозистов, может охватывать, в дополнение к развитию более глубоких практических навыков, все результаты обучения, требуемые в рамках БИП-МТ).

Приоритетной задачей для каждого учебного заведения является разработка такой программы обучения, которая принимала бы во внимание предыдущие знания участников, наилучший способ построения программы для удовлетворения местных потребностей и цель общей программы обучения, которая может выходить за рамки тем, необходимых для достижения результатов обучения, указанных в настоящем тексте.

3.1 Основы физической и динамической метеорологии

В результате прохождения обучения по дисциплине «Основы физической и динамической метеорологии» индивидуум будет способен:

- a) объяснять основные физические и динамические процессы, происходящие в атмосфере;
- b) объяснять физические принципы, используемые в приборах для измерения атмосферных параметров.

(Технический регламент (ВМО-№ 49), том I, приложение А)

Результаты обучения

Индивидуум должен уметь следующее:

- **состав и структура атмосферы:** описывать состав атмосферы и объяснять ее вертикальную структуру;
- **излучение:** объяснять суточные, широтные и сезонные изменения в излучении, достигающем поверхности Земли; объяснять различия между коротковолновым (солнечным) и длинноволновым (земным) излучением; описывать процессы, влияющие на коротковолновое и длинноволновое излучение (т. е. отражение, рассеяние и поглощение излучения); представлять обобщенно тепловой баланс атмосферы Земли; объяснять «парниковый эффект» и влияние озона на ультрафиолетовое излучение; а также описывать тепловой баланс на поверхности и то, как он меняется в зависимости от широты;
- **атмосферное давление:** объяснять: а) почему давление изменяется по мере изменения высоты; б) влияние температуры и влажности на изменение давления с высотой и с) почему давление часто приводит к среднему уровню моря;

- **температура воздуха:** описывать нагревающее и охлаждающее влияние конвекции, адвекции, турбулентности и испарения/конденсации; объяснять влияние водяного пара, облачности и ветра на температуру приземного воздуха; объяснять суточную изменчивость температуры приземного воздуха и описывать основные факторы, влияющие на глобальное распределение температуры приземного воздуха;
- **атмосферная влажность:** объяснять, почему важен показатель влажности; описывать концепции давления водяного пара, давления насыщенного пара, температуры по смоченному термометру, температуры точки росы, относительной влажности и факторы, влияющие на скорость испарения;
- **устойчивость атмосферы:** описывать причины изменений в устойчивости атмосферы; объяснять концепции адиабатического градиента температуры сухого воздуха, адиабатического градиента температуры влажного воздуха и вертикального градиента температуры; описывать различные типы устойчивости (например, абсолютную, условную, нейтральную) и объяснять роль инверсий температуры и как формируется устойчивость и неустойчивость;
- **ветер:** объяснять, почему возникают ветры; описывать силу барического градиента и силу Кориолиса; объяснять концепции геострофических и градиентных ветров; описывать влияние трения на ветер; и объяснять причины возникновения обычных местных ветров, связанных с топографией (например, морских/береговых бризов, фоновых ветров, нисходящих/восходящих ветров);
- **облака, осадки и грозы:** объяснять, почему восходящее движение ведет к возникновению облаков; описывать основные механизмы формирования облаков, процессы, вызывающие атмосферные осадки, и процессы, ведущие к возникновению гроз, и их жизненный цикл;
- **роса, иней и туман:** описывать факторы, влияющие на видимость; объяснять явления образования росы и инея и причины возникновения тумана, с уделением особого внимания радиационному и адвективному туману;
- **атмосферные оптические и электрические явления:** объяснять возникновение радуг, гало, синего неба и молний.

3.2 Основы синоптической и мезомасштабной метеорологии

В результате прохождения обучения по дисциплине «Основы синоптической и мезомасштабной метеорологии» индивидуум будет способен:

- a) описывать формирование, развитие и характеристики погодных систем синоптического масштаба и мезомасштабных погодных систем в тропиках, средних широтах и полярных регионах и анализировать данные наблюдений за погодой;
- b) описывать процессы прогнозирования и способы использования соответствующих видов продукции и услуг.

(Технический регламент (ВМО-№ 49), том I, приложение А)

Результаты обучения

Индивидуум должен уметь следующее:

- **погода в конкретном месте:** объяснять, почему погода, наблюдающаяся в каком-либо конкретном месте, является сочетанием воздействий, проявляющихся в различных временных и пространственных масштабах;
- **воздушные массы:** описывать и объяснять происхождение, характеристики, перемещение и трансформацию воздушных масс;

- **погодные системы средних широт и полярных регионов:** описывать:
 - а) характеристики депрессий, антициклонов, ложбин и гребней и ассоциирующуюся с ними погоду, с уделением особого внимания воздействиям на район ответственности; б) характеристики теплых, холодных и окклюдированных фронтов и погоду, связанную с их прохождением, а также с) взаимоотношение между струйными течениями и погодными системами;
- **крупномасштабные тропические возмущения:** описывать крупномасштабные тропические возмущения и соответствующую им погоду, включая ВЗК, тропические депрессии, муссоны и явление ЭНЮК;
- **мезомасштабные системы:** описывать формирование и характеристики важных мезомасштабных элементов, затрагивающих район ответственности;
- **опасные явления погоды:** описывать формирование и характеристики опасных погодных систем (например, гроз и тропических циклонов), затрагивающих район ответственности; степень, в какой они могут быть спрогнозированы, и их влияние на человеческое общество;
- **диаграммы приземного давления:** определять основные синоптические характеристики на диаграммах приземного давления и соответствующих спутниковых и радиолокационных изображениях и описывать типичную погоду, соответствующую этим характеристикам;
- **диаграммы верхних слоев атмосферы:** описывать различные виды диаграмм верхних слоев атмосферы, включая высотные карты изобарических поверхностей; определять основные синоптические характеристики на диаграмме и соответствующих спутниковых и радиолокационных изображениях и описывать типичную погоду, соответствующую этим характеристикам;
- **аэрологические диаграммы:** описывать физические понятия, которые формируют основу аэрологических диаграмм, и выполнять основные операции на диаграмме;
- **системы отображения и картирования данных:** обсуждать основные системы, используемые в метеорологических службах для отображения и картирования данных и подготовки продукции и обслуживания для пользователей, а также преимущества и недостатки таких систем;
- **процесс прогнозирования:** описывать процесс прогнозирования и принципы, лежащие в основе ЧПП, и интерпретировать основную оперативную выходную продукцию ЧПП;
- **ключевые виды продукции и обслуживания:** описывать ключевые виды продукции и обслуживания (включая предупреждения об опасных погодных условиях), основанные на информации о текущей и прогнозируемой погоде, которые доводятся до сведения населения и других пользователей;
- **функции национальных метеорологических служб:** описывать функции национальных метеорологических служб в области мониторинга и прогнозирования погоды, а также роль других поставщиков услуг.

3.3 Основы климатологии

В результате прохождения обучения по дисциплине «Основы климатологии» индивидуум будет способен:

- а) описывать общую циркуляцию атмосферы и процессы, вызывающие изменчивость и изменение климата;

- b) описывать использование продукции и услуг, основанных на климатической информации.

(Технический регламент (ВМО-№ 49), том I, приложение А)

Результаты обучения

Индивидуум должен уметь следующее:

- **особенности глобальной циркуляции:** объяснять основные особенности глобальной циркуляции атмосферы и океана и их изменчивость во времени (суточную, сезонную, годовую);
- **региональный климат и местный климат:** объяснять факторы, определяющие региональный климат и местный климат;
- **классификация климата и описание климатического разнообразия:** описывать методы для классификации климата, включая метод Кеппена;
- **местный климат:** описывать климатологию и сезонные изменения в регионе ответственности, а также климатический тренд в этом регионе;
- **изменчивость климата и изменение климата:** описывать: а) разницу между изменчивостью климата и изменением климата; б) основные концепции, лежащие в основе понятия «парникового эффекта», и основы науки, связанной с воздействием человека на изменение климата, и с) основы для прогнозов климата;
- **сезонные прогнозы:** описывать в общих чертах процесс и научную основу для подготовки сезонных прогнозов;
- **климатические данные:** описывать, как в метеорологической службе получают, собирают и проверяют на качество климатические данные;
- **климатическая статистика:** описывать, как анализируются климатические данные с точки зрения их распределения (например, частоты и кумулятивной частоты), центральной тенденции и варьирования;
- **ключевые виды продукции и обслуживания:** описывать ключевые виды продукции и обслуживания, основанные на климатической информации, которые предоставляются населению и другим пользователям.

3.4 Метеорологические приборы и методы наблюдений

В результате прохождения обучения по предмету «Метеорологические приборы и методы наблюдений» индивидуум будет способен:

- a) объяснять физические принципы, используемые в приборах для измерения параметров атмосферы;
- b) производить основные метеорологические наблюдения.

(Технический регламент (ВМО-№ 49), том I, приложение А)

Результаты обучения

Индивидуум должен уметь следующее:

- **Интегрированная глобальная система наблюдений ВМО:** описывать основные компоненты Интегрированной глобальной системы наблюдений ВМО и Информационной системы ВМО (включая Глобальную систему телесвязи),

которые используются для производства метеорологических и других наблюдений за окружающей средой в глобальном масштабе с использованием наземных и космических систем и передачи результатов таких наблюдений;

- **размещение приборов:** описывать факторы, которые необходимо принимать во внимание при размещении приборов для приземных наблюдений.
 - **приборы для приземных измерений:** объяснять физические принципы, используемые в приборах для производства приземных измерений температуры, влажности, давления, атмосферных осадков, ветра, высоты облаков, видимости, солнечного сияния и радиации (включая приборы, используемые на автоматических метеорологических станциях); описывать, как работают эти приборы и какие при этом могут возникать ошибки;
 - **гидрометеоры:** описывать различные гидрометеоры и то, каким образом за ними ведутся наблюдения;
 - **облака:** описывать основные типы облаков, их характеристики, обычный диапазон высот и связанные с ними метеорологические явления;
 - **явления погоды:** описывать различные явления погоды, наблюдающиеся при производстве визуальных приземных наблюдений; указывать их характеристики и объяснять их возникновение;
 - **мониторинг погоды и наблюдения за погодой:** осуществлять мониторинг погоды; производить приземные наблюдения, используя приборы с непосредственным и дистанционным считыванием данных, а также визуальные оценки (включая определение типов облаков, количество облаков и тип погоды) и объяснять основания для таких визуальных оценок;
 - **стандарты, контроль качества, калибровка и взаимосравнение:** описывать национальные и международные стандарты измерений и передовой опыт в области контроля качества наблюдений, калибровки и взаимосравнения приборов;
 - **аэрологические наблюдения:** объяснять физические принципы и ограничивающие факторы работы приборов, используемых для аэрологических измерений;
 - **системы дистанционного зондирования:** описывать средства, с помощью которых данные дистанционного зондирования, поступающие как с наземных, так и с космических станций (включая использование спутников, радиолокаторов, профилометров ветра, самолетных и морских систем, а также систем обнаружения молний), обеспечивают информацию об атмосфере;
 - **кодирование:** объяснять, как данные наблюдений кодируются и передаются, и описывать различия между разными видами сообщений (SYNOP, SHIP, CLIMAT, METAR и др.);
 - **использование данных наблюдений:** описывать основные виды использования данных наблюдений, поступающих от Интегрированной глобальной системы наблюдений ВМО и из других источников информации.
-

ПРИЛОЖЕНИЕ А. КАРЬЕРНЫЕ УРОВНИ ДЛЯ МЕТЕОРОЛОГОВ И ТЕХНИКОВ-МЕТЕОРОЛОГОВ

1. КАРЬЕРНЫЕ УРОВНИ ДЛЯ МЕТЕОРОЛОГОВ

1.1 Начальный уровень

Только что поступившие на службу метеорологи в основном занимаются текущей рутинной работой, выполняемой под руководством старших сотрудников, часто в сотрудничестве с другими специалистами. От метеоролога этого уровня ожидается определенная самостоятельность действий в пределах установленного круга обязанностей.

1.2 Средний уровень

Метеорологи среднего уровня занимаются более широким спектром деятельности и в более широком диапазоне ситуаций, некоторые из которых могут быть сложными и нестандартными. Эти виды деятельности требуют способности совокупно применять знания и профессиональные навыки, а также умения решать возникающие проблемы. Кроме того, может также ожидаться существенная личная самостоятельность и ответственность, в том числе за управление и руководство работой других сотрудников (например, умение руководить и управлять местными оперативными подразделениями, а также применять творческий подход к решению технических и административных проблем). В некоторых службах персонала, желающему работать на этом уровне, может потребоваться получение дополнительных квалификаций.

1.3 Высший уровень

От метеорологов высшего уровня требуется компетентность в применении значительного диапазона фундаментальных принципов и сложных методов в решении широкого и часто непредсказуемого разнообразия проблем. От них требуется способность умело применять накопленные знания и профессиональный опыт для решения новых и нестандартных задач, а также значительная самостоятельность в действиях. Часто требуется принятие на себя ответственности за работу других сотрудников, например при анализе и диагностике, планировании и выполнении, контроле и оценке, подготовке и переподготовке кадров. В действительности эта работа может включать ответственность за управление отдельной службой или подразделением. В некоторых местных службах от персонала, желающего работать на этом уровне, может потребоваться получение дополнительных квалификаций.

2. КАРЬЕРНЫЕ УРОВНИ ДЛЯ ТЕХНИКОВ-МЕТЕОРОЛОГОВ

2.1 Начальный уровень

Техники-метеорологи начального уровня в основном выполняют повседневную и простую работу под наблюдением старших сотрудников, часто совместно с другими членами коллектива. Обычно они специализируются на выполнении определенных видов работ (например, приземные наблюдения, зондирование атмосферы, радиационные измерения, оперативная обработка данных).

2.2 **Средний уровень**

Техники-метеорологи среднего уровня, помимо выполнения стандартных работ, могут привлекаться к нестандартным видам деятельности, требующим определенного уровня самостоятельности в контексте официальных требований и критериев. Отдельным техникам-метеорологам среднего уровня может быть доверено руководство работой других сотрудников. Они обычно работают под техническим руководством старших техников-метеорологов или метеорологов. В некоторых местных службах от персонала, желающего работать на этом уровне, может потребоваться приобретение дополнительных квалификаций.

2.3 **Высший уровень**

От техников-метеорологов высшего уровня требуются компетенции в широком диапазоне сложных видов деятельности на техническом и профессиональном уровнях, выполняемых в различных условиях и со значительной долей личной ответственности, включая ответственность за работу других членов персонала. Они должны уметь принимать решения по техническим вопросам и быть способны решать все технические проблемы в своей специализированной области деятельности. В некоторых местных службах от персонала, желающего работать на этом уровне, может потребоваться приобретение дополнительных квалификаций.

ПРИЛОЖЕНИЕ В. ОСНОВНЫЕ ДИСЦИПЛИНЫ В ОБЛАСТИ МЕТЕОРОЛОГИИ

1. ФИЗИЧЕСКАЯ МЕТЕОРОЛОГИЯ

Физическая метеорология занимается научным объяснением атмосферных явлений. При этом чрезвычайно важны глубокие знания и понимание основных физических принципов термодинамики и теории электромагнитного излучения. Они являются необходимой основой для изучения таких тем, как структура и состав атмосферы, солнечная и земная радиация, процессы в пограничном слое, микрофизика облаков и осадков, атмосферное электричество, физические процессы мелкомасштабной динамики (например, турбулентность), технология наблюдений, включая методы дистанционного зондирования.

2. ДИНАМИЧЕСКАЯ МЕТЕОРОЛОГИЯ

Динамическая метеорология изучает атмосферные движения на основе решения основных уравнений гидродинамики и термодинамики или других систем уравнений, соответствующих определенным ситуациям, как, например, в статистической теории турбулентности. Необходимы основательные знания в области высшей математики и гидродинамики, так как они обеспечивают научную основу для понимания физической роли атмосферных движений в формировании наблюдаемой погоды и климата в различных масштабах — планетарном, синоптическом масштабах, мезомасштабе и микромасштабе. В конечном итоге именно это понимание лежит в основе практической методологии для современного прогнозирования погоды и климата с использованием динамических методов.

Динамическая метеорология обеспечивает также наличие глубоких знаний, касающихся численного прогноза погоды (ЧПП), и его понимание. Это включает функционирование прогностических моделей; их относительные достоинства, недостатки и характеристики; последующую обработку продукции моделей для получения производных параметров и способы использования выходной продукции для конкретных применений.

3. СИНОПТИЧЕСКАЯ И МЕЗОМАСШТАБНАЯ МЕТЕОРОЛОГИЯ

Синоптическая и мезомасштабная метеорология традиционно имеет дело с изучением и анализом информации о текущей погоде для идентификации погодных систем синоптического масштаба и мезомасштаба, диагноза их структуры и предсказания их будущей качественной эволюции. Сегодня эта дисциплина занимается анализом и прогнозированием погоды от мезомасштаба до планетарного масштаба (например, «режимы погоды»). Современная техническая основа для этого включает оперативные базы данных, стандартные комплекты автоматически наносимых диагностических метеорологических карт и диаграмм, выходные данные ЧПП, а также другую продукцию и вспомогательные материалы. Традиционная интерпретация синоптической ситуации была дополнена современными диагностическими средствами и новыми концептуальными моделями. Отчетливое различие, которое существовало между динамической и синоптической/мезомасштабной метеорологией, в настоящее время в значительной мере размылось.

Со все возрастающим применением объективных методов анализа, особенно с развитием дистанционного зондирования, усовершенствованных технологий усвоения данных, методов прогнозирования текущей погоды и применением в оперативной

работе ансамблевого прогнозирования, вклад человека-прогнозиста продолжает эволюционировать. От опытных прогнозистов ожидается хорошее понимание характеристик поведения и результативности численной продукции и умение представить субъективное толкование, с тем чтобы повысить эффективность прогнозов (например, применять количественный анализ неопределенности ансамблевого прогноза в связи со специфическими потребностями пользователей и соответствующими ограничениями, включая ограничения по риску). Хорошее знание методов представления и сообщения информации также является необходимым атрибутом при взаимодействии с пользователями.

4. КЛИМАТОЛОГИЯ

Климатология, согласно *Международному метеорологическому словарю* (ВМО-№ 182) — это «изучение среднего физического состояния атмосферы, а также статистики изменений погоды во времени и пространстве за период в несколько лет». Смысл данного определения заключается в привязке концепции климата к состоянию атмосферы — факт, который реально отражает появление и историческое развитие климатологии. Однако в течение нескольких последних десятилетий ученые, изучающие атмосферу, осознали, что климатическая система должна включать не только атмосферу, но также определенные части более широкой геофизической системы, влияние которой на атмосферу усиливается по мере увеличения рассматриваемого временного периода. Современные климатологи, сосредоточивая основное внимание на метеорологических процессах, все более тщательно изучают роль физических и химических процессов в океане и во множестве режимов на земной поверхности. Стало необходимо интегрирование данных, получаемых в областях метеорологии, океанографии и гидрологии.

Описывая состояние целой климатической системы в прошлом, настоящем и будущем, современная климатология еще более расширила свои границы. Она занимается изучением не только естественной эволюции климата, но также потенциальных изменений глобального и регионального климата под влиянием совокупной деятельности человека, которая изменяет как концентрацию парниковых газов и атмосферных аэрозолей, так и характер растительного и других покровов Земли. Целью является достижение наилучшего возможного понимания динамической, физической и химической основы климата и его эволюции, для того чтобы предсказывать изменчивость и изменение климата на периоды от сезонов до десятилетий и в более длительных временных масштабах.

За дополнительной информацией просьба обращаться:

World Meteorological Organization

7 bis, avenue de la Paix – P.O. Box 2300 – CH 1211 Geneva 2 – Switzerland

Communication and Public Affairs Office

Тел.: +41 (0) 22 730 83 14/15 – Факс: +41 (0) 22 730 80 27

Э-почта: cpa@wmo.int

public.wmo.int